



Prosiding B

Seminar Nasional Teknik Mesin PNJ 2017

**Peranan Teknologi Manufaktur,
Rekayasa Material dan Konversi Energi
untuk Pembangunan Berkelanjutan**



Depok, 12 Juli 2017

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy Kampus Baru UI
Depok Jawa Barat 16242
<http://semnas.mesin.pnj.ac.id>

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang tanpa henti mencurahkan rahmat dan karuniaNya. Serta dengan ijinNya pula Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta 2017, dengan tema “**Peranan Teknologi Manufaktur, Rekayasa Material dan Konversi Energi untuk Pembangunan Berkelanjutan**”, dapat kami terbitkan.

Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta diselenggarakan sebagai media sosialisasi hasil penelitian yang berkaitan dengan teknologi manufaktur, rekayasa material, dan konversi energi. Seminar ini melibatkan banyak pihak yang dipandang dapat mewakili peran akademisi, peneliti, praktisi industri dan pengusaha. Seminar ini dijadikan sebagai ajang pertukaran informasi dan pengalaman, interaksi ilmiah, dan peningkatan ikatan antara akademisi, peneliti, praktisi industri dan pengusaha, serta sebagai inspirasi dan motivasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan untuk pembangunan berkelanjutan.

Konsep pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) merupakan kesepakatan global dimana pembangunan berorientasi pada pemenuhan kebutuhan manusia melalui pemanfaatan sumberdaya alam secara bijaksana, efisien dan memperhatikan keberlanjutan pemanfaatannya baik untuk generasi masa kini maupun generasi mendatang. Namun, peranan teknologi masih belum dipertimbangkan dalam mencapai pembangunan berkelanjutan tersebut. Teknologi masih dipandang sebagai faktor perusak lingkungan yang tidak mendukung pembangunan berkelanjutan. Oleh karena itu melalui kegiatan Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta 2017 ini, akademisi, peneliti, praktisi industri dan pengusaha berusaha bekerjasama menyuarkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan yang bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Seminar ini juga ditujukan untuk memperbaharui pengetahuan, jejaring akademis, dan kompetensi peneliti, perancang, dan para mahasiswa Jurusan Teknik Mesin.

Tindak lanjut dari seminar ini adalah publikasi prosiding, dan kami berharap adanya pengembangan konsep-konsep dan aplikasi-aplikasi yang dapat digunakan untuk pembangunan berkelanjutan. Prosiding ini disusun dalam 2 kategori: Prosiding A dan Prosiding B. Prosiding A memuat tulisan dengan kualitas yang lebih baik dibanding dengan Prosiding B. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa tulisan-tulisan tersebut merupakan hasil pemikiran yang bagus, hanya saja masih perlu peningkatan dalam penulisannya. Selain itu, judul atau tulisan-tulisan tersebut dapat menjadi inspirasi tumbuhnya ide atau konsep baru yang lebih baik.

Panitia Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta 2017 pada kesempatan ini menyampaikan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Dr. Rer. Nat. Ir. Neni Sintawardani (Peneliti Utama Loka Penelitian Teknologi Bersih LIPI).
2. Krisbiantoro (Managing Director PT Aldik Sejahtera Bersama)
3. Unggul Baroto Mustari, B.Eng (Hons) (Manajer Training Industri Otomotif, EPC dan Teknik Alat Berat)

yang telah bersedia menjadi pembicara utama dan berbagi pengetahuan dalam seminar ini.

Panitia juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para sponsor:

1. PT Aldik Sejahtera Bersama, PT Holcim , PT Badak LNG, PT Yuasa, PT Pustek E&T
2. Para undangan, pemakalah dan para tamu, baik sebagai dosen, peneliti, praktisi industri, dan mahasiswa yang telah ikut hadir berpartisipasi dalam seminar ini.
3. seluruh pihak yang mendukung terlaksananya seminar ini.

Kami menyadari bahwa penyelenggaraan seminar ini masih banyak kekurangan baik dalam penyajian acara, pelayanan administrasi maupun keterbatasan fasilitas. Oleh karena itu, kami menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya.

Akhir kata, semoga seminar ini dapat dilanjutkan dalam bentuk kerja sama yang lebih konkrit antara peneliti dan praktisi industri dalam bidang penelitian terapan di masa yang akan datang.

Depok, 7 Juli 2017
Ketua Panitia

Dr. Vika Rizkia, ST.,MT.

DAFTAR ISI

GRADE B

1. PERANCANGAN PRODUK

Rancang Bangun Mesin Sortir Serbuk Kayu Untuk Pembuatan Papan Partikel	1
Rancang Bangun <i>Press Tool Notching</i> Pada Proses Pembuatan Tangkai Bor Biopori	7
Rancang Bangun Alat Pemeras Susu Kedelai Kapasitas 10 Liter	13
Rancang Bangun Modifikasi Alat <i>Bending Roll Plate Strip</i> Dan Plate Siku	22
Rancang Bangun Alat Pengaduk Adonan Sosis	27
Rancangan Bangun Press Tool untuk Plat Dudukan Mata Bor Biopori	34
Rancang Bangun Mesin Pengaduk Serbuk Kayu Untuk Pembuatan Papan Partikel	40
Rancang Bangun Mesin Pemotong Pipa Pada <i>Long-Tail</i> Kapasitas 50 Unit <i>Long-Tail</i> Per Jam.....	46
Rancang Bangun Mesin Pembuat Adonan Untuk Kapasitas 5 Liter Dengan Posisi Vertical.....	56
Rancang Bangun Mesin Pengering Papan Partikel Kayu	63
Rancang Mesin Pemotong Rumput Multifungsi untuk Kebutuhan Perkebunan Karet. .	70
Rancang Bangun Alat Panen Kelapa Sawit	78
Rancang Mekanisasi Mesin <i>Cutting EGR</i> Untuk <i>Plate Comp Egr</i> Di <i>Area Gravity Die</i> <i>Casting</i>	84
Rancang Bangun Mesin <i>Bearing Injector</i> Pipa <i>Long Tail</i> Semi Otomatis.....	91
Rancang Bangun Mesin <i>Feeder</i>	97
Rancang <i>Auto Assy Valve Machine</i> Pada Kepala Silinder Sepeda Motor	104
Rancang Bangun Mesin Pengering Sepatu <i>Portable</i> Anti-Bakteri.....	112
Perancangan <i>Metal Trap</i> Untuk Mencegah <i>Material Stuck</i> Pada <i>Rotary Feeder</i>	118
Rancangan Instalasi Air Bersih Dalam Gedung <i>Power Station</i> Di Bandara	123
Rancang Bangun Air <i>Blaster</i> Pada <i>Bin Weighfeeder</i> Silika Untuk Mengurangi Potensi Deviasi	132
Rancang Bangun Ragum <i>Cross</i> Dengan Variasi <i>Swivel</i> Pada Mesin Bor Pilar	140
Modifikasi <i>Support Sliding Pipeline Jetty</i>	150
Perancangan Mesin <i>Mixer, Press</i> Dan <i>Filler Baglog</i> Untuk Pembuatan Media Tanam Jamur Tiram.....	158
Rancang Bangun Model Turbin Air <i>Cross Flow</i> Yang Memanfaatkan Air Terbuang dari Turbin Propeller.....	166
Perancangan Pencahayaan pada <i>Turbine House</i> Unit 1 PT. Indonesia power PLTU Banten 3 Lontar.....	173
Rancang Bangun <i>Arm Robot 5 Dof</i> Dengan <i>Removable Endeffector</i>	183
Rancang Bangun Simulator Scada Untuk Pengoperasian <i>Boiler</i> Berbahan Bakar Gas Dengan Menggunakan <i>Arduino</i> Dan <i>Labview</i>	192
Rancang Bangun Alat Uji Laju Keausan <i>Wheel</i> Pada <i>Hoist Crane</i> Dengan Beban Maksimum 20 Ton di PT.Genta Buana Tripadu.....	198
Rancang Bangun Jig Pindahan Tiang Penyalur Petir.....	205
Rancang Bangun Alat Bantu Penggantian <i>Brake Pad Tipe Floating Caliper</i> Secara Pneumatic Untuk Meningkatkan Efisiensi.....	213
Rancang Bangun <i>portable Off-Line Oil Filter</i> Dengan Penambahan <i>Water Saturation</i> <i>Sensor</i> Dan Alat Pendingin.....	218

Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Prinsip Reaktor <i>Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket</i>	230
Rancangan Alat Pemisah Minyak Dan Air Pipe CPI (<i>Corrugated Plate Interceptor</i>) Studi Kasus Di PT. PUSTEK.....	239
Rancang Bangun Presstool Jenis <i>Simple Tool Proses Bending 2/3</i> Untuk Mata Bor Biopori	247
Rancang Bangun Mesin Amplas Dan Poles Spesimen Uji Metalografi Labiratorium Mesin.....	254
Rancang Bangun <i>Pipe Inspection Robot</i> Sebagai Alat Bantu Inspeksi Pipa Non Hidrokarbon Ukuran Lebih Dari 12 Inchi di Badak LNG.....	260
Rancang Bangun <i>Press Tool</i> Untuk Penguat Plat Mata Bor Biopori	271
Identifikasi Daftar Kebutuhan Pada Rancang Bangun Mesin Benam Pupuk Otomatis untuk Sistem Tumpang Sari Tanaman Pangan Di Perkebunan Karet	276
2. REKAYASA MATERIAL	
Modifikasi Rangka Gantri Crane	281
Rekayasa Komposit Keramik Karbon Konduktif Gerabah-Pleret	289
Penggantian Bahan Roda Layer Pusher Di <i>Palletizer</i> Pabrik Holcim Cilacap.....	299
Pengaruh Variasi Penambahan Gypsum Sintetis Terhadap <i>Setting Time</i> Pada Semen <i>Smooth Fibre</i>	308
Kajian Teknis <i>Vibro Ripper</i> Di Quarry Pt. Holcim Indonesia Pabrik Tuban.....	314
3. MANUFAKTUR DAN PROSES PRODUKSI	
Rancang Bangun Dies Untuk Membuat Mata Bor Biopori	321
Perancangan Proses Manufaktur Cetakan <i>Mould</i> untuk Produk <i>Money Box</i>	326
Pengaruh Radius Penekukan Dan Tebal Plat Terhadap Kuat Tekan Pada Baja St 60 ..	333
Optimalisasi Desain Saluran <i>Cooling</i> Pada Sistem Injeksi <i>Mould Two Plate</i> Dari Produk Lego Sebagai Studi Kasus	338
4. PERAWATAN DAN PERBAIKAN	
Preventive Maintenance Mesin Injeksi <i>Molding</i> TOYO TM 130 H Series Di PT. X..	346
Analisis Kerusakan Kawat Putus Pada Mesin <i>Wirecut</i> Makino Duo 43 Di Pt. Xx	351
Perencanaan Perawatan Ban Forklift Diesel Jenis Solid Untuk Drive Wheel dan Steering Wheel di PT.X	356
Preventive Maintenance Mesin Fin Forming GSR 11.5d DNTH pada PT X.....	362
Perencanaan Perawatan Preventive Kompresor Sekrup Kaeser BSD 72 di PT.X.....	364
Perencanaan Pemeliharaan Terhadap Clutch And Brake Pada Mesin Press KOMATSU	373
Perencanaan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Mesin Curing Tipe Allwell di PT. X.....	377
Perencanaan Pemeliharaan Pada Mesin Plate Fitting and Tube Expanding.....	383
Perencanaan Perawatan Caterpillar Capstan Pada Line Stranding di PT.X	390
Perencanaan Perawatan pada Mesin Hiline Express di PT. X.....	395
Modifikasi Sistem Kontrol <i>Belt conveyor 22C-BC2</i> Menjadi Terpusat.....	402
Perencanaan Preventive Maintenance Mesin Compression Moulding Di PT. X	411
Alignment pada Perbaikan Pompa Sentrifugal Merek Ebara	418
Proses Perbaikan dan Menyusun SOP Pompa Sentrifugal Merek Ebara	424
Perbaikan dan Instalasi pada Pompa Sentrifugal Merek Ebara	426
Balancing Pada Pernaikan Pompa Sentrifugal Merek Ebara.....	433
Perencanaan Preventive Mesin Dornier Air Jet Weaving PT.XX	441

Preventive Maintenance Mesin Tekuk Plat di PT. X.....	448
Perencanaan Perawatan Unit Forklift RD 5700 Series Di PT X	453
Perencanaan Perawatan dan Perbaikan Terencana Pada Mesin Tire Bench Test di PT.X.....	458
Perencanaan Preventive Maintenance Belt Conveyor di PT. X	468
Penanggulangan Kondensasi pada Pipa Chilled Water Supply dan Chilled Water Return Lantai Mezzanine Margo City Hotel dengan Isolasi Pipa	473
5. KONVERSI ENERGI	
Integrasi LNG dan CNG sebagai Sumber Energi Bersih untuk Infrastruktur Indonesia di Masa Depan	481
Analisis Efektivitas <i>Extra Cooler</i> Sebagai Pendingin Tambahan pada Kompresor Gas di PT. Pertamina EP Asset 3 Tambun Field	482
6. TEKNOLOGI PENGOLAHAN GAS	
.....	
7. PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK	
Analisis Eksperimental Pompa Sentrifugal Sebagai Turbin dan Motor Induksi Sebagai Generator pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro	487
Peningkatan Efektivitas <i>Induced Draft Cooling Tower System</i> dengan Rekayasa Pengkabutan Air.....	492
Analisis Efisiensi Boiler dengan Metode Input – Output dan <i>Heatloss</i>	502
Rancang Bangun Simulator Desalination Plant Jenis <i>Single Stage</i>	509
Analisa Performa Turbin Gas Terhadap Beban Operasi PLTG.....	514
Simulator Perubahan Beban pada <i>Guide Vane</i> PLTA Dengan Menggunakan Kontrol Pneumatik	522
Simulator Sistem Kontrol Pneumatic Berbasis Arduino Pada <i>Guide Vane</i> Turbin Francis.....	531
Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Gas Pada Unit Pembangkitan Muara Karang	539
Analisis Kebocoran Pada <i>High Pressure Turbine Bypass Valve</i>	546
Analisis Faktor Pengaruh Kinerja Kondensor pada PLTGU Muara Karang Blok 2....	554
8. TEKNOLOGI ALAT BERAT DAN OTOMOTIF	
9. HUMANIORA	
Analisis Faktor-faktor Penyebab Tindakan Tidak Aman oleh Tenaga Kontraktor di PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap Periode 2016-2017.....	559
Perancangan Tata Letak Gudang Kantong Semen Menggunakan Metode <i>Class-Based Storage</i> dan <i>Dedicated Storage</i>	569

1 PERANCANGAN PRODUK

RANCANG BANGUN MESIN SORTIR SERBUK KAYU UNTUK PEMBUATAN PAPAN PARTIKEL

**Burhan Magenda, Gatra Aldirana, Muhammad Zainu Azkiya, Muhammad Fadhil Abdullah
Seto Tjahyono**

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin
Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425,
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034, 085881902335.
burhanmagenda@gmail.com

Abstrak

Studi ini adalah Rancang Bangun Mesin Sortir Serbuk Kayu Untuk pembuatan Papan Partikel dengan memanfaatkan serbuk kayu sebagai bahan produksi dalam pembuatan papan partikel. Studi eksperimen ini menggunakan mekanisme gerak maju mundur yang digerakkan oleh motor listrik sebagai penggerak utama yang dihubungkan dengan pulley dan poros engkol dan juga lubang saringan dari 2 plat yang berbeda ketebalan dan ukuran lubang untuk memisahkan serbuk kayu yang berukuran besar maupun kecil.

Studi dimulai dengan melakukan studi pustaka mengenai mesin sortir yang meliputi desain mesin dan motor penggeraknya, mekanisme kerja mesin, dan kemampuan kapasitas mesin yang dibutuhkan melalui referensi jurnal-jurnal yang ada. Selanjutnya melakukan observasi terhadap industri kecil dan menengah yang berhubungan dengan pengolahan serbuk kayu dan melakukan kerja sama dengan pemilik usaha pengolahan kayu. Lalu melakukan analisis terhadap hasil observasi untuk rencana awal rancang bangun mesin sortir. Serta tahap yang terakhir ialah membuat konsep rancangan, menentukan spesifikasi mesin sortir, melakukan perancangan dan pembangunan mesin di workshop mesin PNJ.

Observasi studi yang telah dilakukan mendapatkan data yaitu serbuk kayu yang tersedia di industri pengolahan serbuk kayu terbagi menjadi beberapa ukuran yaitu flakes atau serpihan kayu dengan ukuran tebal 0,2-0,4 mm dan panjang sekitar 25-100 mm, chips atau serpihan kayu paling kecil dengan dimensi sebesar 10-30mm, shaving yang berupa serbuk-serbuk halus sisa hasil pemotongan kayu oleh gergaji, dan wol kayu yang berbentuk panjang, tipis, dan menggulung. Melalui observasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa papan partikel yang dihasilkan terbagi menjadi beberapa tipe sesuai dengan tingkat kerapatan dan ukuran dari serbuk kayu.

Kata kunci: Rancang Bangun, Mesin sortir Serbuk Kayu, Papan Partikel

Abstract

The study engineering is designed machine shifter sawdust for the manufacture of particle board by making use of sawdust as an ingredient of the production in the manufacture of particle board. Study this experiment use mechanism motion back and forth driven by induction motor as a prime mover associated with pulley and the crankshaft and also a hole a sieve of 2 plate that different thickness and size holes to separate sawdust and its size of large and small.

Study begins with do the literature study on machine sortir which includes design machines and motor backend , working mechanism machine, and capacity capability engine required through reference journals that is. Next conducting observations on the industry small and medium relating to processing sawdust and work together with business owners wood processing .And do the results of the observation to initial plan designed wake up machine shifter. And a stage last is make the concept of design , to determine channel machine shifter, do design and development machine in workshop machine PNJ.

Observation studies have done get the code that is sawdust that is available in the processing industries sawdust divided into some measure of namely flakes or slat of wood to the size of a thick 0,2-0,4 mm and length of about 25-100 mm, chips or a slat of wood least as to dimensions 10-30 mm as much as, shaving in the form of dusts smooth the rest of the results of cutting wood by a saw , and wool wood that is shaped long , thin , and roll .Through the observation , we can conclude that a board particles that results are subdivided into several type in line with the rate the density and size of sawdust .

Keywords: Designed Machine, Machine Shifter Sawdust, Particle Board

1.1 Pendahuluan

1.1.1 Latar Belakang

Pemanfaatan kayu hasil hutan Indonesia untuk konsumsi dalam negeri salah satunya sebagai bahan baku mebel atau furnitur. Dari pengolahan kayu dalam industri furnitur tersebut dihasilkan limbah serbuk gergaji kayu yang cukup banyak. Serbuk gergaji kayu yang dihasilkan dari limbah penggergajian kayu biasanya sebagian besar dibuang dan dibakar. Namun, seiring kepedulian dan kreativitas masyarakat, serbuk gergaji kayu dapat dijadikan suatu usaha mandiri yang menguntungkan. Usaha mandiri pemanfaatan serbuk gergaji kayu yang memiliki potensi pasar yang cukup besar ialah usaha pembuatan boneka horta, budidaya jamur tiram dengan media serbuk kayu, pembuatan papan partikel, dan obat nyamuk bakar. Dalam prosesnya, dibutuhkan proses pengayakan untuk memisahkan antara serbuk yang akan dimanfaatkan dengan potongan – potongan kasar yang tidak terpakai, selain itu proses pengayakan juga berfungsi untuk mendapatkan butiran-butiran serbuk gergaji yang memiliki tingkat kerapatan tertentu.

Dalam kasus ini pengayakan limbah serbuk kayu ditujukan untuk pembuatan papan partikel. Papan partikel merupakan salah satu ragam dari kayu hasil fabrikasi. Papan ini terbuat dari campuran serbuk kayu dengan zat perekat yang dicetak memakai mesin pres mejadi lembaran-lembaran dengan tingkat ketebalan tertentu. Untuk menghasilkan papan partikel dengan kualitas baik tergantung dari tekstur/ukuran serbuk kayu yang digunakan. Proses sortir atau pengayakan untuk memisahkan serbuk kayu dengan beberapa tingkat kehalusan yang nantinya akan berpengaruh pada kualitas papan partikel yang diinginkan.

Sejauh ini, proses pengayakan masih dilakukan secara manual dengan ayakan sederhana yang digoyangkan dengan tangan sehingga membutuhkan waktu yang lama dan masih menggunakan tenaga manusia untuk menggoyangkan pengayak. Selain itu hasil yang didapat dari hasil pengayakan juga cenderung tidak merata, karena media ayakan yang digunakan sangat sederhana. Untuk itu diharapkan Rancang Bangun Mesin Sortir Serbuk Kayu ini dapat menjawab semua permasalahan yang dihadapi dalam pengayakan limbah serbuk kayu untuk mendapatkan hasil dengan ukuran yang sama rata dan tidak lagi menggunakan tenaga manusia. Tujuan dari penelitian ini ialah merancang bangun mesin sortir serbuk kayu dengan bobot yang ringan, sistem transmisi menggunakan poros eksentrik dan pegas tarik, menghasilkan keluaran berupa serbuk kayu dengan ukuran yang sama, dan juga memiliki dimensi yang ringkas dari mesin yang ada di pasaran sehingga mudah untuk dipindahkan dan digunakan di home industry.

1.2 Metode Penelitian

Subjek yang akan diteliti ialah mesin sortir serbuk kayu dengan objek partikel-partikel serbuk kayu yang mempunyai berbagai macam ukuran. Dengan penelitian ini, penulis akan merancang bangun sebuah mesin sortir serbuk kayu dengan menggunakan motor AC ½ HP yang ditransmisikan melalui pulley ke poros transmisi yang akan menggerakkan poros eksentrik. Teknik pengambilan sampel ialah dengan survey ke home industry yang membuat papan partikel, dengan survey akan didapatkan ukuran-ukuran serbuk kayu yang digunakan untuk pembuatan papan partikel.

1.3 Hasil dan Pembahasan

a. Papan Partikel

Papan partikel adalah papan buatan yang terbuat dari serbuk kayu dengan bantuan perekat sintesis kemudian mengalami kempa panas sehingga memiliki sifat seperti kayu, tahan api dan merupakan bahan isolasi serta bahan akustik yang baik (Dumanauw, 1993). Menurut Badan Standar Nasional (1996) papan partikel adalah produk kayu yang dihasilkan dari pengempaan panas antara campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik serta bahan perekat lainnya yang dibuat dengan cara pengempaan mendarat dengan dua lempeng datar.

b. Sortir

Sortir adalah memilih (yang diperlukan dan mengeluarkan yang tidak diperlukan dan sebagainya); memilih-milih; memilah (barang dan sebagainya) (*Kamus Besar Bahasa Indonesia*).

c. Mesin Sortir Serbuk Kayu

Memilih dan memisahkan jenis dan ukuran serbuk kayu menggunakan sistem sortir atau diayak oleh papan penyaring sehingga didapatkan serbuk kayu yang ukurannya sesuai untuk pembuatan papan partikel.

d. Perencanaan Mesin

Dalam perancangan mesin sortir serbuk kayu ini, kami menggunakan teori-teori yang dijadikan sebagai dasar dalam proses perancangan. Beberapa teori dasar yang digunakan adalah seperti teori teori dasar elemen mesin di antaranya adalah:

1. Daya (Motor Listrik)
2. RPM (Motor Listrik)
3. Pasak
4. Sistem Transmisi (Puli)
5. Poros Transmisi
6. Poros Eksenrik
7. Pegas Tarik
8. Sambungan Las dan Mur Baut

Perancangan dan pembuatan dari mesin sortir serbuk kayu ini terbagi dari beberapa sistem komponen utama, yaitu motor listrik sebagai penggerak utama mekanis sistem, terletak menempel pada konstruksi. Papan tingkat pengayakan dihubungkan dengan Pegas Tarik dan batang pendorong. Adapun menggunakan komponen tambahan yaitu pulley, belt, poros dan bearing untuk dihubungkan ke motor listrik bilamana posisi motor tidak langsung berhubungan dengan papan tingkat pengayakan.

Proses utama pada pengayakan adalah pemisahan serbuk kayu dengan ukuran tertentu oleh papan lubang (penyaring) melalui mekanisme sliding pada papan tingkat pengayakan yang di akibatkan oleh torsi yang dihasilkan oleh motor listrik. Serbuk kayu diarahkan sesuai kemiringan papan tingkat pengayakan ke tempat penampungan.

Konsep Rancangan

• **Konsep 1**

Pada konsep ini terdiri dari beberapa komponen : Motor listrik, Pulley, Belt, Poros, Engkol , Plat lubang (penyaring), Plat penadah,dan kontruksi dudukan mesin.



Gambar 2, Desain Konsep 1

Cara kerjanya : motor menggerakkan pulley diteruskan ke poros dan engkol yang terhubung dengan papan ayakan menyebabkan gerak pengayakan maju – mundur. Hasil serbuk kayu didorong keluar menuju tempat penadah.

- **Konsep 2**

Pada konsep ini terdiri dari beberapa komponen : Motor listrik, Pulley, Pegas ,Plat lubang (penyaring), Plat penadah,dan kontruksi dudukan mesin



Gambar 3. Desain Konsep 2

Cara kerjanya : motor menempel pada papan tingkat pengayakan berputar menghasilkan torsi yang menyebabkan adanya getaran pada papan tingkat pengayakan sehingga terjadi proses penyaringan serbuk karena serbuk kayu bergetar mengikuti arah getaran motor dipengaruhi juga oleh pegas dan kemiringan papan tingkat pengayakan terhadap kontruksi dudukan mesin.

- **Konsep 3**

Pada konsep ini terdiri dari beberapa komponen : Motor listrik, Pulley, Pegas Tarik, Poros Eksentrik ,Plat lubang (penyaring), Hopper,dan konstruksi dudukan mesin.



Gambar 4. Desain Konsep 3

Cara kerjanya : motor menggerakkan pulley dan menggerakkan poros eksentrik, lalu poros eksentrik akan mendorong batang yang terhubung dengan papan ayakan sehingga menyebabkan apa bergerak maju, gerak mundur papan ditarik oleh pegas tarik saat batang penghubung papa ayakan sudah tidak tersentuh oleh poros eksentrik.

Spesifikasi yang diharapkan

Spesifikasi yang diharapkan oleh penulis yaitu :

1. Sumber Penggerak Motor Listrik Arus Bolak-balik (AC) dengan daya < 1 HP.

- a. Mencari Daya (P)

$$P = \frac{1}{2} HP \quad \text{AC (1 HP = 745,7 W) \dots\dots\dots [Persamaan.1]}$$

$$P = \omega \cdot T$$

$$\text{Dimana } \omega = n \cdot \frac{2\pi}{60} \text{ rad/s \dots\dots\dots [Persamaan.2]}$$

- b. Mencari Torsi (T)

$$T = \frac{P}{\omega} = \frac{60 \cdot P (\eta \cdot f_e)}{2 \pi n} \dots\dots\dots [Persamaan.3]$$

$$\text{Dimana : } \eta = \frac{P_{output}}{P} \times 100\%$$

Keterangan :

P : Daya (W)

ω : Kecepatan Sudut (rad/s)

η : Efisiensi

f_e : Faktor Koneksi transmisi belt = 1

2. Dimensi (PxLxT) : 1,2 x 0,6 x 0,8 [m].
3. Kapasitas mesin : 1 karung sedang per siklus atau 2 kg per siklus.
4. Mekanisme kerja : Transmisi Puli, pasak, sabuk, Poros eksentrik, poros transmisi, dan pegas tarik.

- a. Puli

Mecari diameter puli (D_2)

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$D_2 = \frac{N_1 \cdot D_1}{N_2} \dots\dots\dots [Persamaan.4]$$

Keterangan :

D_1 = Diameter penggerak (mm)

D_2 = Diameter puli yang akan digerakkan (mm)

N_1 = Putaran Motor = 1400 rpm

N_2 = Putaran poros = 250 rpm

- b. Pasak

$$F = \frac{2T}{D} \dots\dots\dots [Persamaan.5]$$

Keterangan ;

T = Nilai Torsi (Nm)

D = Diameter Puli (mm)

- c. Poros

Dalam perancangan poros perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kekuatan poros
2. Kekakuan poros
3. Putaran kritis
4. Material poros

d. Pegas
 $F = k \cdot \Delta X$

Keterangan :

F = Gaya yang dialami pegas (N)

K = Konstanta pegas

ΔX = perubahan panjang (mm)

5. Ayakan bagian atas dapat bongkar pasang sehingga pengguna dapat menyesuaikan ukuran material yang didapatkan dari hasil ayakan.

Bahan Utama

Tabel 1. Bahan Utama

No	Nama Bahan	Satuan	Jumlah
1	Besi siku	6 Meter	1
2	Besi Hollow	6 Meter	3
3	Motor AC	Pcs	1
4	Wire Mess	Meter	Disesuaikan
5	Poros	Pcs	3
6	Baut	Kg	Disesuaikan
7	Plat	Lembar	4
8	Bearing	Pcs	8
9	Pegas Tarik	Pcs	2

1.3 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan maka dapat diambil kesimpulan yaitu :

1. Diharapkan mesin sortir serbuk kayu
2. Prinsip kerja dari mesin ini adalah dengan memanfaatkan motor listrik sebagai sumber tenaga yang diteruskan ke puli dengan transmisi sabuk, lalu diteruskan ke putaran poros yang terpasang eksentrik pada piringan engkol yang terhubung dengan batang yang akan menggerakkan ayakan untuk bergerak maju, sedangkan mundurnya ayakan disebabkan oleh pegas tarik.
3. Mesin sortir serbuk kayu ini bisa bongkar pasang pada bagian ayakannya sehingga dapat digunakan untuk mengayak material serbuk kayu sesuai kebutuhan pemakai.

1.4 Daftar Pustaka

- [1] Aden Wahyu. (2013). *Jurnal riset daerah Perancangan Mesin Pengayak Serbuk Gergaji Kayu edisi khusus tahun 2013*
- [2] Greenomics Indonesia. (2004). *Industri Pengolahan Kayu: Evolusi Terhadap Mekanisme Perizinan, Kewenangan, dan Pembinaan Terhadap Industri Pengolahan Kayu*. Kertas Kerja No 08. Jakarta: ICW.
- [3] Anonim. "Reference Tables, Hardness Conversion Table – Brinell, Rockwell". <http://www.engineershandbook.com/Tables/hardness.htm>, 21 Mei 2013.
- [4] Arman Hakim Nasution. *Manajemen Industri*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2006.
- [5] Jarwo Puspito. "Perancangan Alat dan Permesinan Bersinergi dengan Karya Ilmiah Proyek Akhir". Edisi 01. *Diktat Kuliah*. Jurusan PT. Mesin-FT UNY, 2009.
- [6] Niemann, G. *Elemen Mesin*. Edisi kedua. Jilid 1. Penerjemah: Anton Budiman dan Bambang Priambodo. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1994.
- [7] Khurmi, R.S., Gupta, J.K. 2005. *A Textbook Of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.

RANCANG BANGUN PRESS TOOL NOTCHING PADA PROSES PEMBUATAN TANGKAI BOR BIOPORI

Agustian Dwi Nugroho¹, Esti Handayani¹, Hendry Wiso Kartiko¹, Sutiyadi¹, Hamdi¹, Mochammad Syarif Hasyim²

¹Teknik Mesin, Teknik Mesin Produksi

²BBPLK Bekasi

Abstrak

Pada proses pembuatan bor biopori, pada umumnya menggunakan tangkai yang berbentuk pipa silindris yang saling bersambungan, yang dibuat dengan proses machining dengan menggunakan toolpost pada mesin bubut dan diletakkan spindel didalamnya. Dengan demikian pembuatan bor biopori menjadi mahal dan sulit untuk pengerjaannya. Melihat dari sulitnya pengerjaan dan disertai adanya pengerjaan lanjut, maka penulis membuat tangkai bor biopori menggunakan besi hollow yang lebih murah dan pengerjaannya lebih mudah daripada pipa silindris.

Untuk membuang sebagian (notching) dari hollow sebagai dudukan gagang pemegang yang berbentuk setengah lingkaran. Maka penulis membuat press tool untuk melakukan proses notching tersebut sehingga pengerjaan notching menjadi lebih cepat dan mudah. Dengan demikian pembuatan bor biopori menjadi lebih murah dan proses pengerjaan sambungan las antara gagang dan tangkai menjadi lebih mudah.

Press tool ini menggunakan dongkrak hidrolik sebagai sumber tenaga penekan. Elemen potong dari press tool akan dibuat sesuai dengan dimensi pipa silindris yang menjadi gagang pemegang bor biopori. Maka produk yang dihasilkan dari press tool ini seragam dan memiliki kualitas yang baik.

Kata kunci: tangkai bor biopori, press tool, hollow (square)

Abstract

In the process of making biopori drill, generally used a spindle in the form of interlocking cylindrical pipe, which is made by machining process by using tool post on the lathe and placed spindle inside. Then making biopori drill becomes expensive and difficult to work on. As we see from the difficulty of processed, the authors make the stem of biopori using hollow iron which is cheaper and its work easier than the cylindrical pipe.

To remove (notching) from the hollow as a holder of a semi-circular holder handle. So the authors make a press tool for doing the notching process. so that notching work becomes faster and easier. Then the making of biopori drill becomes cheaper and the process of welding joints between the handle and the stem becomes easier.

This press tool uses a hydraulic jack as a source of suppressor. The cut-off element of the press tool will be made by according to the dimension of the cylindrical pipe which becomes the handle of the biopori drill holder. Then the products from this press tool are identical and have good quality.

Keywords: handle of drill biopory, press tool, hollow (square)

I. PENDAHULUAN

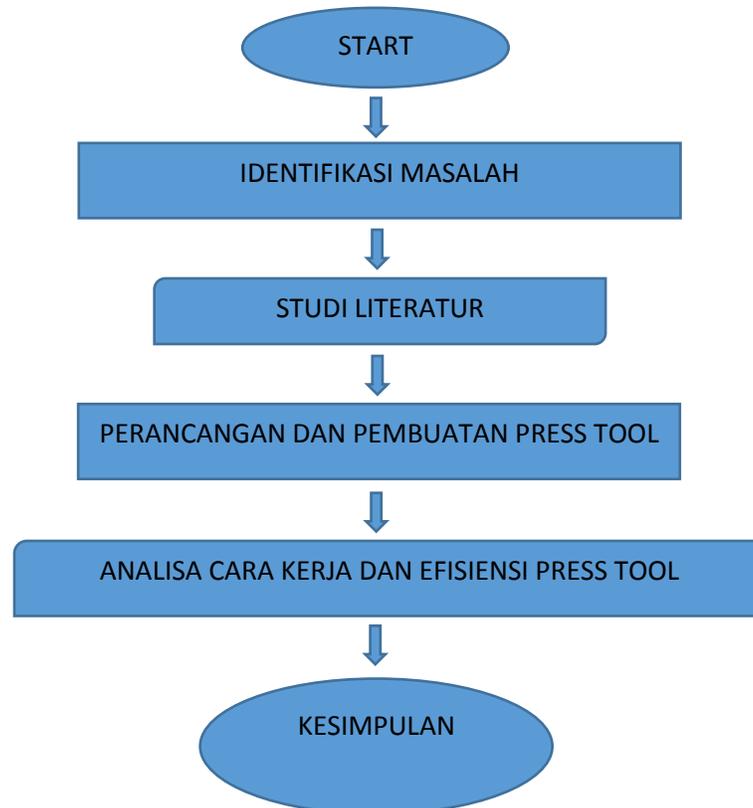
Lubang resapan Biopori adalah lubang vertikal kedalam tanah sebagai metode peresapan air untuk mengurangi genangan air hujan, dan meningkatkan daya resap tanah terhadap air hujan agar tidak timbul genangan. Lubang biopori ini dibuat dengan menggunakan bor biopori.

Bor biopori merupakan alat yang digunakan untuk membuat lubang vertikal yang lebarnya sesuai dengan standar pembuatan lubang biopori. Bor biopori ini terdiri dari holder atas, gagang/Hub, dan pisau spiral yang dilengkapi dengan rangka pemegang.

Pada proses pembuatan bor biopori biasanya gagang/hub yang digunakan merupakan besi silinder (pipa) yang disatukan dengan holder atas. Pada kali ini penulis akan memasang gagang/hub tersebut dengan menggunakan besi hollow yang akan disatukan dengan holder atas. Besi hollow yang berbentuk kotak sulit untuk disatukan dengan pipa besi holder, dapat dibuat menggunakan wire cut tapi itu hanya memakan biaya dan waktu yang lama. Maka dari itu kami membuat press tool untuk mempermudah pembuatan bentuk radius dalam penyambungan besi hollow dengan holder atas yang berbentuk silinder agar lebih efektif dan efisien dalam pembuatan bor biopori modifikasi tersebut.

Penelitian ini bertujuan merancang press tool untuk mempermudah pembuatan bentuk radius pengelasan dalam penyambungan tangkai/hub dengan gagang/holder atas. Serta produksi bor biopori ini dapat berlangsung secara efektif dan efisien.

II. METODE PENELITIAN



- a. **Identifikasi Masalah**
Identifikasi masalah dilakukan pengamatan langsung yang melibatkan pembuatan tangkai bor biopori yang berbentuk pipa, lalu diganti menjadi bentuk hollow agar lebih mudah dalam pembuatannya. Adapun masalah yang ditimbulkan yaitu pembuatan bentuk setengah lingkaran agar besi hollow bisa masuk kedalam gagang bor biopori.
- b. **Studi Literatur**
Menggunakan referensi pustaka yang sesuai dan efektif agar pembuatan alat dapat lebih tepat guna serta lebih efisien. Terdiri dari perhitungan dan pemilihan bahan.
- c. **Perancangan dan Pembuatan Press Tool**
Dalam proses perancangan terdapat proses penggambaran gambar kerja yang bertujuan untuk memudahkan dan mengefektifkan kerja dalam pembuatan Press Tool, umumnya menentukan ukuran-ukuran yang dibutuhkan, pemilihan bahan, dan penentuan jumlah komponen pendukung. Dalam proses pembuatan terdiri dari berbagaimacam proses yaitu proses rancang bangun yang sesuai dengan gambar kerja, proses permesinan yang terdiri dari proses milling, wirecut, hardening, dan finishing. Setelah proses permesinan dilakukan maka akan dilakukan proses perakitan press tool, hingga press tool siap dilakukan pengujian.
- d. **Analisis Cara kerja dan Efisiensi Press Tool**
Analisis cara kerja merupakan langkah untuk mengetahui bekerjanya alat sesuai dengan keinginan atau tidak, Karena jika tidak berfungsi secara maksimal maka harus dianalisa lagi bagian mana yang kurang tepat dalam perancangan atau perakitannya, dan diperbaiki agar kembali dapat berfungsi secara maksimal. Adapun Parameter yang diamati pada saat pengujian alat yaitu Fungsi masing-masing komponen, Uji karakteristik bahan, Uji ketahanan alat terhadap bahan uji, efisiensi dan keefektifan alat.
- e. **Kesimpulan dan Saran**
Langkah ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan hasil analisis dan pengujian alat. Selain itu terdapat saran yang ditujukan baik untuk penulis, masyarakat, maupun untuk penelitian selanjutnya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

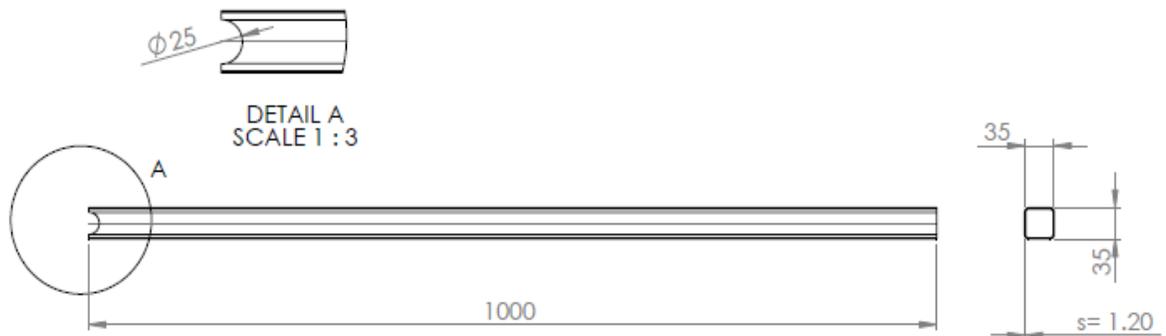
Hasil dari penelitian tentang rancang bangun press tool notching dalam proses pembuatan tangkai bor biopori adalah gambar kerja dan perhitungan dari pembuatan press tool. Berikut penulis lampirkan.

1. Rancangan Perhitungan Dies

Hal pertama dalam perancangan dan perencanaan pembuatan dies adalah menghitung luasan potong dan gaya potong yang akan terjadi pada benda pada proses pemotongan (press tool)

Perencanaan luasan potong, menurut dimensi beda yang akan dipotong adalah sebagai berikut

Luas Potong :



$$l = \frac{1}{2} \pi D \quad \text{[Persamaan 1]}$$

$$l = \frac{1}{2} \pi 25 = 39,26990817 \text{ mm}$$

$$S = l \times s = 39,26990817 \times 1,2 = 47,1238898 \text{ mm}^2$$

Keterangan :

l : Keliling Benda

s : Tebal Plat

S : Luas Potong Benda

Setelah di dapat luasan benda yang akan di potong selanjutnya menghitung gaya potong yang terjadi pada benda, agar tonase hidrolik dapat diketahui.

Gaya Potong :

$$F = S \times \tau_{\beta} \quad \text{[Persamaan 2]}$$

$$F = 47,1238898 \times 370(0,75) = 13.076,87942 \text{ N} \approx 20 \text{ kN}$$

Keterangan : Tegangan Potong untuk material baja st 37 adalah 310 N/mm^2

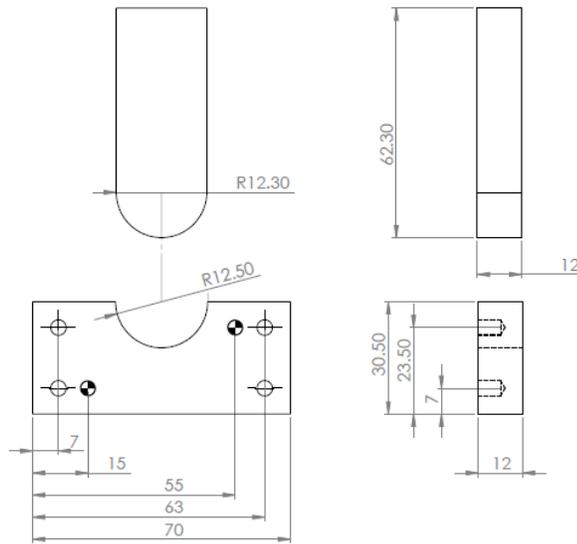
Gaya minimum untuk pemotongan benda ini adalah 30kN

F : Gaya Potong (Newton)

S : Luas Potong Benda (mm^2)

τ_{β} : Tegangan Potong (N/mm^2)

Perhitungan Clearance :



$$US = c \times s \times \sqrt{\tau g}$$

[Persamaan 3]

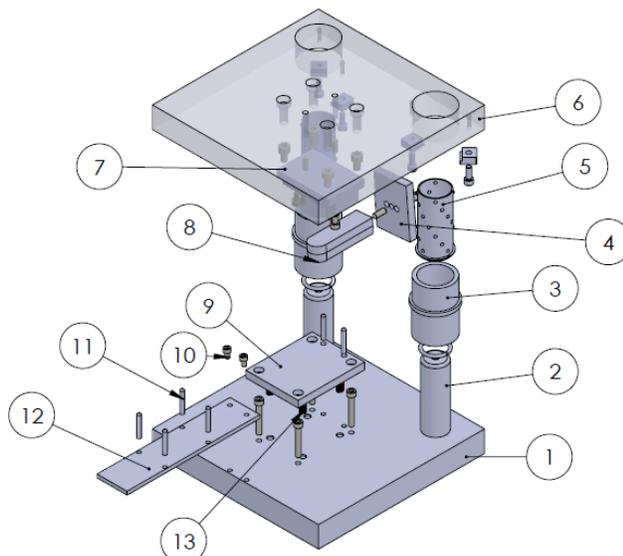
$$US = 0,01 \times 1,2 \times \sqrt{0,75 \times 370} = 0,19989 \text{ mm}$$

Ket : US : Clearance
C : Faktor Kerja
s : Tebal Plat
 τg : Tegangan Geser

2. Lokasi Pembuatan

Pembuatan Press Tool ini dilakukan dengan menggunakan Wire Cut di Workshop

3. Gambar Rancangan Press Tool



NO	PART NAME
1	BOTTOM DIES PLATE
2	GUIDE PILAR
3	GUIDE BUSHING
4	PUNCH HOLDER
5	GUIDE BALL BUSHING
6	UPPER DIES PLATE
7	DIE AND DIE PLATE
8	PUNCH
9	STRIPPER
10	BOLT
11	DOWEL PIN
12	PILOT BASE
13	SPRING STRIPPER

Gambar 1. Rancang Bangun Press Tool Notching

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan:

1. Dari hasil analisis dan pembahasan, maka terdapat kesimpulan yaitu penggunaan besi hollow lebih efektif ketimbang pipa silinder, Karena dalam pembuatannya lebih mudah menentukan setengah lingkaran yang akan dibentuk daripada pipa silinder. Dan dalam pengerjaan lebih lanjut pada bor biopori yaitu proses pengelasan lebih mudah karena besi hollow dilas hanya dengan menggunakan pengelasan horizontal dibandingkan pipa silinder menggunakan pengelasan radial.
2. Pembuatan press tool menjadi cara yang efektif daripada menggunakan endmill yang diletakan pada spindle mesin bubut. Karena press tool hanya meletakan besi hollow pada punch dan tidak memerlukan setting yang rumit. Serta press tool dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja yang disebabkan dengan resiko penggunaan endmill yang diletakan di spindle mesin bubut.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]., Khurmi, R. S, and J. K. Gupta, *A Text Book of Machine Design*, Ram Nagar, New Delhi, India Eurasia Publishing House, 1988.
- [2]., Luchsinger, H. R, *Handbook of Tool Design 2*, Bandung, West Java, Indonesia Polyteknik Mechanic Swiss, 1984.
- [3]., Sachin.G., Yathis.G., and Amar. 2015. Design Analysis and Overview of Press Tool With its Defects and Remedies. Bangladesh: Institute of Technology
- [4]., Altan Taylan. 1998. Metal Forming Handbook. USA: The Ohio State University
- [5]., Teshome, Fissah Biruke., and Degu, Yonas Mitiku. Design of Combined Press Tool for the Manufacturing of Rice Thresher Blade. Ethiopia: Institute of Technology Bahir Dar University
- [6]., Lyman, Taylor, *Metal Handbook vol. 4 Forming 8th Edition*, Metals Park, Ohio, American Society for Metals, 1969.
- [7]., <http://www.wisetool.com/manufacturing/tooldie.htm> (21/3/2017 09:00WIB)
- [8]., <http://tehnikmesinindustri.blogspot.com/2010/09edm-dan-wirecut> (26/3/2017 21:00WIB)
- [9]., <https://id.wikipedia.org/wiki/Baut>

RANCANG BANGUN ALAT PEMERAS SUSU KEDELAI KAPASITAS 10 LITER

Irfan Fajar Pradana¹, Sarwendyo Adi Laksono², Varian Hadi Nata³, Rudi Edial⁴

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru – UI Depok 16425

fajarirfan76@gmail.com

Abstrak

Seiring dengan kemajuan teknologi tepat guna banyak ditemukan alat-alat teknologi yang diciptakan untuk mengolah hasil pertanian, hal ini disebabkan oleh meningkatnya hasil tani sehingga timbulah pemikiran untuk mengolah hasil tani tersebut sebelum dipasarkan, tujuannya tidak lain untuk meringankan dalam pekerjaan. Secara umum kegiatan industri terbagi atas dua jenis, yaitu makro industri dan mikro industri, alat yang akan kami rancang ini nantinya bertujuan untuk membantu kegiatan produksi dalam skala mikro industri atau industri rumahan yakni berupa alat bantu “pemerassusu kedelai dengan kapasitas sepuluh liter”.

Perancangan alat ini mempertimbangkan segi ergonomis dan nilai ekonomis selama pengoperasian. Alat lebih mudah portable karena bisa dilepas pasang tabung penyaringnya agar mudah dibersihkan ketika habis pakai. Dan hasil percobaan pembuatan alat baru memperlihatkan bahwa alat ini lebih nyaman digunakan, efisien, aman serta ekonomis. Beberapa komponen pada alat ini yang langsung bersentuhan dengan hasil menggunakan bahan stainless steel. Alat ini berdimensi tinggi 90cm, panjang maksimal 50cm, dan lebar maksimal 40cm.

Kata kunci : susu kedelai, kedelai, ergonomis, ekonomis

Abstract

Along with the progress of appropriate technology found the tools of technology that was created to cultivate crops, this is caused by the growing crops so there thought to cultivate the produce before it was marketed, another goal is not to relieve in the job. Industrial activity in General is divided into two types, namely industrial macro and micro industry, our design tool that will aim to help future production activities in a micro scale industries or cottage industry i.e. the form tools "extortionist soy milk with a capacity of ten liters".

The design of this tool in terms considering the ergonomic and economical value for the operation. The tool more easily portable due to the removable plug the filter tube so easy to clean when the consumables. And the results of the experiment of making new tools showed that it is more convenient to use, efficient, safe and economical. Some of the components on this tool which directly come into contact with the results of the use of stainless steel. This tool is high-dimensional 90cm, maximum length of 50 cm, and the maximum width of 40 cm.

Keyword : soy milk, soybean, ergonomic, economic

1. LATAR BELAKANG

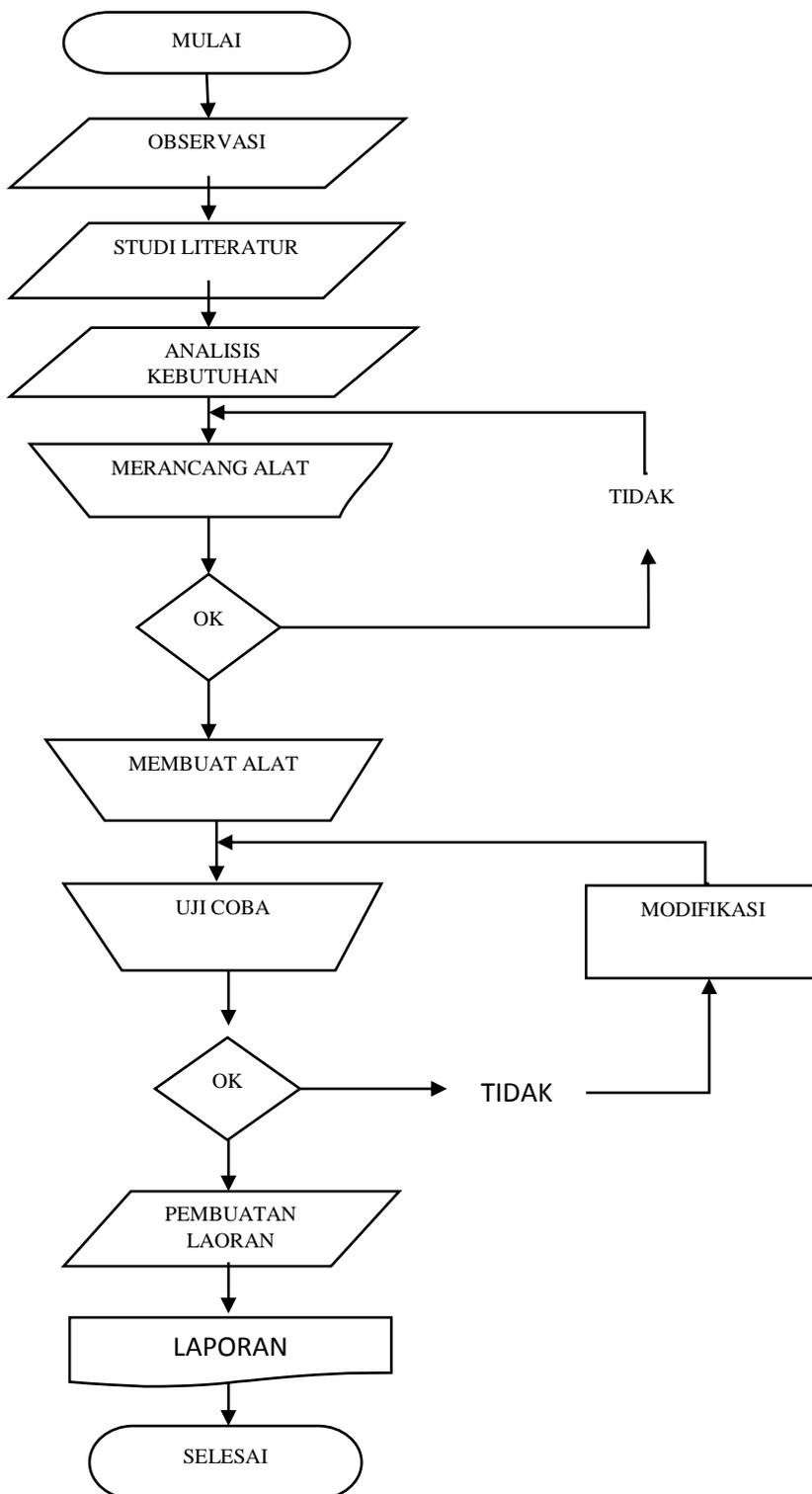
Proses pengolahan biji kedelai menjadi bahan baku makanan biasanya mengalami beberapa proses, pertama biji kedelai digiling menggunakan blender dan batu giling. Hasil dari penggilingan tersebut nantinya akan menghasilkan bubur kedelai, kemudian bubur kedelai tersebut disaring menggunakan kain kasa dan diperas untuk dibuang ampasnya dan menghasilkan sari kedelai.

Proses pemerasan tersebut dilakukan secara manual dengan tangan. Dalam 1 [kg] kedelai yang diperas dengan tangan membutuhkan waktu lebih kurang 4 menit, sari kedelai yang dihasilkan hanya 5 liter, pemerasan dilakukan 7 kali kerja sampai kedelai habis. Oleh karena hal tersebutlah penulis terdorong untuk merancang suatu alat yang dapat memeras dan menyaring kedelai dengan kapasitas muat yang lebih besar yaitu 10 liter kedelai, diharapkan agar dalam proses pemerasan hanya dilakukan satu kali kerja.

Alat ini memiliki beberapa gagasan unggulan dalam rangka meningkatkan efisiensi home industri olah susu kedelai sehingga hasil olahan mereka lebih meningkat. Dengan

pemeras bagian atas yang terbuat dari batang besi silinder pejal berulir dan bagian bawah dibantu dongkrak 2 ton sebagai pemerasnya kemudian tabung penyaring yang bisa dilepas pasang agar mudah dibersihkan atau diganti diharapkan alat yang dibuat lebih ergonomis dan lebih cepat pemerasannya.

2. METODE PENELITIAN



1. Observasi

Langkah observasi dilakukan dengan mengunjungi langsung salah satu tempat pembuatan susu kedelai di alamat Vila Indah Permai Blok E12 No13 Rt002 Rw 036 Kel.Teluk Pucung Kec.Bekasi Utara untuk mengetahui permasalahan yang ada dalam proses pemerasan biji kedelai yang sudah direndam. Ditemukan bahwa dalam satu kali proses pemerasan 1 [kg] kedelai, sari kedelai yang didapat kurang lebih hanya 5 liter dalam waktu 4 menit secara manual dengan menggunakan tangan.

2. Studi literatur

Tahap ini dilakukan guna mencari, mengumpulkan, dan mempelajari alat yang sudah ada sebelumnya. Literatur yang digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah maupun dokumentasi dari internet.

3. Analisis kebutuhan

Dalam merancang alat ini perlu adanya analisis kebutuhan agar alat pemeras kedelai dapat bekerja secara efektif dan efisien. Kebutuhan dari alat ini adalah:

- Kapasitas muat tabung 10 liter
- Mudah digunakan
- Keamanan saat pengoperasian
- Perawatan alat yang mudah dan murah
- Satu kali peras dapat memeras 10 liter bubur kedelai. Sehingga waktu yang diharapkan lebih rendah dari memeras bubur kedelai secara manual dengan tangan

4. Merancang alat pemeras susu kedelai

Dalam proses perancangan terdapat proses penggambaran gambar kerja yang bertujuan supaya informasi yang jelas tersebut bisa diproduksi menjadi sebuah produk nyata dan hasil dari kegiatan perancangan, menentukan pemilihan bahan, ukuran-ukuran yang dibutuhkan, dan jumlah komponen pendukung yang dibutuhkan. Dalam proses pembuatan terdiri dari berbagai macam proses yaitu proses rancang bangun yang sesuai dengan gambar kerja, proses permesinan yang terdiri dari proses pemotongan bahan, pengelasan, drilling, dan finishing. Setelah proses permesinan dilakukan maka akan dilakukan proses perakitan alat pengaduk sosis, hingga siap dilakukan pengujian.

5. Membuat alat pemeras kedelai

Tahap ini merupakan kelanjutan dari tahapan merancang, yakni mewujudkan hasil rancangan ke dalam alat. Tahapan ini merealisasikan apa yang terdapat pada tahapan sebelumnya menjadi sebuah alat yang sesuai dengan apa saja yang telah direncanakan.

6. Uji coba

Dalam tahap ini dilaksanakan setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengujian terhadap kinerja alat apakah sesuai dengan spesifikasi alat yang ditentukan atau tidak. Jika alat beroperasi sesuai dengan keinginan maka alat telah berhasil. Namun jika tidak sesuai, akan dilakukan peninjauan kembali terhadap hal – hal yang salah terhadap alat juga dilakukan modifikasi terhadap alat sampai memenuhi fungsi yang diinginkan.

7. laporan

Setelah alat diuji dan berhasil maka dilanjutkan dengan pembuatan laporan untuk mempertanggungjawabkan mengenai hasil alat yang telah dibuat.

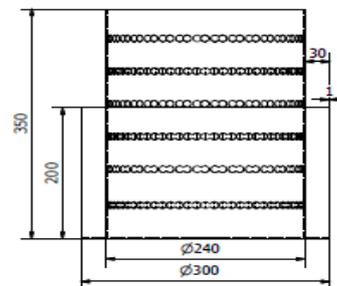
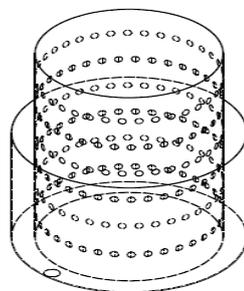
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas realisasi gambar rancangan, perhitungan las pada rangka, perhitungan kekuatan baut, dan uji coba.

3.1 REALISASI GAMBAR RANCANGAN

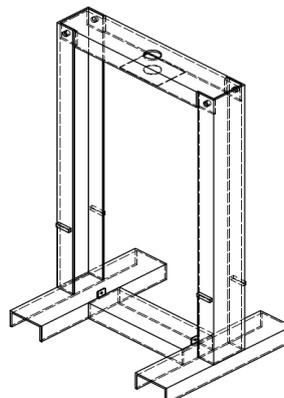
Gambar rancang bangun untuk pemeras susu kedelai ini menggunakan rangka yang terbuat dari jenis besi yang sesuai dengan kebutuhan dan kegunaan. Komponen utama alat ini terdiri dari dua tabung yaitu tabung yang pertama sebagai penyaring dan yang ke dua sebagai penampung, penekan atas, dongkrak dan keran. Berikut gambar 3D dalam bentuk gambar yang dibuat menggunakan software Autodesk Inventor:

- Tabung
Tabung menggunakan bahan *stainless steel* dengan spesifikasi tabung sebagai berikut:



Untuk membuat tabung dibutuhkan plat *stainless steel* dengan ketebalan 1 [mm] dan berjumlah 1 lembar dengan dimensi tabung dalam ($0,942m \times 0,25m$) dan tabung luar ($0,75m \times 0,35m$). Tabung dalam dapat menampung bubur kedelai sekitar 15 liter dan tabung luar 17 liter.

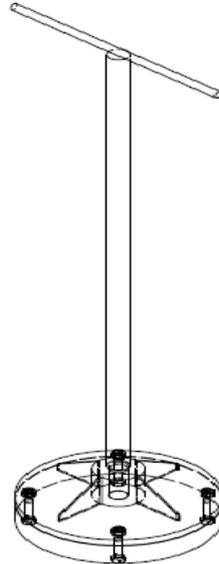
- Rangka
Untuk membuat rangka dibutuhkan bahan besi Canal UNP dimensi 100 x 50 x 5 mm. Berikut adalah konsep rancangan rangka:



Rangka pada alat ini menggunakan besi kanal mild steel st37 UNP 100 agar lebih kokoh untuk menahan tekanan dari pemeras bagian bawah yang menggunakan dongkrak 2 ton.

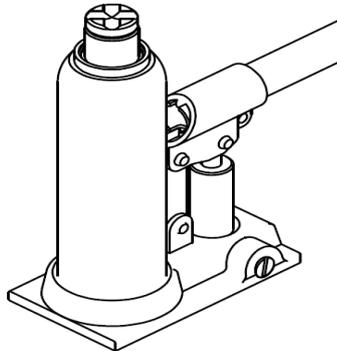
- Penekan atas

Penekan bagian atas ini terbuat dari besi st37 dengan panjang 750 [mm] dibuat ulir persegi untuk menaik turunkan penekan dengan panjang 650 [mm].



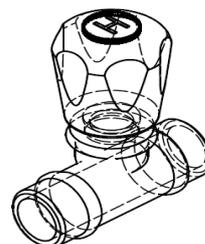
- Dongkrak

Dongkrak yang digunakan berjenis dongkrak botol dengan kapasitas 2 ton, dongkrak ini digunakan untuk alat bantu pemerasan. Dengan kapasitas 2 ton dirasa sangat cukup untuk menekan tabung yang berisi kedelai untuk diperas.

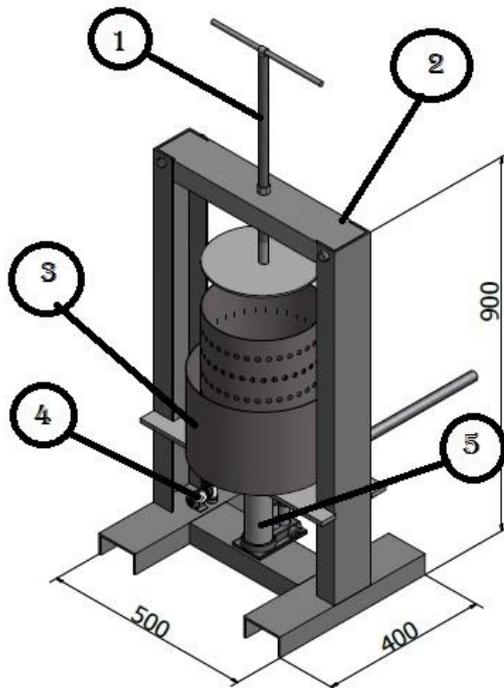


- Keran

Digunakan untuk mengeluarkan sari kedelai yang sudah diperas dan ditampung pada tabung penampung.



Gambar alat keseluruhan



Keterangan gambar :

No	Keterangan
1	Penekan atas
2	Rangka
3	Tabung penampung & penyaring
4	Keran
5	Dongkrak hidrolik

Alat ini berdimensi tinggi 90 cm, panjang maksimal 50cm, lebar maksimal 40cm. Dimensi tersebut disesuaikan dengan ukuran tabung agar tabung dapat masuk. Rencana pengembangan alat ini sebagai berikut :

- Tabung penyaring terbuat dari stainless steel yang aman digunakan untuk makanan.
- Tabung lebih portable karena bisa dilepas pasang pada rangka, agar lebih mudah untuk memasukkan bubur kedelai yang akan diperas.
- Perawatan tabung lebih mudah karena tabung bisa dilepas untuk memudahkan pembersihan.
- Terdapat penekan di bagian atas sebagai pemeras dan dongkrak 2 ton sebagai pemeras bagian bawah, jadi bubur kedelai diperas dari atas dan bawah.
- Tabung penyaring dapat menampung 10 liter bubur kedelai.

3.2 PERHITUNGAN LAS PADA RANGKA

Jenis sambungan las yang digunakan pada alat pemeras susu kedelai ini adalah sambungan T-joint dengan perhitungan sebagai berikut :

Diketahui bahan plat mild steel st37, tegangan tarik ijin = 140kg/mm^2 , panjang plat yang akan di las 51 [mm], 98 [mm], 42 [mm], 44.5 [mm] dan panjang las 6 [mm].

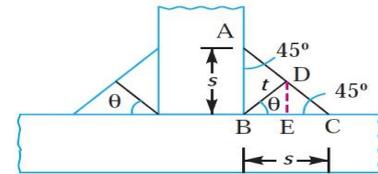
- Tebal las :

$$t = \frac{s}{\cos 45^\circ + \sin 45^\circ}$$

$$t = \frac{6}{\cos 45^\circ + \sin 45^\circ}$$

$$t = 4,23 \text{ mm}$$

Diasumsikan tebal semua bagian yang dilas sama



- Luasan area minimum plat dengan panjang 51 [mm]

$$A = 2t \times l = 2(4,23) \times 51 = 431,46 \text{ [mm]}$$

- Luas area minimum plat dengan panjang 98 [mm]

$$A = 2t \times l = 2(4,23) \times 98 = 829,08 \text{ [mm]}$$

- Luas area minimum plat dengan panjang 42 [mm]

$$A = 2t \times l = 2(4,23) \times 42 = 355,32 \text{ [mm]}$$

- Luas area minimum plat dengan panjang 44.5 [mm]

$$A = 2t \times l = 2(4,23) \times 44,5 = 376,47 \text{ [mm]}$$

- Tegangan geser maksimum untuk plat dengan panjang 51 [mm]

$$\sigma_{max} = \frac{p(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)}{2s \times l} = \frac{1,414p}{2s \times l}$$

$$\sigma_{max} = \frac{p(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)}{2s \times l} = \frac{1,414p}{2(6) \times 51} = 0,002310p$$

- Tegangan geser maksimum untuk plat dengan panjang 98 [mm]

$$\sigma_{max} = \frac{p(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)}{2s \times l} = \frac{1,414p}{2s \times l}$$

$$\sigma_{max} = \frac{p(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)}{2s \times l} = \frac{1,414p}{2(6) \times 98} = 0,001202p$$

- Tegangan geser maksimum untuk plat dengan panjang 42 [mm]

$$\sigma_{max} = \frac{p(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)}{2s \times l} = \frac{1,414p}{2s \times l}$$

$$\sigma_{max} = \frac{p(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)}{2s \times l} = \frac{1,414p}{2(6) \times 42} = 0,002805p$$

- Tegangan geser maksimum untuk plat dengan panjang 44.5 [mm]

$$\sigma_{max} = \frac{p(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)}{2s \times l} = \frac{1,414p}{2s \times l}$$

$$\sigma_{max} = \frac{p(\cos 45^\circ + \sin 45^\circ)}{2s \times l} = \frac{1,414p}{2(6) \times 44,5} = 0,002647p$$

- Kekuatan tarik maksimum sambungan las plat dengan panjang 51 [mm] double fillet

$$F = 2 \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \sigma_t = 1,414 \times t \times l \times \sigma_t$$

$$= 1,414 \times 4,23 \times 51 \times 1400 = 427059,108 \text{ [kg]}$$

- Kekuatan tarik maksimum sambungan las plat dengan panjang 98 [mm] double fillet

$$F = 2 \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \sigma_t = 1,414 \times t \times l \times \sigma_t$$

$$= 1,414 \times 4,23 \times 98 \times 1400 = 820623,384 \text{ [kg]}$$

- Kekuatan tarik maksimum sambungan las plat dengan panjang 42 [mm] single fillet

$$F = \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \sigma_t = 0,707 \times t \times l \times \sigma_t$$

$$= 0,707 \times 4.23 \times 42 \times 1400 = 175847,868 \text{ [kg]}$$

- Kekuatan tarik maksimum sambungan las plat dengan panjang 44.5 [mm] single fillet

$$F = \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \sigma_t = 0,707 \times t \times l \times \sigma_t$$

$$= 0,707 \times 4.23 \times 44.5 \times 1400 = 186315,003 \text{ [kg]}$$

3.3 PERHITUNGAN KEKUATAN BAUT PADA RANGKA

Diketahui baut yang digunakan yaitu M12 dengan jumlah baut 4. Dan dapat diasumsikan tegangan ijinnya sebesar 37 [kg/mm²]. Dilihat dari tabel daftar ukuran baut standar nilai *dc* adalah 9.858 [mm], Maka kekuatan baut bisa dihitung dengan cara:

$$p = \frac{\pi}{4} \times dc^2 \times x \sigma_t \times n$$

$$p = \frac{\pi}{4} \times 9.858^2 \times 37 \times 4$$

$$= 11290,3724 \text{ kg}$$

Jadi untuk kekuatan baut sebesar **11290,3724 kg**. Bisa dinyatakan aman untuk menahan tekanan dongkrak 2 ton.

3.4 UJI COBA

- Siapkan kacang kedelai yang sebelumnya sudah direndam 2 – 4 jam dan dihaluskan.
- Masukkan bubur kedelai ke dalam tabung penyaring dan lapiasi tabung penyaring dengan kain kasa.
- Kemudian putar handle penekan atas sampai menekan bubur kedelai yang ada pada tabung.
- Setelah penekan atas diputar hingga menekan bubur kedelai lalu dongkrak digerakkan untuk menekan bagian bawah tabung penyaring.
- Seiring dengan ditekannya bubur kedelai dari atas dan bawah maka akan keluar air sari kedelai yang siap untuk direbus.

Uji coba menggunakan kedelai sebanyak 2 [kg] sebagai sampel dan didapatkan hasil yang dimasukkan kedalam tabel sebagai berikut:

No	Input kedelai (yang sudah diblender dan dicampur dengan air)	Output sari kedelai	Waktu untuk memeras
1	1 liter	0,9 liter	30 detik
2	3 liter	2,7 liter	30 detik
3	5 liter	4,5 liter	30 detik
4	5 liter	4,6 liter	33 detik
Jumlah	14 liter	12,7 liter	123 detik

* Pemerasan kedelai sebanyak 2 [kg] membutuhkan waktu kurang dari tiga menit

4. KESIMPULAN

Dalam perancangan ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Penggunaan bahan stainless steel pada tabung lebih aman untuk makanan.
- Alat ini didesain lebih portable karena penyaringnya bisa dilepas pasang.
- Waktu proses yang dihasilkan lebih cepat dibandingkan memeras bubur kedelai dengan tangan.
- Kapasitas tabung penyaring dapat memuat 10 liter bubur kedelai yang akan diperas sehingga dapat memproses bubur kedelai 10 kali lipat dalam 1 kali kerja.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Kami bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan jalan untuk menyelesaikan alat ini. Dan juga kami ucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Khurmi, R. S, and J. K. Gupta, *A Text Book of Machine Design*, Ram Nagar, New Delhi, India Eurasia Publishing House, 1988.

RANCANG BANGUN MODIFIKASI ALAT BENDING ROLL PLATE STRIP DAN PLATE SIKU

Muhammad Jihad N.A, Mohammad Haqqi A.P, David Yoko, Erlangga Muliawan

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Kampus Baru UI Depok, 16424. Indonesia

Tlp. (021) 7270036 Fax. (021) 7270034

BBPLK Bekasi

Abstrak

Rancang bangun modifikasi alat bending roll platestrip dan plate siku merupakan alat bantu untuk membengkokkan sebuah platestrip dan plate siku. Alat ini digunakan untuk PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA untuk divisi boarding bridge atau garbarata. Alat Bending ini digunakan dibagian Rotunda dan Cabin pada garbarata. Alat ini digunakan untuk membengkokkan platestrip dan plate siku membentuk seperti seperempat lingkaran atau sekitar 1.2 m radius sesuai standart yang dipakai untuk garbarata di PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA. Sebelumnya alat ini masih menggunakan cara manual dan kita disini memodifikasi dengan motor listrik agar pekerjaan menjadi ringan dan stopper untuk memberhentikan agar plate itu pas saat dibuat menjadi seperempat lingkaran tersebut. Lalu kita juga menambahkan holder di sisi kiri dan sisi kanan untuk memegang plate strip tersebut yang cukup panjang. Alat ini mempunyai spesifikasi tersendiri untuk perusahaan yaitu seperti benda roll yang bergerak bukan memakai besi melainkan teflon. Teflon disini berguna dikarenakan saat platestrip dibending tidak membuat lecet atau terlihat rusak. Alat ini memiliki keunggulan lebih cepat dibandingkan dari cara manual yang dilakukan, dan alat ini menjadi lebih ringan saat digunakan karena dibantu dengan motor listrik, lalu alat ini hanya membutuhkan 1 pekerja saja, jika sebelumnya membutuhkan 2 atau 3 pekerja.

Kata kunci: Garbarata, Bending Roll, Rotunda, Cabin

Abstract

Modification design a bending roll of strip plate and elbow plate is a tool to bend a strip and elbow plates. This tool will use for PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA at Boarding Bridge Division or Indonesian called is garbarata. The tool is used to bend strip and elbow plates to shape a quarter of circle or approximately 1.2 meters radius according to the standards used for garbarata PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA. Previous tool is still using manual method and we are here to modify the electric motor so that the work becomes lighter and stopper for stop that the plate fitting when made into a quarter of the circle. Then we also add the holder on the left and the right sidesto hold the strip plate long enough. This tool has own specifications for company that such as roll-moving objects not using iron instead teflon. Teflon is useful for when strip plate on bending not make it blisters or look like damaged. This tool also has benefit faster than manual method. And becomes lighter when it is used because with electric motor. So this tool just need 1 worker, if previous needed 2 or 3 workers.

Key words: Garbarata, Bending Roll, Rotunda, Cabin

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri yang semakin lama semakin cepat mendorong perusahaan untuk meningkatkan kinerja supaya tetap bertahan dan berkembang. Agar dapat memenuhi persaingan perusahaan dituntut melakukan perbaikan pada tiap bagian. pada kali ini alat ini digunakan untuk membending suatu plat yang ada di PT BUKAKA TEKNIK UTAMA. Bending merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberi tekanan. Sedangkan proses bending merupakan proses penekukan atau pembengkokkan menggunakan alat bending manual maupun menggunakan mesin bending. Pengerjaan bending biasanya dilakukan pada bahan plat baja karbon rendah untuk menghasilkan suatu produk dari bahan plat.

Roll bending yaitu bending yang biasanya digunakan untuk membentuk silinder, atau bentuk-bentuk lengkung lingkaran dari pelat logam yang disisipkan pada suatu roll yang berputar. Roll tersebut mendorong dan membentuk plat yang berputar secara terus menerus hingga terbentuklah silinder

Sebelumnya PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA menggunakan alat bending roll ini masih dengan menggunakan cara manual dan ada berbagai macam permasalahan seperti lama saat digunakan, sulit membentuk setengah lingkaran yang pas, dan memerlukan dua orang pekerja untuk melakukan hal bending roll ini.

Keunggulan dari alat ini adalah Cepat saat digunakan, Membentuk setengah lingkaran atau seperempat lingkaran dengan stopper, Hanya memerlukan satu orang, Dapat membengkokkan benda sesuai ukuran, Meringankan pekerjaan saat membending

Pembatasan masalah disini saat holder untuk pemegang plat saat dibending masih bi

2. DASAR TEORI

Dasar teori merupakan pembahasan teori-teori yang dipakai dalam melakukan perancangan dan realisasi dari alat yang dibuat. Selain dapat membantu dalam proses perancangan dasar teori juga dapat membantu dalam proses menganalisa kerusakan maupun kesalahan yang terjadi pada alat.

Proses Pembuatan pada alat rancang bangun modifikasi bending roll plat bar (Strip) dan Plat Siku adalah :

Pengelasan

Pengelasan (welding) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu.

Komponen dalam Rancang Bangun Alat Bantu Bending Roll Plat Strip dan Plat Siku.

Motor listrik

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain sebagainya.

Besi

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari - hari. Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26. Besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi.

Rantai Dan Sprocket

Roller chain (rantai) merupakan komponen mesin yang digunakan untuk meneruskan power (daya) dari mesin melalui perputaran sprocket pada saat yang sama. Rantai mengait pada gigi sprocket dan meneruskan daya tanpa slip, jadi menjamin putaran daya yang tetap. Rantai sebagai penerus daya mempunyai keuntungan - keuntungan seperti: mampu meneruskan daya yang besar karena memiliki kekuatan yang besar, memiliki keausan kecil pada bantalan, dan mudah untuk memasangnya. Roller chain juga mempunyai efisiensi yang tinggi sehingga bagus digunakan dalam komponen mesin.

Gear Box

Gearbox merupakan suatu alat khusus yang diperlukan untuk menyesuaikan daya atau torsi (momen/daya) dari motor yang berputar, dan gearbox juga adalah alat pengubah daya dari motor yang berputar menjadi tenaga yang lebih besar. Gearbox atau transmisi adalah salah satu komponen utama motor yang disebut sebagai sistem pemindah tenaga, transmisi berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindel mesin maupun melakukan gerakan feeding

Baut dan Mur

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin, pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai.

Teflon

Bahan dasar teflon atau polytetrafluoroethylene (PTFE) adalah fluorocarbon solid, karena berat molekul senyawa seluruhnya terdiri dari karbon dan fluor

Bearing

Bearing dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Dalam ilmu mekanika bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan

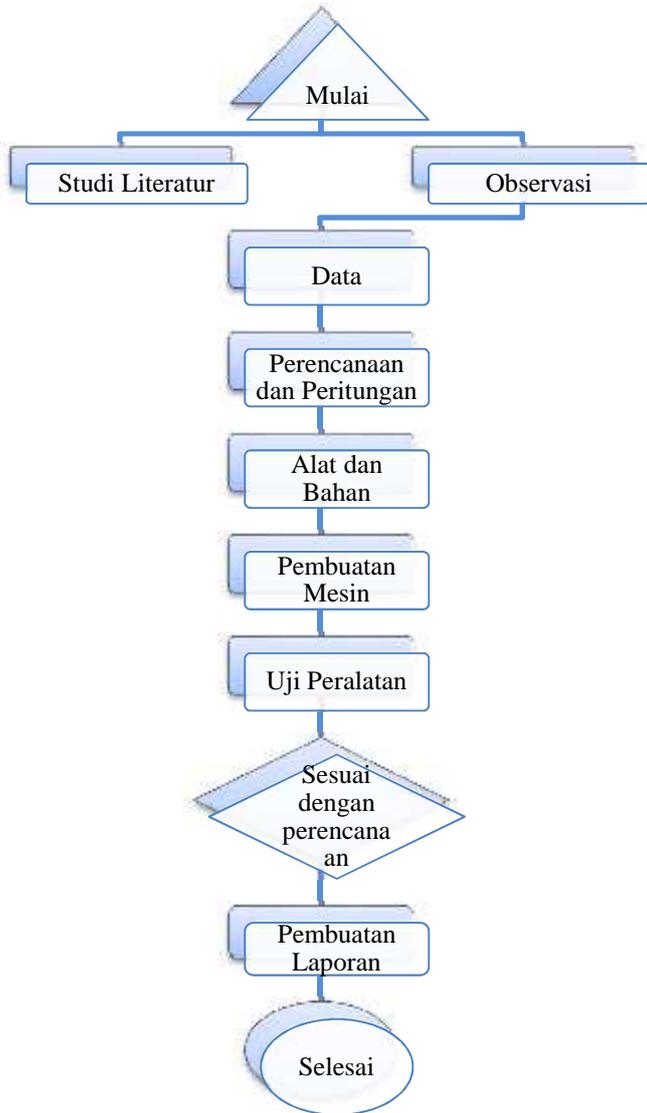
Panel Listrik dan Kabel Listrik

Panel Listrik bedakan menjadi dua, yaitu panel daya dan panel distribusi listrik. Panel distribusi listrik berguna untuk mengalirkan energi listrik dari pusat atau gardu induk step down. Panel daya adalah tempat untuk menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari gardu induk step down kepanel-panel distribusinya.

METODOLOGI

Pada bab ini akan dibahas secara detail mengenai alur sistem pembuatan pada Alat bantu Bending Roll Plat Strip dan Plat Siku ini.

Diagram Alur Pembuatan Rancang Bangun Modifikasi Alat Bending Roll Plat Bar dan Plate Siku.



Tahapan Proses Pembuatan Rancang Bangun Modifikasi Alat Bending Roll Plat Bar dan Plat Siku , Proses dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi atau studi lapangan ini dilakukan dengan survei langsung. Hal ini dilakukan dalam rangka pencarian data yang nantinya dapat menunjang penyelesaian tugas akhir ini.

2. Studi literatur.

Pada studi literatur meliputi proses mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan segala permasalahan mengenai perencanaan alat bending roll. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber antara lain text book, tugas akhir yang berkaitan, juga dari media internet dan survey mengenai komponen-komponen di pasaran.

3. Data lapangan

Dari lapangan didapat data bahwa alat bending roll yang digunakan untuk pembuatan Plate masih menggunakan mekanisme manual, yang relatif membutuhkan waktu yang lama dan tidak safety.

4. Perencanaan dan perhitungan

Perencanaan dan perhitungan ini bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan memperhatikan data yang telah didapat dari studi literatur dan observasi langsung. Rencana mesin

yang akan di rancang ini adalah alat bending roll plate bar dan plate siku untuk pembuatan seperempat lingkaran atau 1200 mm radius.

5. Pembuatan mesin

Dari hasil perhitungan dan perencanaan dapat diketahui spesifikasi dari bahan maupun dimensi dari komponen yang akan diperlukan untuk pembuatan alat. Dari komponen yang diperoleh kemudian dilakukan perakitan untuk membuat alat yang sesuai dengan desain yang telah dibuat.

6. Uji peralatan

Setelah alat selesai dibuat lalu dilakukan pengujian dengan mengoperasikan alat tersebut. Dalam pengujian nanti akan dicatat dan dibandingkan waktu dan juga benda yang dihasilkan melalui proses manual dengan mesin.

7. Pembuatan laporan

Tahap ini merupakan ujung dari pembuatan alat bending roll plate bar dan plate siku, dengan menarik kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas perhitungan transmisi pada Mesin Bending Roll Plat Strip dan Plat Siku. Yaitu menghitung putaran, menghitung Rantai, menghitung Bantalan, dan menghitung poros.

3.1 Perhitungan Putaran

$$n = \frac{K}{\pi d t}$$

dimana : x (panjang Plat) = 190 cm

d (diameter Roller) = 15 cm

t (waktu Sekali Jalan) = 0,5 menit

jadi :

$$n = \frac{1}{3,14 \cdot 15 \cdot 0,5} = 8 \text{ rpm}$$

3.2 Menghitung Kecepatan Transmisi

Diketahui :

Putaran Awal (n1) = 1330 rpm

Setelah di reduksi speed Reducer (n2) = perbandingan speed reducer yaitu 1:50

Setelah direduksi Rantai (n3) = Perbandingan rantai 1 :3

Maka besar n3 adalah

$$N2 = 1330 \times \frac{1}{5} = 26,6 \text{ rpm}$$

$$N3 = 26,6 \times \frac{1}{3} = 8,86 \text{ rpm}$$

3.3 Menghitung Jumlah gigi sprocket besar

Jumlah gigi sprocket kecil direncanakan 16 dan jumlah gigi sprocket besar dapat dicari dengan rumus sebagai berikut : (sumber: SULARSO, 1978 : 200)

$$Nt_2 = Nt_1 \cdot \frac{n_1}{n_2} = 16 \cdot \frac{2}{1} = 32$$

Setela diketahui jumlah gigi sprocket kecil dan besar maka diameter sprocket dapat dicari dengan rumus berikut :

$$D1 = \frac{P}{s \left(\frac{1}{Nt_1} \right)}$$

$$= \frac{1,0}{s \left(\frac{1}{1} \right)} = 97,64$$

$$D2 = \frac{P}{s \left(\frac{1}{Nt_2} \right)}$$

$$= \frac{1,0}{s \left(\frac{1}{3} \right)} = 195,38$$

3.4 Menghitung kecepatan Rantai

$$v = \frac{P \cdot N \cdot n}{6}$$

Dimana : Nt = jumlah gigi sprocket
P = pitch
N = putaran

Maka besar kecepatan rantai adalah :

$$v = \frac{1,0 \cdot 1,2}{6} = 0,13 \text{ m/s}$$

3.5 Mengitung Gaya Gesek

$$F = 10 \text{ kg}$$

$$F_s = F \times \mu$$

$$= 10 \times 0,04 = 0,4 \text{ kg}$$

3.6 Mengitung Torsi

$$T = F_s \times r$$

$$= 0,4 \times 75 \text{ m} = 28 \text{ kgmm}$$

3.7 Mengitung Daya

$$P = \frac{T \cdot n}{5}$$

$$= \frac{2 \cdot 2}{5} = 0,11 \text{ hp}$$

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada bab sebelumnya dapat diperoleh data data dan kesimpulan sebagai berikut.

1. Untuk melakukan perlengkungan pada plat berdiameter 1.2 dibutuhkan daya sebesar 0,5 HP dengan putaran 1330 rpm menjadi 26 rpm dibutuhkan reducer dengan nilai $i = 50$. Dan putaran pada poros roller diketahui sebesar 13 rpm.
2. Mekanisme perlengkungan menggunakan sistem transmisi rantai. Untuk meneruskan putaran dari reducer ke poros Roller. Dan digunakan rantai rol dengan nomer 60.
3. Untuk mengubah putaran reducer 26 rpm menjadi 13 rpm pada poros, maka digunakan sprocket dengan nomer 60 dengan rasio 2. Jumlah gigi besar dan kecil pada sprocket yaitu 16T : 32 T
4. Lama proses pelengkungan plat strip dan plat siku 3 menit

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis sampaikan kepada pihak kampus yang selama ini telah membimbing dan memberikan pengarahan, terutama pada:

1. Bapak Rosidi, ST, MT selaku dosen pendamping
2. Bapak Eri Noviar, selaku dosen pembimbing tugas akhir
3. Bapak DR. Belyamin, M.Sc., B.eng, selaku ketua jurusan Teknik Mesin
4. Bapak Dedi Effendi, Spd selaku Ketua Jurusan Mesin Cevest-Bekasi
5. Seluruh staff dan dosen pengajar jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
6. Seluruh staff dan dosen pengajar konsentrasi Teknik Mesin Produksi Cevest-Bekasi

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberi rahmat dan balasan yang setimpal atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

[1]., Khurmi, R. S, and J. K. Gupta, *A Text Book of Machine Design*, Ram Nagar, New Delhi, India Eurasia Publishing House, 1988.

RANCANG BANGUN ALAT PENGADUK ADONAN SOSIS

*Adnan S. Hakim¹, Yusuf Fasri¹, Muhamad Rahim¹,
Yudho Anggoro¹, Darius Yuhus¹, Dedi Efendi²*

¹Teknik Mesin, Teknik Mesin Produksi

²BBPLK Bekasi

Abstrak

Komponen-komponen yang terdapat pada mesin pengaduk adonan sosis ini adalah motor listrik, puli, sabuk, poros, pisau pengaduk. Alat ini menggunakan satu motor listrik untuk memutar poros yang sudah dipasangkan pisau untuk mengaduk adonan sosis.

Prinsip kerja dari mesin pengaduk adonan sosis ini adalah, bahan adonan sosis dimasukkan kedalam wadah pengaduk. Didalam wadah pengaduk, bahan adonan daging akan tercampur dari putaran lengan atau pisau pengaduk yang digerakkan oleh motor listrik melalui puli dan sabuk kemudian diteruskan ke poros lengan pengaduk hingga kalis dalam jangka waktu tertentu.

Kata Kunci: adonan sosis, mesin pengaduk

Abstract

The components of Sausages Dough Mixer Tool is Electrical motor, pulley, belt, blade mixer, and shaft. This tool use one electrical motor to rotate the shaft already paired with knife mixer to stir the sausages dough.

The working principle of Sausages Dough Mixer Tool is, The sausages dough insert to the mixing storage. In mixing storage, the sausages dough will mixed from rotate of the shaft or blade mixer is driven by electrical motor from pulley and belt. Then passed to the shaft mixer until well mixed within a certain period.

Keywords: Sausages dough, mixer tool

1. PENDAHULUAN

Sosis adalah jenis makanan yang digemari hampir seluruh kalangan masyarakat baik dari anak-anak, remaja, dan dewasa. Para wirausahawan melihat hal ini sebagai sebuah peluang usaha yang menjanjikan oleh karena itu mereka mulai membuat sosis olahan mereka sendiri. Tetapi, sosis yang mereka buat masih menggunakan cara manual untuk mengaduknya yang mengeluarkan tenaga lebih dan tidak efisien dalam hal waktu. Adapun mesin pengaduk adonan sosis yang sudah ada di pasaran memiliki ukuran mesin yang sangat besar, sehingga sulit untuk menggunakannya dan memakan banyak tempat.

Dari permasalahan tersebut mahasiswa mahasiswa terpikir untuk membuat rancang bangun alat pengaduk adonan sosis. Dimana alat ini akan mempermudah wirausahawan dalam mengaduk adonan sosis.

2. METODE PENELITIAN

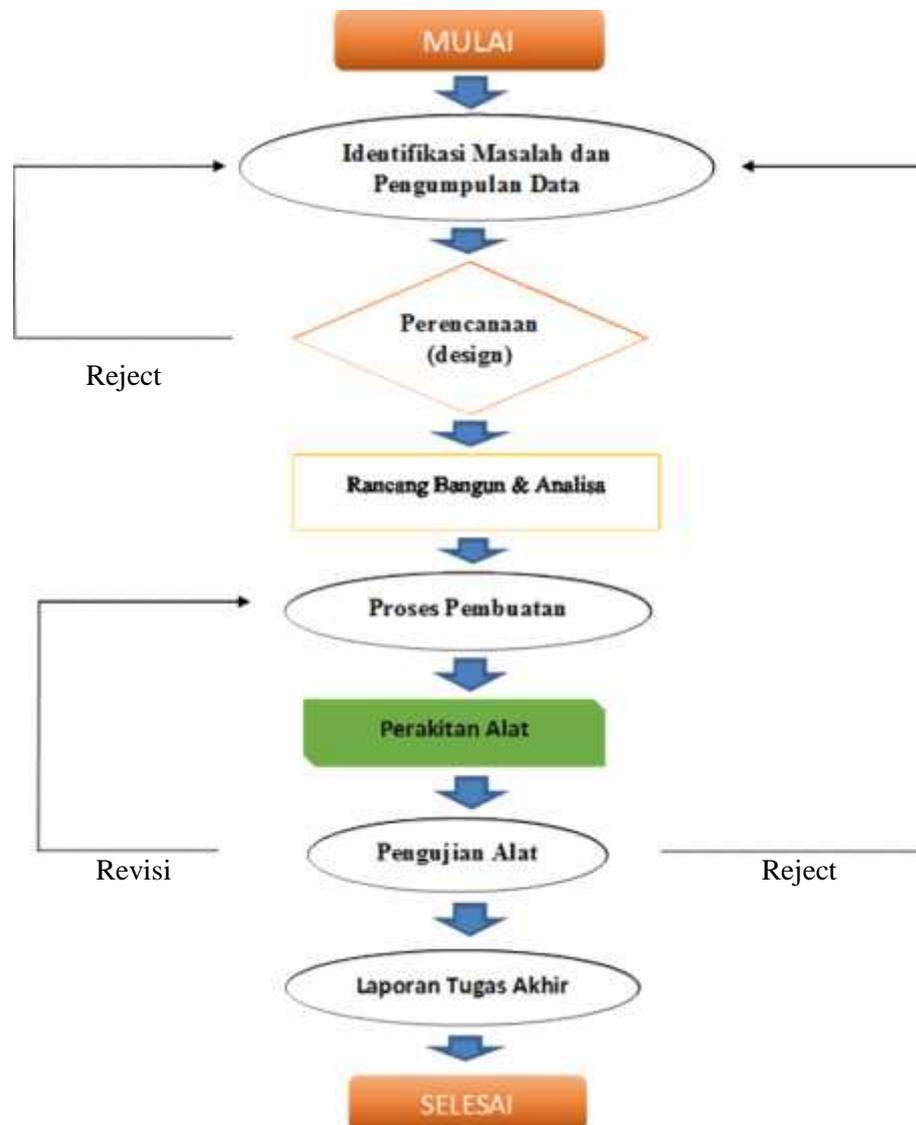


Diagram alur rancang bangun proses pembuatan alat pengaduk adonan sosis

Metode penelitian dan penjelasan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah :

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah melakukan pengamatan langsung yaitu dengan melibatkan pembuatan ukuran yang awalnya berskala besar menjadi lebih kecil dengan kapasitas maksimal 12,5L adonan daging. Hal ini diharapkan memudahkan para wirausahawan yang menggunakan produk kami dapat mengefisiensikan pekerjaan.

b. Studi Literatur

Menggunakan referensi pustaka yang sesuai dan efektif agar pembuatan alat dapat lebih tepat guna serta lebih efisien. Terdiri dari perhitungan dan pemilihan bahan.

c. Pembuatan dan Perancangan Alat Pengaduk Adonan Sosis

Dalam proses perancangan terdapat proses penggambaran gambar kerja yang bertujuan supaya informasi yang jelas tersebut bisa diproduksi menjadi sebuah produk nyata dan hasil dari kegiatan perancangan, menentukan pemilihan bahan, ukuran-ukuran yang dibutuhkan, dan jumlah komponen pendukung yang dibutuhkan. Dalam proses pembuatan terdiri dari berbagaimacam proses yaitu proses rancang bangun yang sesuai dengan gambar kerja, proses permesinan yang terdiri dari proses pemotongan bahan, pengelasan, drilling, dan finishing. Setelah proses permesinan dilakukan maka akan dilakukan proses perakitan alat pengaduk sosis, hingga siap dilakukan pengujian.

d. Analisis Cara kerja dan Efisiensi

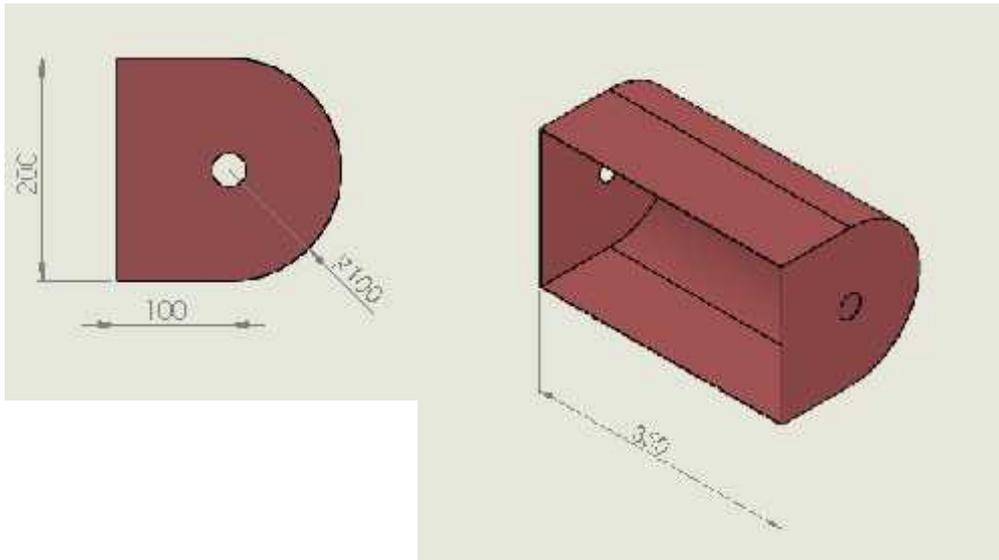
Setelah proses pembuatan dan perancangan dilakukan analisis cara kerja yaitu memeriksa serta menganalisa apakah alat yang sudah dibangun bekerja sesuai keinginan dan bekerja secara benar, jika alat yang dibangun tidak bekerja sesuai keinginan maka harus ada peninjauan kembali serta perbaikan agar kembali berfungsi sesuai keinginan. Adapun parameter yang harus diamati pada saat pengujian ialah fungsi dari setiap komponen apakah bekerja secara benar uji karakteristik bahan serta uji efisiensi dan efektifitas alat.

e. Kesimpulan dan Saran

Langka kesimpulan dan saran berisi tentang garis besar dan hasil akhir dari penelitian ini yang telah diperiksa dan direvisi. Saran juga diperlukan untuk penulis, masyarakat, maupun penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

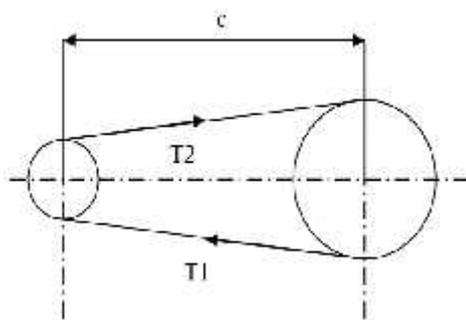
Penghitungan kapasitas:



Volume Case Pengaduk:

$$\begin{aligned}
 V_{case} &= \frac{\pi 100^2 350}{2} \times 100 \cdot 350 \cdot 200 \\
 &= 10995574.29 \text{ mm}^3 \\
 &= 11.5 \text{ L}
 \end{aligned}$$

Puli dan Sabuk



Puli merupakan salah satu elemen dalam mesin yang merudksi putaran dari motor bensin menuju reducer, ini juga berfungsi sebagai kopling putaran motor bensin dengan reducer. Sabuk berfungsi sebagai alat yang meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain melalui dua puli dengan kecepatan rotasi sama maupun berbeda.

Gambar panjang sabuk dan sudut kontak pada sabuk (Khurmi dan Gupta, 2002)

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

Dengan:

D_1 = Diameter puli penggerak (mm)

D_2 = Diameter puli pengikut (mm)

N_1 = Kecepatan puli penggerak (rpm)

N_2 = Kecepatan puli pengikut (rpm)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (D_p + d_p) + \frac{1}{4c} (D_p - d_p)^2$$

Dengan:

L = panjang sabuk (cm)

c = jarak sumbu poros (m)

D_p = diameter puli besar (m)

d_p = diameter puli kecil (m)

$$C = b + \frac{\sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8}$$

Dimana:

$$B = 2h - 3,14 (D_p - d_p)$$

$$\sin \alpha = \frac{r_1 - r_2}{X}$$

dengan:

α = sudut singgung sabuk dan puli

R = jari-jari puli besar (m)

r = jari-jari puli kecil (m)

$$\theta = (180 + 2 \cdot \alpha) \pi 180$$

θ = sudut kontak puli

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

Dengan:

d = diameter puli roll (m)

n = putaran roll (rpm)

$T_c = m \cdot (V)^2$

Dengan :

T_c = tegangan sentrifugal

m = massa sabuk (kg/m)

V = kecepatan keliling sabuk (m)

4. Kesimpulan

a. Kesimpulan:

Dari hasil analisis dan pembahasan, maka didapat kesimpulan yaitu :

1. Alat pengaduk sosis dirancang agar dapat menampung adonan daging max 11.5 liter. Ukuran ini ditentukan demi mencapai target produksi diantara pengolahan manual dan pengolahan menggunakan mesin berskala besar
2. Alat ini memiliki dimensi yang lebih kecil dari alat pengaduk sosis yang dijual di pasaran serta dilengkapi dengan roda dibagian bawah nya agar dapat mempermudah memindahkan alat pengaduk tersebut dan sekaligus tidak menggunakan space ruangan yang banyak.

5. Daftar Pustaka

1. Sularso, Kiyokatsu Suga. 2008. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita, PT.
2. : <http://www.yourarticlelibrary.com/welding/5-basic-types-of-joints-in-welding-with-diagrams-metallurgy/95908/>
3. Khurmi, R.S & Gupta, J.K. 1982. “ A Text Book Of Machine Designe”. New Delhi : Eurasia Publishing House (pvt) Ltd.
4. Stolk, ir. Jac & Kros, ir. C. 1981. *ELEMEN ELEMEN MESIN* : Elemen Konstruksi Bangunan Mesin. Rotterdam : Erlangga

RANCANGAN BANGUN PRESS TOOL UNTUK PLAT DUDUKAN MATA BOR BIOPORI

**Drs. R. Sugeng Mulyono, S.T., M.Kom., Fajar Fariz Fadhillah, Fatur Ramadan Umardi Putra,
Ibnu Aqil, Michael Martua Sinaga**

¹*Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*

Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia

Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530

Abstrak

Alat bor biopori adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang resapan biopori. Press tool adalah salah satu alat gabungan Jig dan Fixture yang dapat digunakan untuk membentuk dan memotong logam dengan cara penekanan. Proses kerja alat ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh Punch untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan geometris dan ukuran yang diinginkan. Peralatan ini digunakan untuk membuat produk secara massal dengan produk Output yang sama dalam waktu yang relatif singkat. Untuk memenuhi kebutuhan pembuatan produk massal alat bor biopori maka pembuatan tugas akhir "Rancang Bangun Press Tool Untuk Plat Dudukan Mata Bor Biopori." Tujuan umum dari tugas akhir ini adalah untuk membuat press tool untuk mempermudah proses pembuatan komponen utama dari bor biopori sehingga volume produksi dapat meningkat. Penelitian dalam tugas akhir ini menggunakan dua metode pengumpulan data yaitu melalui studi kepustakaan dan penelitian lapangan. Langkah awal yang dilakukan untuk merencanakan komponen press tool biasanya dimulai dari adanya kebutuhan konsumen intern atau ekstern. Mengingat fungsi Press Tool sebagai alat potong atau pembentukan yang umumnya dari plat maka perlu perhitungan gaya dan ukuran yang sesuai guna menjaga supaya alat ini aman dan tahan lama. Metode pelaksanaan dilakukan dalam beberapa tahapan seperti observasi, analisis kebutuhan, menentukan spesifikasi, membuat konsep, analisis perhitungan, gambar kerja, pembuatan alat, uji coba, modifikasi jika diperlukan, dan pembuatan laporan. Pembuatan alat ini diestimasi membutuhkan biaya sebesar Rp2.535.000,-. Penyelesaian tugas akhir ini memakan waktu hingga lebih dari 3 bulan. Kesimpulannya penulis merancang bangun "Dies". Alat ini dirancang bangun menjadi efisien dan efektif untuk penggunaannya. Pembuatan alat ini bertujuan untuk mempercepat proses produksi dalam pembentukan plat.

Abstract

Biopori drill tool is a tool used to make biopore absorption hole. The Press tool is one of the Jig and Fixture joint tools that can be used to form and cut metal by weighing. The work process of this tool with the force of press is forwarded by Punch to cut or shape workpiece according to geometric and desired size. This equipment is used for bulk products with the same Output product in a relatively short time. To meet the needs of mass product making of biopori drill tool then make final project "Designing Press Tool For Biopori Drill Base Platform". The general purpose of this final project is for press tools to process the making of the main components of the biopore drill so that the volume of production can increase. The research in this thesis uses two methods of data that is through literature study and field research.

The first step taken to assemble the press tool is somewhat started from the needs of internal or external consumers. The way that can be done to be faster and more durable. The method of making is carried out in several stages such as observation, requirement analysis, specification, manufacture, trial, modification as necessary, and report generation. Making this tool is estimated to cost Rp2.535.000, - Completion of this final task in more than 3 months. The conclusion authors list design and build "Dies". This tool is designed to be efficient and effective for its use. The manufacturing of this tool to accelerate the production process in plate formation.

Keywords: *Press tool, Rancang Bangun, Dies, Bor Biopor, Dudukan Mata Bor*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Alat bor biopori adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang resapan biopori, yaitu lubang silindris yang di buat secara vertical ke dalam tanah sebagai metode resapan air pada tanah, alat bor biopori terdiri dari beberapa komponen dan dalam proses pembuatannya di butuhkan beberapa proses salah satunya adalah cutting untuk pembuatan kontur radius pada plat, dan proses pembuatan kontur pada pelat tersebut sangat sulit dan memakan waktu apabila di buat dengan proses manual ataupun dengan permesinan.

Press tool adalah salah satu alat gabungan *Jig* dan *Fixture* yang dapat digunakan untuk membentuk dan memotong logam dengan cara penekanan. Bagian atas dari alat ini didukung oleh plat atas sebagai alat pemegang dan pengarah dari *Punch* yang berfungsi sebagai *Jig*, sedangkan bagian bawah terdiri dari plat bawah dan Dies sebagai pendukung dan pengarah benda kerja yang berfungsi sebagai *Fixture*. Proses kerja alat ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh *Punch* untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan geometris dan ukuran yang diinginkan. Peralatan ini digunakan untuk membuat produk secara massal dengan produk *Output* yang sama dalam waktu yang relatif singkat.

Untuk memenuhi kebutuhan pembuatan produk massal alat bor biopori maka pembuatan tugas akhir “Rancang Bangun *Press Tool* Untuk Dudukan Mata Bor Biopori ” diharapkan dapat membuat *Press Tool* yang dapat mempermudah proses produksi alat bor biopori.

1.2. Tujuan

Tujuan dari pembuatan *press tool* untuk plat dudukan mata bor biopori ini adalah :

1.2.1. Tujuan Umum

1. Membuat *press tool* untuk mempermudah proses pembuatan komponen utama dari bor biopori sehingga mempercepat proses produksi.

1.2.2. Tujuan Khusus

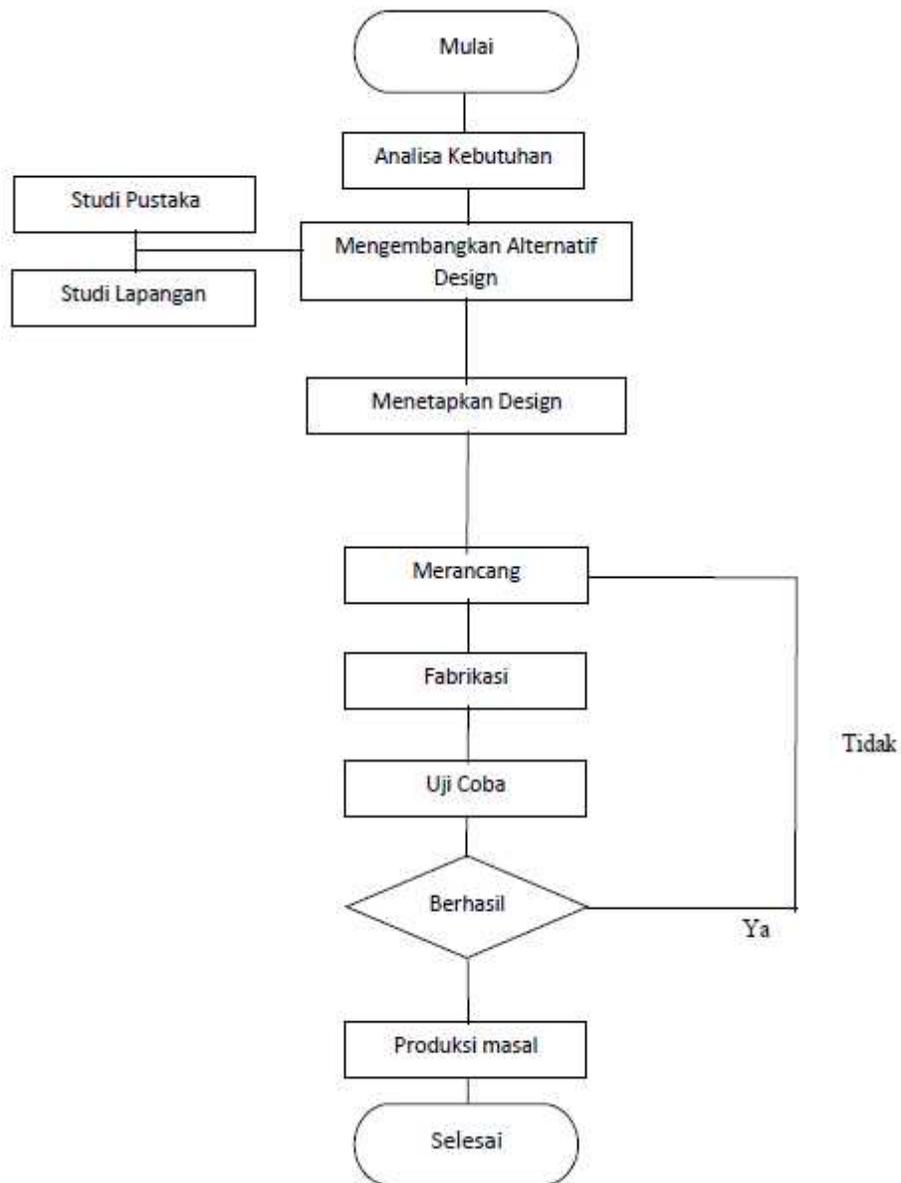
1. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma III di Politeknik Negeri Jakarta.

1.3. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari proses rancang bangun *Press Dudukan Mata Bor Biopori* ini adalah :

1. Hasil rancang bangun *Press Tool Dudukan Mata Bor Biopori* ini diharapkan dapat mempermudah proses pembentukan kontur dari komponen biopori dengan efektif dan efisien.
2. Membantu pengusaha bor biopori dalam membuat alat bantu produksi yang sesuai dengan spesifikasi komponen bor biopori tersebut.

2. METODOLOGI

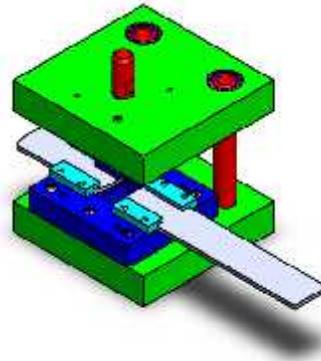


1. Analisa Kebutuhan
Bertujuan mencari poin-poin apa saja yang perlu diperhatikan dengan cara menganalisa komponen yang akan dibuat. Seperti proses apa saja yang akan dilalui oleh komponen yang akan dibuat, bagaimana dimensi dari komponen, dan hal-hal lain yang menjadi dasar acuan pembuatan Presstool.
2. Studi Pustaka
Mempelajari literatur yang dapat menunjang rancang bangun Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori. Seperti pemilihan material, perhitungan gaya yang terjadi, dan perhitungan kekuatan komponen untuk Mendapatkan gambaran tentang Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori
3. Studi Lapangan
Melakukan survey mengenai ketersediaan material dipasaran dan survey mengenai harga material yang akan digunakan untuk membuat Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori Sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan rancangan.
4. Mengembangkan Alternatif Design
Mempelajari dan mengembangkan alternative Design dari berbagai macam jenis presstool yang ada sebagai solusi untuk perancangan Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori.
5. Menetapkan Design
Memilih Alternatif Design Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori yang akan dibuat sesuai dengan Kriteria dan pertimbangan yang telah ditentukan seperti penetapan jenis presstool, mekanisme Presstool, aksesoris yang digunakan.
6. Merancang
Membuat Rancangan Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori yang akan di fabrikasi berdasarkan design awal yang sudah ditentukan pada tahap ini akan di peroleh konstruksi akhir, dimensi dan jenis material dari setiap komponen yang akan dibuat. output berupa model 3D dan 2D Blueprint.
7. Fabrikasi
Melakukan fabrikasi tiap-tiap komponen presstool sesuai dari gambar rancangan. Tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan merancang, yakni membangun presstool tersebut. Pada tahapan ini merealisasikan apa yang terdapat pada tahapan sebelumnya menjadi sebuah alat yang sesuai dengan yang telah dirancang. Dengan proses pembuatan atau fabrikasi menggunakan mesin-mesin yang ada.
8. Uji Coba
Tahapan ini dilakukan pada saat rancang bangun mesin telah selesai dibuat, dilakukan pengujian terhadap kinerja Presstool apakah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan atau tidak. Apabila Presstool beroperasi sesuai dengan kebutuhan maka Presstool telah berhasil. Namun jika tidak sesuai, maka dilakukan peninjauan kembali hal-hal yang salah terhadap Presstool juga dilakukan modifikasi Presstool sampai memenuhi kebutuhan.
9. Produksi massal
Presstool yang sudah dibuat dipersiapkan untuk melakukan produksi massal

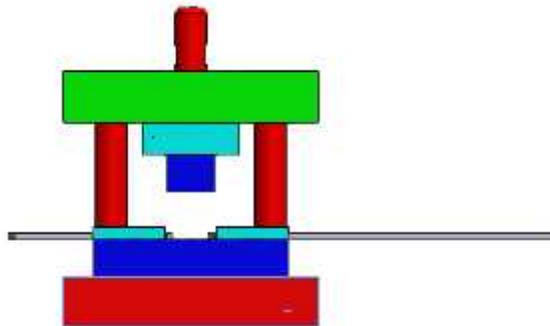
2. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Jenis *Press Tool* yang akan dibuat adalah *simple tool* dengan menggunakan *die sets* standar Fibro 2010.47. serupa dengan *die sets* ISO 11415. *Die sets* berukuran 160 [mm] x 160 [mm] dengan *work area* 160 [mm] x 110 [mm] untuk menyesuaikan dengan *die* yang berukuran 122 [mm] x 110 [mm]. Material yang digunakan adalah *Assab DF-3* untuk *punch* dan *die*, ST42 untuk *die sets*.



Gambar 3.1 *Isometric view*



Gambar 3.2 *Front view*

3.2 Perhitungan

Gaya notching

$$F = K \times s \times \tau_g$$

F = Gaya [kg]

K = Keliling pemotongan [mm]

s = tebal plat [mm]

τ_g = tegangan geser [kg/mm²]

Tebal dies

$$H = \sqrt[3]{F_{total}}$$

H = Tebal *dies* [mm]

F_{total} = Gaya total [kg]

Clearance punch dan die

$$U_s = c \cdot s \cdot \sqrt{\tau_g}$$

U_s = *clearance* tiap sisi [mm]

c = faktor kerja

s = tebal plat yang akan dipotong

τ_g = tegangan geser [kg/mm²]

4. KESIMPULAN

Press tool yang dirancang dapat membuat plat dudukan mata bor biopori dalam satu kali proses dengan menggunakan mesin yang mempunyai kapasitas diatas 11 ton.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, kami diberikan kekuatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Rancang Bangun Press Tool Untuk Plat Dudukan Mata Bor Biopori. Sholawat serta salam tidak lupa kami haturkan kepada suri tauladan dalam menjalani kehidupan sehari-hari yaitu Nabi Muhammad SAW, karena dengan hanya mengikut ajarannya kita dapat mengerti arti kedisiplinan dan kerja keras.

Tidak lupa kami ucapkan sebanyak-banyaknya kepada orang tua kami, karena tanpa doa,harapan,dan ucapan semangat serta materi yang dikorbankan maka tentu tugas akhir kami tidak akan terwujud.

Tentu tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing kami, bapak Drs. R. Sugeng Mulyono, S.T., M.Kom. beliau selalu membimbing kami dalam pembuatan tugas akhir ini.

Ucapan terakhir kami haturkan kepada keluarga besar teknik mesin PNJ. Waktu, Pelajaran, dan kebersamaan serta kekeluargaan yang diberikan membuat kami merasakan bahwa teknik mesin PNJ adalah keluarga kedua kami. Semoga kita semua bisa menjadi orang yang tidak hanya sukses di dunia, akan tetapi juga di akhirat kelak.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Luchsinger, H. R. 1984. Tool Design. Bandung. Swisscontact

RANCANG BANGUN MESIN PENGADUK SERBUK KAYU UNTUK PEMBUATAN PAPAN PARTIKEL

Ghulam Hidayatullah¹, Idham Sadaqa J², Ridwan Aziz³, Ryan Rizkiawan⁴ Indriyani Rebet⁵, Seto Tjahyono⁶

^{1,2,3,4,5,6} *Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425,
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034,
Idham.1492@gmail.com*

Abstrak

Selama ini limbah serbuk kayu hasil industri kayu hanya dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai rendah seperti kayu bakar atau dibuang begitu saja. Limbah ini sebenarnya dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku produk baru yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Salah satu hasil pemanfaatan limbah serbuk kayu adalah papan partikel. Papan Partikel terbuat dari campuran serbuk kayu dengan zat perekat yang dicetak menjadi lembaran-lembaran dengan ketebalan tertentu. Proses pengadukan untuk mencampur serbuk kayu dengan zat perekat sangat penting karena kualitas papan partikel ditentukan oleh homogenitas hasil campuran.

Perancangan mesin pengaduk serbuk kayu ini bertujuan untuk mengubah limbah kayu menjadi papan partikel. Metode penelitian yang digunakan adalah survey kebutuhan, perancangan mesin, dan fabrikasi mesin. Mesin yang dihasilkan memiliki empat elemen utama yaitu motor listrik sebagai penggerak, belt dan pulley untuk mereduksi daya dan putaran, poros transmisi sebagai pusat penerus daya dan putaran, dan poros pengaduk sebagai elemen pengaduk. Mesin pengaduk ini dapat mencampur serbuk kayu dengan zat perekat secara merata dan homogen. Dimensi mesin yaitu 620 [mm] x 570 [mm] x 1241 [mm] menggunakan besi hollow dan besi profil C. Wadah menggunakan tabung berdiameter 455 [mm] dan tinggi 600 [mm].

Kata kunci : pengaduk, serbuk kayu, papan partikel

Abstract

During this time, the waste of sawdust from wood industry is only be a product with a low value such as firewood or thrown away. This waste can actually be harnessed into raw material for new products that have high economic value. One of the results of the utilization of waste sawdust is a particle board. Particle board is made from sawdust mixed with adhesives which are printed into sheets with a certain thickness. The process to mix sawdust with adhesives is very important because the quality of the particle board is determined by its homogeneity and mixing resulted.

The design of sawdust mixing machine is to make a particle board. The research method used was survey needs, the design of the machine, and fabrication. This machine has four main element. First is the electric motor as mover, belt and pulley to reduce the power and rotation, the transmission shaft as the center of power and rotation, and agitator as a mixing elements. The machine can mix sawdust and adhesives with evenly and homogeneous. Dimensions of machine is 620 [mm] x 570 x 1241 [mm] use iron and steel hollow profiles c. Container using the tube with diameter 455 [mm] and high 600 [mm].

Keywords : mixer, sawdust, particle board

1. PENDAHULUAN

Papan partikel merupakan salah satu ragam hasil pengolahan limbah kayu. Papan ini terbuat dari campuran serbuk kayu dengan zat perekat yang dicetak mejadi lembaran-lembaran dengan tingkat ketebalan tertentu. Pencampuran antar material seperti serbuk kayu dengan zat perekat harus dilakukan sesuai komposisi dan perancangan agitator (pengaduk) yang tepat dan dilakukan pengadukan secara merata sehingga papan partikel yang dihasilkan memenuhi kualitas, sehingga papan ini memiliki bentuk presisi, seragam, dan permukaanya yang halus.

Proses pengadukan untuk mencampur serbuk kayu dengan zat perekat sangat penting karena kualitas papan partikel ditentukan oleh homogenitas hasil campuran. Oleh karena itu perlu dirancang suatu mesin pengaduk yang dapat mencampur serbuk kayu dengan zat perekat secara merata dan homogen.

Mesin pengaduk serbuk kayu yang dirancang berbentuk silinder dengan arah vertikal. Sistem mekanik pada mesin pengaduk yang dirancang terdiri dari lima elemen utama yaitu motor listrik sebagai penggerak,

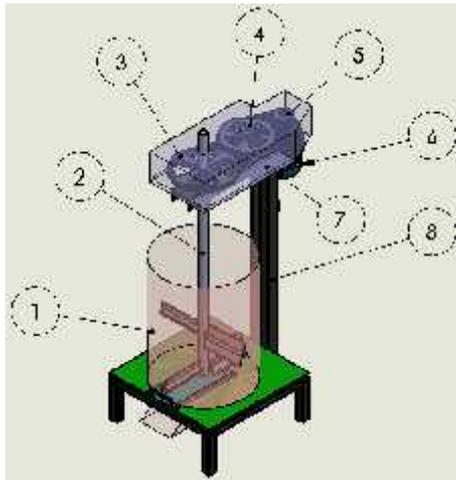
belt dan pulley untuk mereduksi daya dan putaran, poros transmisi sebagai pusat penerus daya dan putaran, dan poros pengaduk sebagai elemen pengaduk.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah sebagai berikut:

1. Melakukan *survey* di lapangan mengenai limbah serbuk kayu untuk menentukan serbuk kayu yang digunakan untuk dijadikan papan partikel.
2. Mencari dan mengkaji jurnal ilmiah yang berkaitan dengan permasalahan.
3. Mendapatkan gambaran tentang mesin pengaduk untuk mencampur serbuk kayu dengan zat perekat menjadi papan partikel.
4. Merancang mesin, menganalisa gaya yang terjadi, menghitung kekuatan atas akibat gaya yang terjadi, menentukan dimensi dan menggambar rancangan.
5. Melakukan *survey* mengenai ketersediaan material dipasaran dan *survey* mengenai harga material yang akan digunakan untuk membuat mesin pengaduk serbuk kayu.
6. Membeli dan menyiapkan peralatan dan material sebelum melakukan fabrikasi.
7. Melakukan fabrikasi tiap-tiap komponen mesin sesuai dari gambar rancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1 Rancang Bangun Mesin Pengaduk

Keterangan :

1. Wadah
2. Poros pengaduk
3. Pulley besar
4. Pulley kecil
5. Pulley motor
6. Motor
7. Cover penutup
8. Rangka

Jenis-jenis Komponen Utama

Jenis-jenis komponen berdasarkan fungsi dan kegunaannya dibagi menjadi beberapa unit komponen yang terdiri dari :

Unit Penyangga

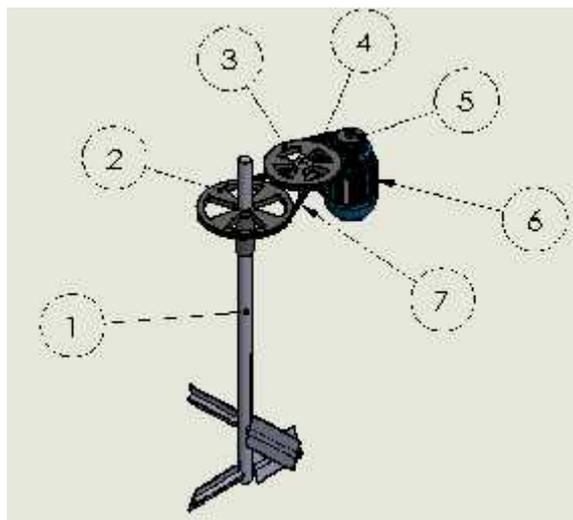
Sebelum dilakukan pembuatan mesin di awali pembuatan rangka dengan pemilihan rangka besi profil hollow dan besi kanal profil C. Dimensi rangka adalah 620 [mm] x 570 [mm] x 1241 [mm].



Gambar 2. Rangka

Unit Penggerak

Setelah pembuatan rangka, selanjutnya adalah menentukan komponen penggerak.



Gambar 3 Unit Penggerak

Keterangan :

1. Poros pengaduk
2. *Pulley* 1
3. *Pulley* 2
4. Sabuk 1
5. *Pulley* motor
6. Motor
7. Sabuk 2

) Motor Listrik

Perhitungan daya motor listrik menggunakan rumus

$$P = 9,74 \times 10^5 \cdot \frac{F}{\tau_1} \quad [\text{Persamaan.1}]$$

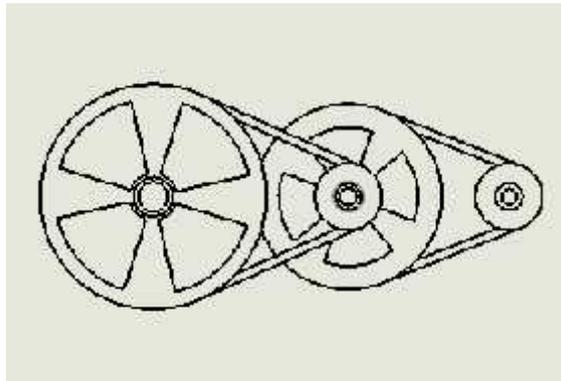
Dihasilkan daya motor sebesar 1 [Hp] dengan spesifikasi putaran motor 1400 [rpm], 735,75 [watt] dan 220 [V].

) *Inverter*

Inverter digunakan untuk mengatur kecepatan motor menjadi 1000 [rpm].

) Sabuk dan *pulley*

Sabuk dan *pulley* adalah sistem transmisi pada mesin ini. Transmisi ini akan memperlambat kecepatan motor listrik dari 1000 [rpm] menjadi 50 [rpm] mekanisme yang bekerja pada sistem transmisi ini berawal dari motor listrik lalu kecepatannya ditransmisikan ke *pulley* 2 kemudian dengan menggunakan sabuk *V-belt* akan ditransmisikan ke *pulley* 1 dan menggerakkan poros pengaduk.



Gambar 4 Sabuk dan *Pulley*

Diameter *pulley* ditentukan dengan perbandingan diameter yaitu 1:4, menggunakan rumus :

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \text{[Persamaan.2]}$$

Dihasilkan :

) *pulley* motor berdiameter 2'' dengan putaran sebesar 1000 [rpm]

) *pulley* 2 berdiameter 8'' transmisi putaran menjadi 250 [rpm]

) *pulley* 1 berdiameter 10'' transmisi putaran menjadi 50 [rpm]

perhitungan panjang sabuk yang digunakan menggunakan rumus :

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(dp1 + dp2) + \frac{1}{4C}(dp2 - dp1)^2 \quad \text{[Persamaan.3]}$$

) panjang sabuk 1 adalah 864 [mm]

) panjang sabuk 2 adalah 1067 [mm]

) Poros

Diameter poros ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$Ds = \left[\frac{5,1}{\tau_{g(i)/in}} \times Kt \times Cb \times T_{poros} \right]^{\frac{1}{3}} \quad \text{[Persamaan.4]}$$

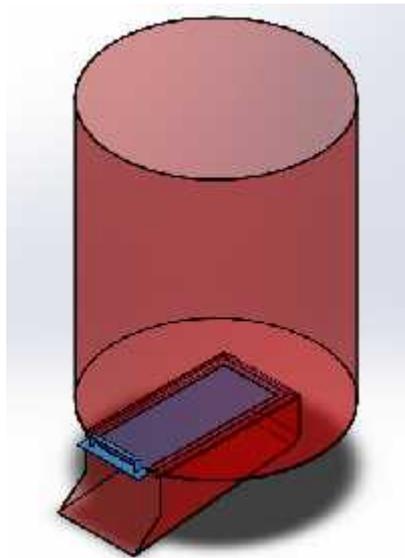
) Diameter poros pengaduk sebesar 38 [mm]

) Diameter poros transmisi sebesar 22 [mm]

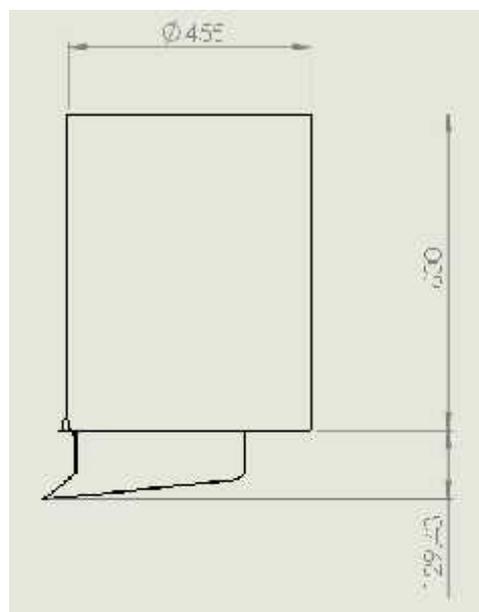
) Bahan poros adalah S45C

Unit Produksi

Wadah merupakan tempat untuk membuat adonan papan partikel yaitu campuran serbuk kayu dengan zat perekat. Wadah menggunakan tabung dengan diameter 455 [mm] dan tinggi 600 [mm] yang dibagian bawah wadah dibuat corong pembuangan hasil campuran serbuk kayu dan papan partikel.



Gambar 5 Wadah



Gambar 6 Dimensi Wadah

4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan adalah:

1. Desain rancang bangun mesin pengaduk serbuk kayu dengan zat perekat, rangka mesin berukuran 620 [mm] x 570 [mm] x 1241 [mm] menggunakan besi *hollow* dan besi profil C. Wadah menggunakan tabung berdiameter 455 [mm] dan tinggi 600 [mm].

2. Rancangan dan perhitungan mesin pengaduk yang dihasilkan motor listrik sebesar 1 [hp], sistem transmisi memutar menggunakan *pulley* dan sabuk dengan diameter *pulley* besar 10", diameter *pulley* kecil 8", diameter *pulley* motor 2". Poros menggunakan bahan S45C dengan diameter poros pengaduk yaitu 38 [mm] dan poros transmisi berdiameter 22 [mm].

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penyusunan *full paper* seminar nasional ini mungkin tidak akan terselesaikan tanpa ada bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Seto Tjahyono, ST, MT., Dosen pembimbing Tugas Akhir.
2. Dra. Indriyani Rebet, M.Si, Dosen pembimbing Tugas Akhir.
3. Dr. Belyamin, M.Sc.Eng., B.Eng. (Hons) , Ketua Jurusan Teknik Mesin.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso & Suga Kiyokatsu. 1987. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta, Pradmya Paramita.
- [2] Khurmi, R. S. & Gupta J. K. 1980. A Text Book Of Machine Design. New Delhi, Eurasia Publishing House LTD.
- [3] Paul, Edward L. 2003. Handbook of Industrial Mixing: Science and Practice. New Jersey, John Willey and Sons Inc.

RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG PIPA PADA LONG-TAIL KAPASITAS 50 UNIT LONG-TAIL PER JAM

Ibnu Purnomo Shidiq, dan Imam Akbar Fikri

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16424, No. telp. +62217270044, No. Fax. (021)727004.

Abstrak

Makalah ini menyajikan desain dan pengembangan rancang bangun mesin pemotong pipa pada long-tail, untuk memotong pipa yang digunakan sebagai salah satu komponen dari long-tail perahu motor. Proyek long-tail perahu motor melibatkan kerjasama antara Kementerian Perikanan dan Kelautan dan PT. Krida Rekatama Indo, yang menargetkan pembuatan produk massal berjumlah 24000 unit, sehingga membutuhkan perencanaan lini produksi berjalan dengan pengadaan special purpose machine (SPM), yakni mesin pengelasan pipa semi-otomatis, mesin bubut dalam pipa semi-otomatis, mesin pengebor pipa semi-otomatis, dan mesin pemotong pipa semi-otomatis. Namun, mesin pemotong pipa saja yang akan kami bahas didalam makalah ini. Mesin tersebut dirancang agar dapat memotong pipa dengan ukuran diameter luar pipa antara 1 -2 inchi, dapat memotong pipa jenis material stainless steel. Sistem pengoperasian menggunakan V-Belt yang terhubung motor listrik, dengan alat pemotong memutar pipa sambil melakukan pemotongan. Mesin ini digunakan secara semi-otomatis untuk skala industri rendah hingga menengah, sehingga teknologi ini diharapkan dapat membantu untuk mengurangi biaya, waktu produksi, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi jumlah barang yang gagal. Makalah ini juga menyajikan kebutuhan konsumen, mekanisme mesin pemotong pipa, analisis rumusan rancangan, desain konstruksi mesin, dan spesifikasi yang dibutuhkan untuk proses fabrikasi mesin tersebut.

Kata Kunci: proyek long-tail perahu motor; rancang bangun mesin pemotong pipa pada long-tail, produk massal, peningkatan produktivitas, spesifikasi produk.

Abstract

This paper presents a design and development of machinery maker of cutting machine of pipe for long-tail, to cutting the pipe that using as one component of a long-tail boat motors. Project long-tail boat motors involved cooperation between the Ministry of Fisheries and Marine Resources and PT. Krida Rekatama Indo, which the target manufacturing of bulk production is totally 24000 units, thus for requires planning production lines running to the procurement of special-purpose machine (SPM), including welding machine of pipe semi-automatic, lathe-in machine of pipe semi-automatic, boring machine of pipe semi automatic, and cutting machine of pipe semi- automatic. However, pipe cutting machine which will be discussed in this paper. The machine is designed to cutting the pipe with outer diameter sizes of pipe between 1-2 inch, that can cutting the pipe with material of stainless steel. The operating system used a V-Belt connected by electrical motor, with a cutting tool around the pipe while doing the cutting. These machines are used in semi-automatic for low to medium scale industry, so the technology is expected to help to reduce costs, production time, increase productivity, and reduce the number of items that rejected. This paper also presents customer needs, pipe cutting machine mechanisms, analysis of the formulation of design, construction machinery design, and specification that requirement for fabrication this machine.

Keywords: project long-tail boat motors, machinery maker of cutting machine of pipe for long-tail, bulk products, increase the productivity, product specification.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Krida Rekatama Indo adalah suatu perusahaan yang bergerak di bidang *manufacturing*, *machining*, dan *machine maker*, telah diberi kepercayaan oleh Kementerian Perikanan dan Kelautan Indonesia untuk memelopori lokalisasi produk, dan kreator desain *long-tail* perahu motor untuk para nelayan di berbagai wilayah Indonesia. PT. Krida Rekatama Indo membuat *Spesial Purpose Machine (SPM)* untuk menunjang tercapainya target produksi massal *long-tail* yang optimal. Salah satu jenis *Spesial Purpose Machine (SPM)* yang akan dirancang adalah mesin pemotong pipa pada *long-tail*, yang memiliki fungsi utama untuk memotong pipa dengan hasil potongan yang halus dan memenuhi toleransi ketegaklurusan penampang. Produk *long-tail* yang akan dirancang bernama K85 dan K100. Komponen utama dari *long-tail* tersusun oleh pipa jenis *stainless steel*. Raw material pipa adalah 6 meter, maka spesifikasi pipa *long-tail* yang akan dipotong sebagai berikut:

Tabel 1.1 Spesifikasi pipa *long-tail* yang akan dipotong.

Material Pipa : SUS-304	Diameter Luar	
	1"	1½"
Tebal	mm	3 mm
Panjang	371.9 mm	625 mm

Mesin pemotong pipa pada *long-tail* harus memenuhi kapasitas 50 unit *long-tail*/jam, sehingga dibutuhkan *cycle time* pemotongan pipa sekitar 10 detik tiap satu pipa. Target produksi *long-tail* adalah sebanyak 24.000 unit, maka *cycle time* yang dibutuhkan tiap satu *long-tail* produk jadi adalah 60-90 detik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan oleh penulis, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan rancang bangun mesin pemotong pipa pada *long-tail* dengan kapasitas 50 unit *long-tail*/jam?
2. Bagaimana pengoperasian mesin pemotong pipa pada *long-tail* dengan hasil ukuran/dimensi pemotongan pipa yang akurat?
3. Bagaimana perhitungan beban potong dan *cycle time* yang dibutuhkan agar mencapai kapasitas 50 unit *long-tail*/jam?
4. Bagaimana mekanisme pemotongan dan *facing* permukaan luar pipa dapat dilakukan dalam satu proses secara kontinyu?

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan penulisan dari karya tulis ini adalah:

1. Dapat melakukan rancang bangun mesin pemotong pipa pada *long-tail* dengan kapasitas 50 unit *long-tail*/jam.
2. Dapat membuat mesin pemotong pipa pada *long-tail* dengan pengoperasian secara semi-otomatis, sehingga hasil ukuran/dimensi dari pemotongan pipa menjadi akurat.
3. Dapat menentukan mekanisme pemotongan dan *facing* permukaan luar pipa dalam satu proses secara kontinyu.

METODE PENELITIAN

1.4 Perencanaan

Langkah-langkah pendekatan yang sistematis dalam proses berfikir menemukan ide/gagasan untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Pada tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi data sesuai kondisi lapangan dan kebutuhan pelanggan.

1.4.1 Konsep mesin yang ada

Mesin yang sudah ada di dunia industri antara lain:

a. *Plasma/Oxy Torch Pipe Cutting Machine*

Merupakan salah satu jenis mesin pemotong pipa yang telah menggunakan teknologi CNC 2 - 6 axis, memiliki tingkat ketelitian yang tinggi, dan mampu memotong pipa dengan ketebalan antara diameter pipa berukuran 3" – 120" sesuai dengan model mesin pemotong pipa torch yang telah dikenal di industri manufaktur. Mekanisme pemotongan menggunakan torch/las busur yang menghasilkan panas akibat reaksi kimia gas, kemudian gas dengan kecepatan tinggi dapat meleburkan permukaan pipa sehingga terjadi pemotongan. Mesin tersebut mampu memotong dengan profil atau bentuk hasil pemotongan dengan tingkat kesulitan yang tinggi.



Gambar 1.1 Plasma/Oxy Torch Pipe Cutting Machine

b. *Circular Sawing Pipe Cutting Machine*

Merupakan salah satu jenis mesin pemotong pipa yang menggunakan sistem elektrik, memiliki ketelitian yang cukup tinggi, mampu memotong dengan diameter pipa berukuran 1" – 80" sesuai dengan model mesin pemotong menggunakan pisau gergaji yang telah dikenal di industri manufaktur. Mekanisme pemotongan menggunakan *sawing blade*/ pisau gergaji berbentuk circular dengan kecepatan pemotongan yang tinggi. Namun untuk ketebalan pipa diatas 10 mm, menggunakan rantai sebagai jalur pemotongan mengelilingi pipa dengan pisau gergaji sebagai alat potongnya. Mesin tersebut menggunakan tenaga manusia selama proses pemotongan berlangsung.



Gambar 1.2 Circular Sawing Pipe Cutting Machine

c. *Pipe Cold Cutting Machine*

Merupakan salah satu mesin pemotong pipa yang menggunakan sistem pneumatik/hidrolik, dikhususkan untuk memotong pipa yang digunakan di bidang *oil and gas*. Mampu melakukan pemotongan dengan diameter pipa berukuran 300 – 1800 mm. Mekanisme pemotongan menggunakan pahat jenis *carbide* atau *high steel* lainnya yang melakukan pemakanan dengan cara mengelilingi pipa selama proses pemotongan.



Gambar 1.3 Pipe Cold Cutting Machine

1.4.2 Kebutuhan Pelanggan

Berdasarkan data kebutuhan pelanggan proyek *long-tail* yang telah diperoleh dari *Marketing Director* PT. Krida Rekatama Indo, maka pertimbangan yang akan diputuskan untuk rancang-bangun mesin pemotong pipa pada *long-tail* disesuaikan dengan tipe K85 dan K100 adalah sebagai berikut:

Tabel 1.2 Kebutuhan Pelanggan

No.	Kebutuhan Pelanggan	Penjelasan
1.	Proses pemotongan memiliki hasil permukaan yang baik.	Kekasaran permukaan pipa yang dihasilkan rata pada permukaan potong memiliki nilai kekasaran 6.3-25 μm (N9-N11).
2.	Proses pemotongan pipa dapat langsung dilakukan material pipa 1”- 1½”, ketebalan maksimal 5.5 mm, sepanjang 6 meter.	Pemotongan pipa dilakukan sesuai dengan kebutuhan dimensi pipa <i>long-tail</i> sesuai tipe K85 dan K100.
3.	Proses pemotongan memiliki hasil tegak lurus terhadap sumbu pipa sesuai standar.	Ketegaklurusan permukaan yang dihasilkan dengan sumbu pipa memiliki toleransi 0.5 mm
4.	Proses pemotongan dan <i>facing</i> permukaan pipa dapat dilakukan dalam satu proses secara kontinyu.	Setelah proses pemotongan pipa sesuai dimensi, kemudian diproses <i>facing</i> dengan tujuan menghilangkan cat dan kotoran yang menempel pada pipa.

Sumber : Survey kebutuhan pelanggan, diolah melalui Marketing Director PT. Krida Rekatama Indo

1.5 Pembuatan Konsep

Pada tahapan ini, menentukan konsep desain dari mesin pemotong pipa pada *long-tail* yang akan digunakan. Mulai dari penentuan prinsip kerja, fungsi utama, dan konstruksi dari mesin tersebut. Hasil dari penentuan konsep desain ini adalah spesifikasi mesin pemotong pipa pada *long-tail*.

1.5.1 Membuat Daftar Spesifikasi

Pada tahap membuat daftar spesifikasi, dibahas terkait hasil survey yang disimpulkan berdasarkan tuntutan pelanggan sebagai berikut:

Tabel 1.3 Daftar Spesifikasi

No	Kebutuhan Pelanggan	Hasil Proses	Prioritas
1.	Pipa dengan jangkauan ukuran 1" – 1½" dengan raw material 6 meter.	Pipa dengan dapat dipotong sesuai kebutuhan.	1
2.	Kekasaran permukaan hasil potongan	6.3 – 25 μm (N9-N11) yang merata sekeliling permukaan pipa	5
3.	Ketegaklurusan permukaan terhadap sumbu pipa	0.5 mm	2
4.	Penambahan proses <i>facing</i> permukaan pipa.	Pemotongan <i>facing</i> untuk menghilangkan cat/kotoran	4
5.	Mesin ON secara terus menerus	Mesin tidak perlu dimatikan pada saat pergantian material	3

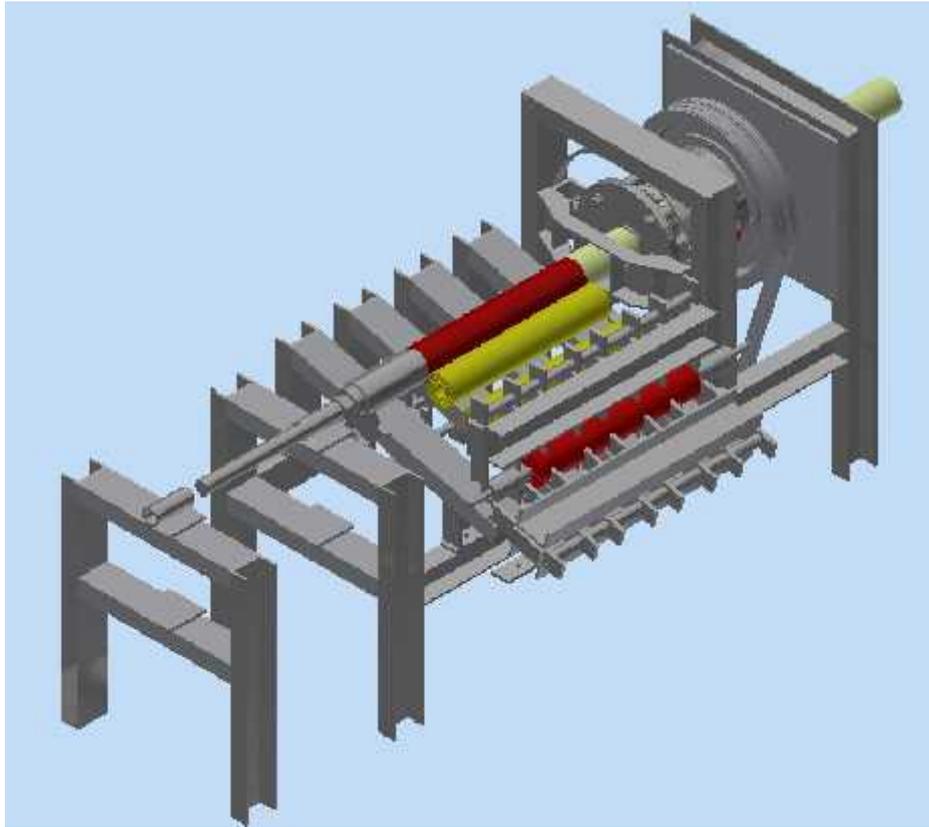
1.5.2 Konsep Utama Konstruksi Mesin

Pada tahapan ini, digambarkan aliran input/masukan sampai output/keluaran proses mesin pemotong pipa pada *long-tail*. Pada bagan tersebut, menunjukkan fungsi utama mesin adalah memotong pipa dengan raw material 6 meter, dengan input daya motor terhubung *V-Belt pulley*, dan pipa yang akan dipotong. Kemudian dilakukan proses pemotongan dan *facing* permukaan pipa sehingga output yang dihasilkan adalah putaran, panas, suara, potongan pipa, hasil *facing* permukaan pipa, dan chip/bram hasil pemotongan. Fungsi mesin ini dapat dilihat pada gambar 1.4 berikut ini.



Gambar 1.4 Fungsi Utama Mesin Pemotong Pipa pada Long-tail

Fungsi utama mesin tersebut, terdiri dari sistem penggerak melalui motor listrik, kemudian sistem transmisi untuk meneruskan putaran dari motor listrik menuju *V-Belt pulley*, dan sistem *chuck* ditekan oleh pneumatik, sehingga pahat melakukan pemotongan pada pipa sambil berputar akibat *V-Belt pulley*. Raw pipa material bergerak maju oleh sistem *feeder* pipa, dan dihentikan oleh *pin stopper* sesuai dengan ukuran yang dikehendaki kemudian terjadi pemotongan pipa. Setelah pipa terpotong, kemudian dilakukan *facing* permukaan pipa dengan pahat jenis HSS untuk menghilangkan cat/kotoran pada pipa. Seluruh sistem tersebut ditopang oleh sistem rangka, sehingga konsep mesin yang akan dibuat adalah ditunjukkan pada gambar 1.5 berikut ini.



Gambar 1.5 Konsep Mesin Pemotong Pipa pada Long-tail

Adapun daftar sistem yang terdapat pada mesin pemotong pipa pada *long-tail* adalah:

a. Sistem penggerak

Bagian yang berfungsi sebagai sumber putaran, menggunakan motor listrik. Pada sistem penggerak dilengkapi metode *limit swith* yang dapat membalikkan arah putaran motor secara otomatis, yang berfungsi setelah proses pemotongan pipa telah dilakukan, pulley V-belt juga dapat membalikkan arah putaran sehingga sistem *chuck*/ pemegang pahat kembali pada posisi semula.

b. Sistem transmisi

Merupakan sistem yang berfungsi untuk meneruskan putaran yang dihasilkan sistem penggerak menuju V-Belt, yang mana pulley dari V-Belt dipasang *chuck* atau pemegang pahat sambil bergerak rotasi dan pahat bergerak translasi melakukan *feeding* terhadap pipa.

c. Sistem *chuck*/pemegang pahat

Bagian ini merupakan sistem *chuck* yang mendapatkan tekanan pneumatik, kemudian pahat melakukan pemotongan pipa, dan berotasi akibat V-Belt pulley. Sehingga sistem ini terbagi menjadi dua sub-sistem lagi, yakni tekanan pneumatik untuk pergerakan translasi pahat dan sistem *chuck*/ pemegang pahat yang berfungsi sebagai dudukan pahat ketika bergerak.

d. Sistem *feeder*/pencekam

Merupakan sistem yang berfungsi sebagai penepat dari raw material pipa yang akan dipotong sepanjang 6 meter. Sistem ini mencekam bagian luar pipa dan berfungsi juga sebagai *loading unloading* produk. Raw pipa tersebut bergerak akibat penepat melalui tengah lubang dari pulley pada V-Belt. Setelah pipa tersebut masuk, maka pipa terkena stopper sehingga pipa berhenti sesuai dengan dimensi panjang yang dibutuhkan. Kemudian sistem *chuck*/pemegang pahat menggerakkan sistem eretan pahat untuk melakukan pemotongan pipa.

e. Sistem *facing* pipa hasil pemotongan

Setelah pipa terpotong sesuai ukuran yang dikehendaki, kemudian pipa bergerak melalui *tracking*/lintasan menurun kemudian pipa tersebut dikumpulkan dalam antrian untuk dilakukan *facing* permukaan pipa. Sistem *facing* menggunakan sistem penggerak menggunakan sebagai pencekam pipa, kemudian pahat bubut untuk melakukan feeding pada proses *facing* permukaan pipa.

f. Sistem rangka

Rangka merupakan bagian penghubung semua fungsi bagian. Rangka pada alat ini dapat didefinisikan sebagai frame, yang berfungsi menopang semua sistem bagian.

1.5.3 Alternatif konsep konstruksi mesin

Pada tahapan ini, konsep konstruksi mesin dibuat beberapa rencana pada sistem-sistem yang tersedia, dengan tujuan agar dapat menghasilkan sistem-sistem yang lebih efektif dan ekonomis.

Tabel 1.4 Kombinasi fungsi bagian

Fungsi Bagian	Plan 1	Plan 2	Plan 3
Sistem Penggerak	Motor AC	Motor DC	Motor Servo
Sistem Transmisi	Pulley V-belt		Sproket
Sistem Eretan	Sistem <i>Slider Pin</i>	Sistem <i>Guideway</i>	Sistem <i>Dovetail</i>
Sistem Pencekam	Konstruksi <i>Guide Roller</i>		
Sistem <i>facing</i> hasil pemotongan pipa	Sistem <i>Lathe-Surface</i>		
Sistem Rangka	Baja Profil	Baja Pejal	Baja Cor

Berdasarkan penilaian dari aspek teknis dan ekonomis, maka variasi konsep yang dipilih adalah Plan-1, dengan pertimbangan sebagai berikut:

Keuntungan:

- Konstruksi mudah dirakit, rangka cukup ringan, dan kokoh;
- Konstruksi dapat berfungsi dengan dua pemrosesan sekaligus, yakni *cutting* dan *facing* pipa;
- Pemasangan dengan komponen lain cukup mudah;
- Harga keseluruhan komponen relatif murah

Kerugian:

- Perlu menggunakan high anchor untuk mengunci rangka pada lantai agar dapat meredam getaran;

1.6 Perancangan

Merancang merupakan tahapan melakukan draft rancangan dan spesifikasi beberapa part kemudian diberikan optimasi dan revisi rancangan jika memang diperlukan. Dalam hal ini, menggunakan software engineering dalam pembuatan draft rancangan 3D dan 2D Modelling. Selain itu, software pengolah angka diperlukan untuk mengkalkulasi harga pokok produksi, mulai dari material cost, operator, dan variabel cost yang lain.

1.7 Fabrikasi/ Manufaktur

Tahapan penyelesaian terakhir yang harus dilakukan adalah menyusun gambar kerja/ floor drawing hasil pengerjaan dari software, yang nantinya akan digunakan sebagai informasi selama proses manufaktur. Tahapan ini tidak dijelaskan oleh penulis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1.6 Perhitungan Daya

<p>3.1.1 Menentukan daya potong</p> $P_c = \frac{a \cdot f \cdot k_s \cdot v}{60 \cdot 102 \cdot \eta} \quad \text{[Persamaan.1]}$ $P_c = \frac{3 \cdot 0.2 \cdot 260 \cdot 236}{60 \cdot 102 \cdot 0.75}$ <p>$P_c = 8.020915$ [kW] $P_c = 10.90198175$ [HP]</p> <p>Dimana, P_c = daya potong [kW] F_c = gaya potong [N] V_c = kecepatan potong [m/min]</p>	<p>3.1.3 Menentukan besar gaya pemakanan (gaya radial)</p> $F_f = \frac{1}{5} \cdot F_c$ $F_f = \frac{1}{5} \cdot 156$ $F_f = 31.2$ [N] <p>Dimana, F_f = gaya pemakanan (gaya radial) [N] F_c = gaya potong [N]</p>
<p>3.1.2 Menentukan gaya potong</p> $F_c = a_p \cdot f \cdot K_s$ $F_c = 3 \cdot 0.2 \cdot 260$ $F_c = 156$ [N] <p>Dimana, F_c = gaya potong [N] f = kedalaman potong [mm] a_p = tebal pemotongan [mm/putaran] K_s = specific cutting force [N/mm²]</p>	<p>3.1.4 Menentukan daya motor</p> $P_{\text{motor}} = P_c \text{ dibagi efisiensi}$ <p>Dimana, P_c = daya potong [kW] Efisiensi = presentase efisiensi transmisi [%]</p>

1.7 Perhitungan Waktu Proses (Cycle Time)

$$t_h = \frac{\pi \cdot d_e \cdot L \cdot i}{V_c \cdot f}$$

$$t_h = \frac{\pi \cdot 76.1 \cdot 102 \cdot 1}{236 \cdot 0.2}$$

$$t_h = 51.66455613 \text{ [s]}$$

t_h = waktu proses permesinan (cycle time) [s]

d_e = diameter pengganti [mm]

L = panjang langkah [mm]

i = jumlah pemotongan

f = besar pemakanan/feeding [mm]

d = diameter luar [mm]

d_1 = diameter dalam [mm]

l_a = langkah sebelum memotong [mm]

$$d_e = \frac{(d + d_1)}{2} + l_a$$

$$L = \frac{(d - d_1)}{2} + l_a$$

KESIMPULAN

- a. Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada karya tulis ini, dapat disimpulkan bahwa rancangan mesin pemotong pipa untuk long-tail layak dikonstruksikan.
- b. Mesin dapat memotong pipa dengan diameter antara 1" – 1½" dengan raw material 6 meter menjadi ukuran 371.9 mm dan 625 mm.
- c. Mesin pemotong pipa untuk *long-tail* memiliki spesifikasi sebagai berikut:
 1. Ukuran = 1300 mm x 500 mm x 1155 mm.
 2. Diameter pipa yang diproses = 1"- 1½".
 3. Panjang pipa = 6 meter.
 4. Penggerak = Motor AC.
 5. Speed V-belt = 100 rpm.
 6. Waktu Produksi/*cycle time* = 30-60 detik.
 7. Jenis Pahat = HSS.
 8. Maks. Kedalaman pemakanan = 3-5 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses pembuatan karya tulis ini, penulis telah mendapatkan berbagai bimbingan dan arahan, baik berupa ilmu, informasi, maupun segi administrasi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Belyamin, M.Sc.Eng., B.Eng (Hons) Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta;
2. Ibu Indriyani Rebet, M.Si., Ketua Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta;
3. Bapak Yohannes Patrick, ST, dan Bapak Dedi Dwi Haryadi, M.T, Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Karya Tulis ini ;
4. Bapak Nanang, Pihak dari PT. Krida Rekatama Indo, yang telah memberikan subsidi dana untuk proses fabrikasi Mesin Pemotong Pipa pada Long-Tail;

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tschatsch, Heinz. 2009. *Applied Machining Technology*. Germany : Dresden
- [2] P.H. Joshi. 2007. *Machine Tool Handbook Design and Operation*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi
- [3] Taufik, Wirli Hidayanti, “Keandalan Sistem Lintasan Produk Pembuatan Pipa”, *ISSN 2088-4842/2442-8795*,2008
- [4] Ju Yi, Yingping Qian, Zhiqiang Shang, Zhihong Yan, Yan Jiao, “Design of Cutting Head for Efficient Cutting Machine of Thinwalled Stainless Steel Pipe,” *Procedia Engineering*, vol. 174, pp. 1276-1282, 2017
- [5] <https://www.dwt-gmbh.de/en/pipe-cold-cutting-machine/>
- [6] <http://image.thefabricator.com/a/portable-pipe-cutting-tool-simplifies-sawing-process-0.jpg>
- [7] http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/112463-3675199.jpg

RANCANG BANGUN MESIN PEMBUAT ADONAN UNTUK KAPASITAS 5 LITER DENGAN POSISI VERTICAL

Yayan Afriana¹, Bimo Setio Utomo¹, Fadhila Afdhol¹, Nugroho Eko¹, Sumadi²

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia

Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530

²BBPLK Cevest

Abstrak

Dalam proses pembuatan adonan daging pada umumnya menggunakan blander dengan prinsip kerjanya menggunakan pisau yang digerakan oleh motor dengan kapasitas yang terbatas. Hal tersebut dirasa cukup sulit dan sangat memakan waktu apabila proses pembuatan adonan dalam kapasitas yang besar, misalkan untuk menghancurkan daging yang akan dibuat untuk membuat adonan daging.

Dengan melihat permasalahan tersebut, penulis merancang bangun mesin pembuat adonan daging untuk kapasitas 5 liter dengan posisi vertical yang berbentuk tabung berbahan dasar plat besi anti karat berukuran 400 mm x 250 mm dengan kapasitas dan dilengkapi pisau berukuran 230 mm yang telah didesain khusus berbahan besi anti karat, disambungkan pada besi panjang berukuran 350 mm dengan penyambungannya menggunakan mur baut kupu-kupu, yang digerakan oleh motor 1 Fasa . Pada bagian atas tabung terdapat lubang dengan diameter 150 mm yang berfungsi untuk masuknya pisau yang telah disambungkan dengan besi dan bearing yang digerakan oleh motor. Pada bagian bawah tabung terdapat plat yang disambung menggunakan mur baut kupu-kupu, sambungan plat pada bagian bawah tersebut berfungsi untuk mengeluarkan daging yang telah dihancurkan. Sedangkan untuk tempat masuknya daging terdapat pada bagian samping tabung pada ketinggian 300 mm dihitung dari panjang tabung, berbentuk persegi dengan ukuran 70 mm x 70 mm.

Dari spesifikasi diatas, penulis membuat rancang bangun mesin pembuat adonan untuk kapasitas 5 liter dengan posisi vertical dalam bentuk tabung berukuran tinggi 400 mm dan berdiameter 250 mm agar dapat mengolah daging sehingga menghasilkan adonan dengan kapasitas yang besar dan dapat menghemat waktu menjadi lebih cepat.

Kata kunci : Fasa, Vertical

Abstract

In the process of making meat dough in general using blander with the principle of working using a knife that is driven by a motor with a limited capacity. It is quite difficult and very time consuming when the process of making dough in a large capacity, eg to destroy the meat that will be made to make meat dough.

By looking at these problems, the authors designed a meat dough making machine for a capacity of 5 liters with a vertical position in the form of a tube-based stainless steel plate measuring 400 mm x 250 mm with a capacity and equipped with a knife measuring 230 mm which has been specially designed anti-rust , Attached to a 350 mm long iron by connecting it using a butterfly bolt nut, which is driven by a 1 phase motor. At the top of the tube there is a hole with a diameter of 150 mm that serves for the entry of a blade that has been connected with iron and bearings driven by the motor. At the bottom of the tube is a plate that is connected using the butt-butterfly bolt, the connection plate on the bottom serves to remove the meat that has been destroyed. As for the entry of the meat is on the side of the tube at an altitude of 300 mm calculated from the length of the tube, a square with the size of 70 mm x 70 mm.

From the above specifications, the authors make the design of the dough making machine for a capacity of 5 liters with a vertical position in the form of tubes measuring 400 mm high and 250 mm in diameter to be able to process the meat to produce a dough with a large capacity and can save time to be faster.

Keywords: Phase, Vertical

1.1 Pendahuluan/Latar Belakang

Dalam dunia Industri yang semakin berkembang ini perusahaan diwajibkan mempunyai alat yang dapat bekerja secara cepat, tepat, aman, dan se-efisien mungkin. salah satu masalah dalam masalah home industri atau usaha perseorangan yang bergerak dalam bidang bahan makanan atau industri makanan itu sendiri.

Dalam proses pengolahan adonan daging, masyarakat yang menjalankan usaha rumahan masih menggunakan cara yang konvensional yaitu mengaduk adonan daging dengan menggunakan tangan yang memerlukan banyak tenaga dan waktu. Adapun mesin yang banyak dijual dipasaran memiliki bentuk dan ukuran yang besar sehingga sulit untuk menggunakannya dalam industri rumahan, alat-alat tersebut juga terbilang cukup mahal yang mana tidak sesuai dengan biaya dan target penjualan dalam industri rumahan.

Demi menjawab kebutuhan tersebut penulis pun merancang sebuah alat yang sesuai dan dapat digunakan oleh para masyarakat dalam dunia industri rumahan dalam bidang pengolahan daging. Alat ini bertujuan untuk mengatasi masalah-masalah yang terjadi pada proses pengolahan adonan daging. Dengan ini penulis berharap nantinya masyarakat dapat memanfaatkan kinerja alat yang akan dibangun agar mengurangi atau mengefisienkan banyak aspek. Rancang bangun alat yang akan penulis kerjakan adalah rancang bangun mesin pembuat adonan untuk kapasitas 5 liter dengan posisi *vertical*.

1.2 Metode Penelitian

1.2.1 Motor Listrik

Motor listrik adalah alat yang digunakan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik yang dihasilkan oleh motor listrik dapat digunakan untuk memutar kipas, pompa air, penyedot debu dll.

Dalam pembuatan mesin pembuat adonan untuk kapasitas 5 liter dengan posisi *vertical* ini, ada 3 hal yang menjadi bahan pertimbangan, diantaranya :

1. Jenis-jenis Motor
2. Cara memilih motor listrik
3. Torsi pada motor listrik

1.2.2 Jenis-jenis Motor Listrik

Secara umum motor listrik terbagi 2 jenis berdasarkan tegangan yang digunakan yaitu motor listrik AC (arus bolak-balik) dan motor listrik DC (arus searah).

1. Motor Listrik AC (arus bolak-balik)

Motor listrik AC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan dengan arus bolak-balik atau arus AC. Motor listrik AC dibedakan menjadi dua macam, yakni motor sinkron dan motor induksi.

a. Motor Listrik Sinkron

Motor listrik sinkron adalah jenis motor AC yang bekerja pada kecepatan tetap dengan sistem frekuensi tertentu. Motor listrik Sinkron memerlukan arus DC untuk membangkitkan daya dan memiliki torsi awal yang rendah.

b. Motor Listrik Konduksi

Motor listrik induksi adalah jenis motor listrik AC yang bekerja berdasarkan induksi pada medan magnet yang berada di antara rotor dan stator. Rotor adalah bagian motor listrik yang berputar dan stator adalah bagian motor listrik yang diam. Motor listrik induksi terbagi menjadi 2 macam yaitu motor listrik induksi 1 fasa dan motor listrik induksi 3 fasa. Motor induksi 1 fasa memiliki satu gulungan stator dan dapat berjalan dengan pasokan daya satu fasa. Sedangkan motor induksi tiga fasa bekerja dengan pasokan daya listrik tiga fasa seimbang.

2. Motor Listrik DC (arus searah)

Motor listrik DC adalah jenis motor yang menggunakan tegangan dengan arus searah atau arus DC. Motor listrik DC dibedakan menjadi dua macam, yakni motor listrik sumber daya terpisah atau *separately excited*, dan motor sumber daya sendiri atau *self excited*.

a. Motor Listrik Sumber Daya Terpisah (*Separately Excited*)

Motor sumber daya terpisah atau *Separately Excited* adalah jenis motor DC yang sumber arus medannya disupply dari sumber yang terpisah.

b. Motor Listrik Sumber Daya Sendiri (*Self Excited*)

Motor listrik sumber daya sendiri atau *Self Excited* adalah jenis motor DC yang sumber arus medannya disupply dari sumber yang sama dengan kumparan motor listrik. Motor jenis ini terbagi atas tiga macam, yakni motor DC shunt, seri, dan campuran.

1. Motor DC Shunt

Motor DC Shunt adalah motor listrik DC yang medan gulungannya disambung dengan gulungan motor listrik secara paralel, sehingga arus total dalam jalur merupakan penjumlahan antara arus medan dengan arus dinamo.

2. Motor DC Seri

Motor DC Seri adalah motor listrik DC yang medan gulungannya disambung dengan gulungan motor listrik secara seri, sehingga arus medan listrik sama dengan arus dinamo.

3. Motor DC Campuran

Motor DC Campuran adalah motor listrik DC yang medan gulungannya disambung dengan gulungan motor listrik secara seri dan paralel, sehingga memiliki torsi penyalan awal yang baik dengan kecepatan yang stabil.

1.2.3 Cara Memilih Motor Listrik

1. Name Plate Motor Listrik

Secara umum, informasi pada name plate motor bisa menjelaskan spesifikasi motor. Umumnya name plate terdiri atas tipe motor dan gearbox, rasio gearbox, dan daya motor.

2. Menentukan Daya Motor

Daya motor sangat tergantung pada besar dan jenis beban yang dibawa oleh mesin. Semakin besar beban yang ditanggung mesin, semakin besar daya motor yang dibutuhkan. Beban yang dimaksud termasuk rugi gesekan transmisi, dan juga impact saat loading beban. Satuan daya umum digunakan adalah kiloWatt dan Horse Power.

3. Menentukan Kecepatan Motor

Umumnya tiap motor memiliki kecepatan tertentu sesuai dengan katalog. Ada motor dengan 6000-an rpm, 2800-an rpm, 1400-an rpm, dan 900-an rpm, tergantung merk dan jenis motor.

1.2.4 Torsi pada Motor Listrik

Torsi adalah gaya tekan putar pada bagian yang berputar. Makin besar dimensi yang diputar maka semakin besar pula torsi yang dihasilkan dan makin berat jenis bahan yang diputar maka makin besar pula torsi yang dihasilkan.

Menurut buku Khurmi hlm. 410, perhitungan torsi dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$P = \omega \cdot T$$

$$P = \frac{2 \pi N \cdot T}{4500}$$

$$T = \frac{P \cdot 4500}{2 \pi N} \text{ [kg.m]} \dots \text{(Persamaan 1)}$$

dimana :

P =Daya [Hp]

T =Torsi [kg.m]

ω =Kecepatan sudut [rad/s]

N =Putaran [RPM]

1.2.5. Deskripsi Pengujian

Pada rancang bangun mesin pembuat adonan ini dilakukan dalam satu pengujian, yaitu pengujian putaran pisau yang dihasilkan oleh motor. Yang dicari pada pengujian putaran pisau yang dihasilkan oleh motor adalah kekuatan putaran pisau untuk mengaduk adonan yang akan dibuat.

1.3 Hasil dan Pembahasan

1.3.1 Kapasitas

Kapasitas Tabung :

$$V_t = r^2 \cdot t$$

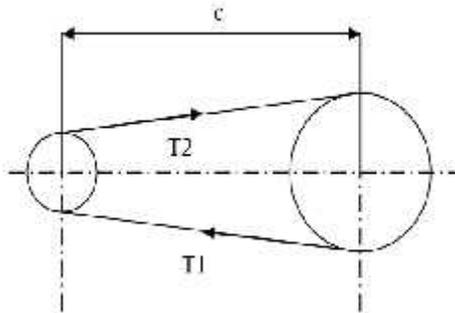
$$V_t = \frac{1}{4} d^2 \cdot t \quad \text{{Persamaan 1}}$$

$$V_t = 12.5^2 \times 40$$

$$V_t = 19634.95 \text{ cm}^3$$

$$V_t = 19,95 \text{ liter}$$

1.3.2 Puli dan Sabuk



Gambar 1 : Puli

Puli merupakan salah satu merudksi putaran dari motor berfungsi sebagai kopling putaran berfungsi sebagai alat yang meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain melalui dua puli dengan kecepatan rotasi sama maupun berbeda.

elemen dalam mesin yang menuju reducer, ini juga motor dengan reducer. Sabuk berfungsi sebagai alat yang meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain melalui dua puli dengan kecepatan rotasi sama maupun berbeda.

Gambar panjang sabuk dan sudut kontak pada sabuk (Khurmi dan Gupta, 2002)

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

{Persamaan 2}

Dengan:

- D_1 = Diameter puli penggerak (mm)
- D_2 = Diameter puli pengikut (mm)
- N_1 = Kecepatan puli penggerak (rpm)
- N_2 = Kecepatan puli pengikut (rpm)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (D_p + d_p) + \frac{1}{4c} (D_p - d_p)^2 \quad \text{{Persamaan 3}}$$

Dengan:

- L = panjang sabuk (cm)
- c = jarak sumbu poros (m)
- D_p = diameter puli besar (m)
- d_p = diameter puli kecil (m)

$$C = b + \frac{\sqrt{b^2 - 8(D_p - d_p)^2}}{8} \quad \text{{Persamaan 4}}$$

Dimana:

$$B = 2h - 3,14(D_p - d_p) \quad \text{{Persamaan 5}}$$

$$\sin \alpha = \frac{r_1 - r_2}{X}$$

dengan:

- α = sudut singgung dabuk dan puli
- R = jari-jari puli besar (m)
- r = jari-jari puli kecil (m)

$$\theta = (180 + 2\alpha)\pi 180$$

θ = sudut kontak puli

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \quad \text{{Persamaan 6}}$$

Dengan:

d = diameter puli roll (m)
 n = putaran roll (rpm)
 $T_c = m \cdot (V)^2$ {Persamaan 7}
 Dengan :
 T_c = tegangan sentrifugal
 m = massa sabuk (kg/m)
 V = kecepatan keliling sabuk (m)

1.3.3 Spesifikasi Motor

Putaran Motor = 1400 rpm
 Daya = 350 W
 Volt = 220 V
 Phase = 1 Phase
 Hz = 50 Hz

1.3.4 Spesifikasi Pisau

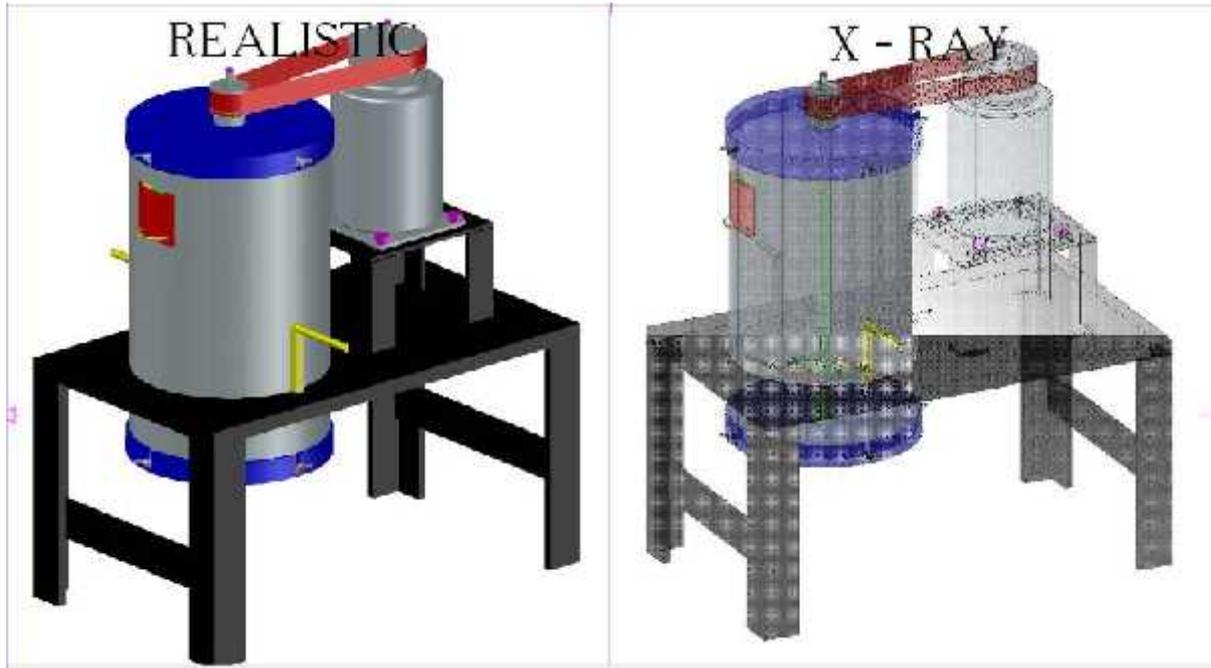
Menggunakan Baja anti karat jenis *Austenitik* dengan tipe 316. Baja *Austenitik* memiliki kandungan *chrome* pada kisaran 17% – 25% dan *Nikel* pada kisaran 8 – 20% dan beberapa unsur atau elemen tambahan dalam upaya mencapai sifat yang diinginkan. Baja tahan karat kelompok ini adalah non *magnetic*. Pada tipe 316 dilakukan penambahan unsur *molibdenum* 2% – 3% sehingga memberikan perlindungan terhadap korosi. Penambahan *nikel* sebesar 12% tetap mempertahankan struktur *austenitic*.

1.3.5 Spesifikasi *Bearing*

Menggunakan *bearing* jenis *bearing* Bola Radial Alur dalam Baris Tunggal atau *Ball Bearing* dengan spesifikasi :

) Diameter dalam : 20 mm
) Diameter Luar : 47 mm
) Ketebalan : 14 mm
) Jari-jari : 1,5

1.3.6 Gambar Rancangan Keseluruhan



Gambar.1 Mesin Pembuat Adonan untuk Kapasitas 5 Liter dengan posisi *Vertical*

1.4 Kesimpulan dan Saran

a. Kesimpulan:

Dari hasil rancang bangun mesin pembuat adonan untuk kapasitas 5 liter dengan posisi *vertical* dan pembahasan yang telah dilakukan, maka di dapat kesimpulan yaitu :

1. Pembuatan Rancang Bangun Mesin Pembuat Adonan Untuk Kapasitas 5 Liter Dengan Posisi *vertical* yang memiliki dimensi kecil dapat mempermudah proses pembuatan adonan pada industri rumahan, selain mudah untuk dipindahkan alat ini juga mudah disimpan karena memiliki dimensi yang relatif kecil.
2. Keselamatan kerja lebih terjamin karena alat yang digunakan memiliki daya dan dimensi yang lebih kecil
3. Pengerjaan lebih efektif karena hanya harus memasukkan adonan dalam mesin kemudian menyalakan mesin tersebut.

b. Saran:

Untuk penulis diharapkan dapat melanjutkan perancangan untuk meningkatkan efektivitas dari Mesin Pembuat Adonan untuk Kapasitas 5 Liter dengan Posisi *Vertical*.

1.5 Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis sampaikan kepada pihak kampus yang selama ini telah membimbing dan memberikan pengarahan, terutama pada:

1. Bapak Seto Tjahyono, ST, MT selaku dosen pendamping dan pemberi ide mesin pembuat adonan ini.
2. Bapak Drs. Nugroho Eko Setijogiarto Dipl, Ing. MT. , selaku dosen pembimbing tugas akhir 1
3. Bapak Sumadi S.pd selaku dosen pmbimbing tugas akhir 2
4. Bapak DR. Belyamin, M.Sc., B.eng, selaku ketua jurusan Teknik Mesin
5. Bapak Dedi Effendi, S.pd selaku Ketua Jurusan Mesin Cevest-Bekasi
6. Seluruh staff dan dosen pengajar jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
7. Seluruh staff dan dosen pengajar konsentrasi Teknik Mesin Produksi Cevest-Bekasi

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberi rahmat dan balasan yang setimpal atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khurmi, R.S & Gupta, J.K. 1982. “ A Text Book Of Machine Designe”. New Delhi : Eurasia Publishing House (pvt) Ltd.
- [2] Sularso, Kiyokatsu Suga. 2008.*Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita, PT.

RANCANG BANGUN MESIN PENGERING PAPAN PARTIKEL KAYU

Kevin Wibisono, Fauzan Setiawan, Mohamad Nofal Chairul Abdallah, Muhammad Aulia Rahman dan Drs. Jauhari Ali, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16424, No. telp. +62217270044, No. Fax. (021)727004, kevinwbsn@gmail.com.

Abstrak

Usaha dalam bidang perikanan saat ini mengalami masalah dalam bidang ekonomi, dikarenakan fungsi kayu sudah banyak digantikan oleh material lain seperti besi dan baja. Selain itu sebab lainnya adalah belum maksimalnya pemanfaatan limbah seperti serbuk kayu, maka dari itu dibuatlah rancang bangun mesin pengering untuk papan partikel kayu yang terbuat dari serbuk kayu. Mesin ini memiliki daya 1000 [Watt] dengan suhu 200 [°C] didalamnya, dan kapasitas 5 unit papan pada sekali proses pengeringan. sistem pengoperasiannya menggunakan 4 komponen heater yang dipasang pada bagian dalam mesin, dilengkapi dengan thermostat sebagai pengendali panas, dan timer sebagai penanda waktu. Produk yang dihasilkan adalah papan partikel kayu berukuran 60 [cm] x 30 [cm] x 1 [cm]. Mesin ini digunakan untuk usaha perikanan masyarakat kecil, dengan mesin ini diharapkan dapat mengeringkan papan partikel kayu kurang dari 1 jam, produk yang dihasilkan kuat dan tahan lama dan memberi keuntungan tambahan pada pengusaha perikanan sehingga dapat meningkatkan perekonomian masyarakat tersebut.

Kata Kunci: Heater , pengering , papan partikel kayu , usaha perikanan

Abstract

. The sector of timber business currently having a problem at economic sector, because the utility of wooden material has been replaced by another material such as iron and steel. Furthermore, another reason is because the utilization of timber waste for example, is not maximal yet. Therefore the design of dryer machine for wooden particles board that made from a sawdust. This machine contain a 1000 [Watt] power with 200 [°C] temperature in it, and 5 unit of board capacity on each drying process. The operation system are using 4 heater component installed in every section inside the machine, with also thermostat as a heat controller, and a timer as a time marker. The output product is a wooden particles board with a 60 [cm] x 30 [cm] x 1 [cm] dimention. This machine is used for a small community timber business, hopefully this machine can take less than 1 hour to dry the wooden particles board as it expected, with a strong and durable output product and giving a good advantages for a timber business so that can increase the economic matter of those community.

Keywords: Heater, dryer, wooden particles board, timber business

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan utama kayu banyak digunakan oleh para UKM (Usaha Kecil Menengah) untuk dijadikan berbagai macam keperluan seperti konstruksi rumah, meubeler, panel-panel, dan lainnya. Kebutuhan kayu dari tahun ke tahun semakin meningkat, akan tetapi peningkatan tersebut tidak diimbangi dengan persediaan yang cukup. Kebutuhan yang tidak tercukupi tersebut dikarenakan regulasi sektor kehutanan dan perdagangan kayu diperketat untuk melindungi kelestarian alam dan ekosistem.

Sementara itu pada sisi lain, limbah kayu baik berupa serpihan/ tatal kayu dan serbuk/ partikel kayu belum dimanfaatkan secara optimal oleh para pelaku UKM seperti usaha penggergajian kayu ataupun meubele tersebut. Seringkali limbah tersebut hanya dijadikan alas untuk hewan ternak, dibakar, ataupun dijual dengan harga murah.

Usaha penggergajian kayu banyak dijumpai dipinggiran kota Jakarta seperti Bogor, Bekasi, dan Sukabumi yang melakukan proses produksi terus menerus untuk memenuhi kebutuhan pasar. Tentunya limbah serpihan atau serbuk kayu yang dihasilkan semakin banyak. Upaya pemanfaatan limbah tersebut melalui penerapan teknologi diharapkan meningkatkan nilai ekonomis bagi para pelaku UKM tersebut untuk dijadikan bahan baku pada pembuatan papan partikel.

Papan partikel adalah papan yang dibuat dari partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya yang diikat dengan perekat organik atau sintesis dan dengan bantuan satu atau lebih unsur panas, tekanan, kelembaban, katalis dan lain-lain (Iskandar, 2006). Proses pembuatan papan partikel adalah dengan mencampurkan bahan perekat seperti resin dengan serbuk kayu kemudian ditekan dengan pemanasan.

Salah satu faktor yang sangat penting dan dapat mempengaruhi kualitas dari papan partikel tersebut adalah proses pemanasan setelah penekanan papan partikel tersebut dilakukan. Pemanasan harus dilakukan secara merata agar seluruh bagian papan partikel dapat mengering sempurna, sehingga dihasilkan papan partikel yang berkualitas tinggi.

Dari permasalahan tersebut, akan ditawarkan sebuah solusi, yaitu berupa mesin pengering papan partikel. Mesin ini akan mengeringkan papan partikel yang baru dipress dan kondisinya masih basah oleh resin/perekat alami secara merata dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan, maka rumusan masalah yang akan dibahas sebagai berikut.

1. Bagaimana melakukan rancang bangun mesin pengering papan partikel kayu dengan daya sebesar 1000 watt
2. Bagaimana pengoperasian mesin pengering papan partikel kayu agar produk dapat kering sempurna dengan suhu 200°C
3. Bagaimana perhitungan perpindahan panas pada mesin pengering papan partikel kayu agar produk dapat mengering seluruhnya.

1.3 Tujuan

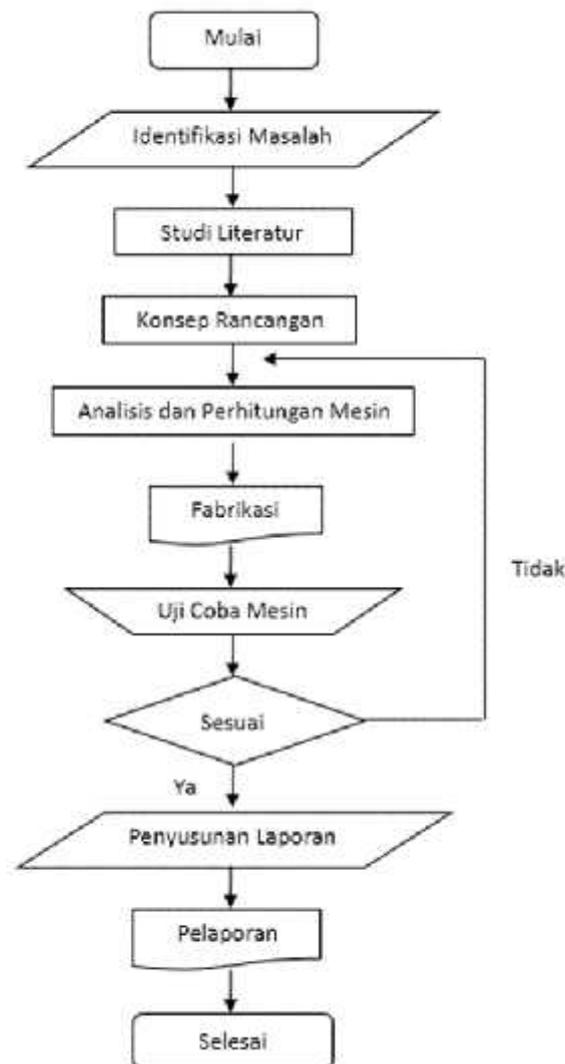
1. Mengubah limbah perkayuan menjadi produk baru yang memiliki nilai jual yang lebih tinggi
2. Membuat mesin pengering papan partikel kayu dengan proses pengeringan berdaya 1000 [watt]
3. Membuat produk output yang berupa papan partikel kayu kering yang kuat dan tahan lama dan juga sesuai dengan dimensi rancangan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perencanaan

Langkah-langkah pendekatan yang sistematis dalam proses berfikir menemukan ide / gagasan untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Pada tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi data sesuai kondisi lapangan

2.2 Flow Chart pembuatan

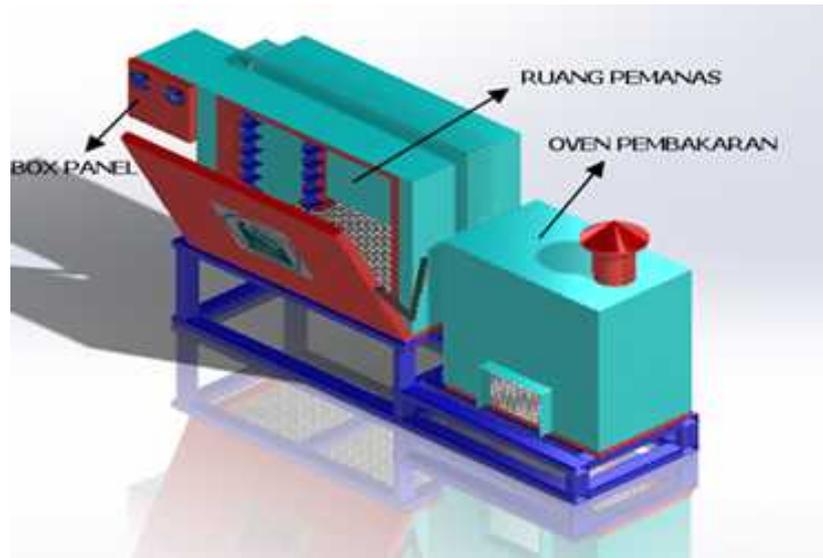


2.3 Pembuatan Konsep

Papan partikel adalah papan buatan yang terbuat dari serbuk kayu dengan bantuan perekat sintetis kemudian mengalami kempa panas sehingga memiliki sifat seperti kayu, tahan api dan merupakan bahan isolasi serta bahan akustik yang baik. Menurut Badan Standar Nasional papan partikel adalah produk kayu yang dihasilkan dari pengempaan panas antara campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik serta bahan perekat lainnya yang dibuat dengan cara pengempaan mendatar dengan dua lempeng datar.

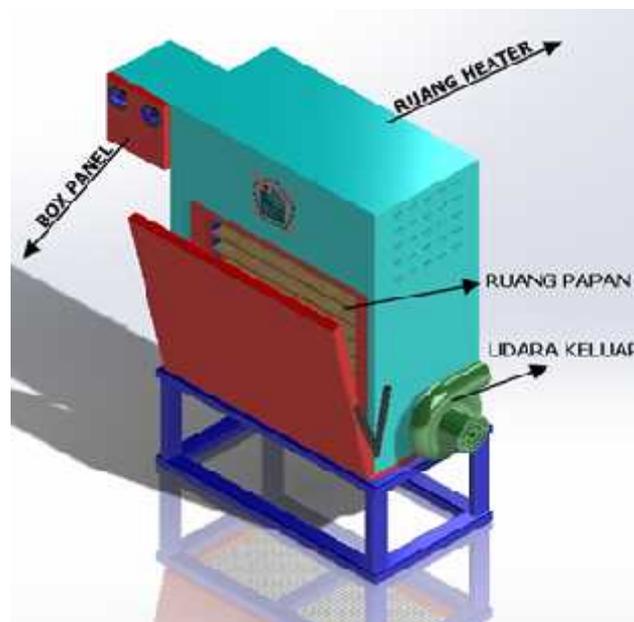
Dari penjelasan tulisan diatas, penulis membuat beberapa konsep rancangan mesin pengering yang sekiranya cocok untuk diterapkan dalam rancang bangun mesin pengering papan partikel kayu.

2.3.1 Konsep I



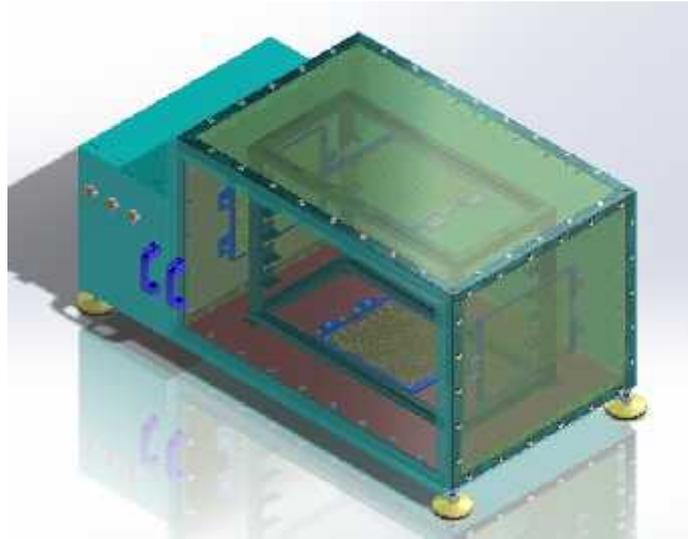
mesin Pengering memiliki beberapa bagian utama, diantaranya : box panel, ruang pemanas, dan oven pembakaran. Cara kerja dari mesin tersebut adalah, pertama kita harus menggunakan kayu bakar/gas sebagai bahan bakarnya, kemudian nantinya udara panas dari dalam oven pembakaran akan ditransfer menuju ruang pemanas dengan menggunakan hembusan dari blower. Udara panas yang masuk kedalam ruang pemanas nantinya akan mengalami siklus/kembali menuju ke oven pembakaran melalui saluran yang berada diatas ruang pemanas. Fungsi box panel pada mesin tersebut adalah untuk mengatur on/off pada blower, serta sebagai saklar pemutus pada blower apabila temperature dalam ruang pemanas sudah mencapai titik tertentu.

2.3.2 Konsep II



Pada konsep kedua, mesin pengering papan partikel ini telah menggunakan elemen pemanas(Heater), dan tidak lagi menggunakan kayu bakar/gas sebagai bahan bakarnya, dan dilengkapi dengan blower sebagai pengantar udara panas yang dihasilkan oleh heater, lalu udara panas bersirkulasi dan keluar melalui pori-pori pembuangan. Box panel pada mesin pengering ini berfungsi sebagai pengatur suhu dan waktu pada mesin pengering papan partikel kayu ini.

2.3.3 Konsep III



Pada konsep ketiga ini mesin pengering tidak lagi dilengkapi dengan blower dan pori-pori pembuangan udara. Pada konsep ini lebih terfokus untuk menghasilkan panas yang stabil dan statis didalam ruang pengering. Papan pengering pada konsep ini dilengkapi dengan 4 heater yang ditempatkan disisi ruangan, dan dinding pada ruangnya dilapisi dengan insulen/isolator agar suhu panas yang ada didalam ruangan oven tidak terhantar hingga kedinding yang terluar.

2.3.3 Pemilihan Konsep

Dari rancangan konsep yang ada, untuk menentukan konsep mana yang akan kita pilih, maka kami akan mempertimbangkan kelebihan dan kelemahan dari setiap konsep yang kami rancang.

A. Konsep I

-) Kelebihan : Harga bahan relatif murah, karena sumber panas yang digunakan dari hasil pembakaran alami.
-) Kekurangan : Tidak ramah lingkungan, panas tidak bisa dikontrol dan kurang efisien.

B. Konsep II

-) Kelebihan : Panas yang dihasilkan konstan, sumber dayanya mudah dicari karena menggunakan energi listrik dan ramah lingkungan.
-) Kekurangan : Biaya pembuatannya cukup mahal.

C. Konsep III

-) Kelebihan : Panas yang ada didalam ruangan akan statis dan lebih safety bagi pengguna mesin
-) Kekurangan : Daya yang digunakan akan lebih besar karena ada tambahan komponen heater

Setelah kita mengetahui kelebihan dan kekurangan dari masing-masing konsep, maka konsep yang kami gunakan adalah konsep ke-III, karena konsep tersebut mendekati spesifikasi yang dibutuhkan.

2.4 Perancangan

Merancang merupakan tahapan melakukan draft rancangan dan spesifikasi beberapa part kemudian diberikan optimasi dan revisi rancangan jika memang diperlukan. Dalam hal ini, menggunakan software Solidworks 2016 dalam pembuatan draft rancangan 3D dan 2D Modelling. Selain itu, software Excel 2016 diperlukan untuk mengkalkulasi harga pokok produksi, mulai dari material cost, dan variabel cost yang lain.

2.5 Fabrikasi/ Manufaktur

Tahapan penyelesaian terakhir yang harus dilakukan adalah menyusun gambar kerja/ floor drawing hasil pengerjaan dari software, yang nantinya akan digunakan sebagai informasi selama proses manufaktur. Tahapan ini tidak dijelaskan oleh penulis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.3.1 Perhitungan Daya

Perhitungan kalor yang dibutuhkan

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$Q = \dots$ [kJ]
Q : kalor [kJ]
m : massa [N]
c : konstanta
T : selisih suhu [°C]

Perhitungan daya yang dibutuhkan

$Q = W$
 $P = W / t$
P : daya [watt]
W : energy listrik [joule]
t : waktu [sekon]

3.3.2 Perhitungan Kecepatan Heater Menaikkan Temperatur

Heat Quantity Required Heater [kW] =
$$\frac{V \cdot g \cdot \text{Specific Heat} \cdot T}{860 \cdot Ht \cdot \mu}$$

V : volume [m³]
g : gravitasi [m/s²]
 ΔT : selisih suhu [°C]
 μ : efisiensi
Ht : Heat timer [sekon]

Heating Time = [menit]
Qmin : Vruang oven / THeater
Vruang oven : volume ruang oven [m³]
THeater : suhu heater [°C]

4. Kesimpulan

Banyak hal yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan secara seksama dalam pembuatan rancang bangun mesin pengering papan partikel kayu, diawali dari proses perancangan. Pemilihan konsepnya, lalu diikuti dengan proses fabrikasi mesin dan bagaimana agar perawatannya mudah Berdasarkan konsep rancangan yang dibuat dapat disimpulkan bahwa, mesin pengering ini dapat dikatakan mampu mengeringkan papan partikel kayu berdimensi 60[cm]x30[cm]x1[cm] dengan cara pemanasan dengan heater bertenaga listrik dengan daya sebesar 1000[Watt] dan dengan suhu 200[°C] didalamnya.

Mesin pengering papan partikel kayu memiliki spesifikasi sebagai berikut.

1. 4 Heater berdaya sebesar 250[Watt]
2. Berkapasitas 5 papan partikel kayu
3. Dilengkapi thermostat dan timer

5. Ucapan Terima Kasih

Dalam proses pembuatan karya tulis ini, penulis telah mendapatkan berbagai bimbingan dan arahan, baik berupa ilmu, informasi, maupun segi administrasi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dosen Pembimbing Tugas Akhir
2. KPS Teknik Mesin
3. Ketua Jurusan Teknik Mesin

6. Daftar Pustaka

- [1] Ainie Khuriati Riza Sulistiati. 2010. Termodinamika. Edisi I. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- [2] Wastu ERKJ. 2011. Kualitas Papan Partikel dari Log Diameter Kecil [skripsi]. Bogor. Fakultas Kehutanan IPB.
- [3] Wibowo, H., Rusianto, T., dan Ikhsan, M. 2008. Pengaruh Kepadatan dan Ketebalan Terhadap Sifat Isolator Panas Papan Partikel Sekam Padi. Yogyakarta : Jurnal Teknologi. Vol. 1, No.

- [4] Ramelan, Utomo. 2013. Rancang Bangun dan Penerapan Alat Oven Peningering Keramik Gerabah Model Vertikal Rotary Sebagai Upaya Peningkatan Produksi. Surakarta: Jurnal Autindo Politeknik Indonusa Surakarta. Vol. 1, No.1

RANCANG MESIN PEMOTONG RUMPUT MULTIFUNGSI UNTUK KEBUTUHAN PERKEBUNAN KARET

Aldriansyah Parinduri, Rizka Hazizah, Sunarto ST.,MT.

*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16424,
No. Telp +62217270044, No. Fax. (021)727004*

Abstrak

Rancangan ini dilatarbelakangi oleh permasalahan yang terjadi pada perkebunan karet, dimana keberadaan rumput-rumput liar yang tinggi menghambat proses produksi karet. Rumput liar juga menjadi sarang serangga dan hewan liar yang dapat membahayakan keselamatan pekerja. Tujuan pembuatan rancangan adalah untuk merancang mesin yang dapat memotong rumput liar dan mencangkul tanah di perkebunan karet. Tujuan dibuatnya fitur mencangkul tanah adalah agar tanah dapat digunakan untuk menanam kembali pohon karet.

Metode yang digunakan dalam perancangan mesin ini adalah mengidentifikasi kebutuhan konsumen dengan cara mendiskusikannya dengan konsumen, kemudian mengadakan observasi ke perkebunan karet, wawancara dengan konsumen, menganalisis kebutuhan, menentukan konsep rancangan mesin, pemilihan konsep, analisis perhitungan, dan membuat gambar kerja.

Observasi studi yang telah dilakukan mendapatkan data yaitu tanaman karet ditanam di atas lahan rata untuk menghasilkan tanaman yang tidak berakar bengkok. Jika terpaksa harus menggunakan lahan miring, maka harus dibuat teras gulud atau rorak untuk memperkecil erosi tanah. Tanaman karet harus ditanam di dekat sumber air dan dekat dengan jalan agar mudah dalam pengangkutan. Pengolahan lahan secara manual dapat dilakukan dengan mencangkul dengan kedalaman olah 40 cm sampai 50 cm. Pengolahan secara mekanis dapat dilakukan dengan dua kali bajak dengan selang waktu tiga minggu dan dua kali garu dengan selang waktu satu minggu pada kedalaman 40 cm sampai 50 cm.

Kata kunci: potong, rumput, tanah, karet.

Abstract

The design is motivated by problems that occur in rubber plantations, where the presence of high weeds inhibits the rubber production process. Wild grass also becomes a hotbed of insects and wild animals that can endanger the safety of workers. The purpose of making the design is to design a machine that can cut the weeds and hoe the ground in the rubber plantation. The purpose of making the ground hoe feature is so that the soil can be used to replant the rubber trees.

The method used in the design is to identify the needs of consumers by discussing it with consumers, then make observations to the rubber plantation, interview with consumers, analyze the needs, determine the concept of machine design, concept selection, calculation analysis, and design the machine.

Observation studies that have been done to get data that is planted rubber plantation on flat land to produce plants that are not rooted crooked. If forced to use land sloping, it must be made gulud or rorak terrace to minimize soil erosion. Rubber plants should be planted near the water source and close to the road for easy transport. Manual land processing can be done by digging with a depth of 40 cm to 50 cm. Mechanical processing can be done with two plows with a time interval of three weeks and two times a rake with an interval of one week at a depth of 40 cm to 50 cm.

Keywords: cut, grass, soil, rubber.

1.1 LATAR BELAKANG

Keberadaan rumput liar pada area perkebunan karet sering menjadi hambatan dalam pemanenan karet, dikarenakan dapat menjadi sarang serangga dan hewan liar yang dapat membahayakan keselamatan pekerja dan mengurangi efisiensi saat panen karet. Tujuan pembuatan rancangan ini adalah untuk merancang sebuah mesin yang dapat memotong rumput liar dan mencangkul tanah yang ada di perkebunan karet. Tujuan dibuatnya fitur mencangkul tanah adalah agar tanah dapat digunakan untuk menanam kembali pohon karet.

1.2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam perancangan mesin potong rumput untuk kebutuhan perkebunan karet adalah mengidentifikasi kebutuhan konsumen dengan cara mendiskusikannya dengan konsumen, kemudian mengadakan observasi ke perkebunan karet, wawancara dengan konsumen, menganalisis kebutuhan, menentukan konsep rancangan mesin, pemilihan konsep, analisis perhitungan, dan membuat gambar kerja. Mesin akan menggunakan generator dengan daya 1000-2000 watt.

1.3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.3.1. Kajian Pembeding Alat

Untuk menghasilkan suatu rancangan yang baik, perlu pembeding produk yang sudah ada, sehingga rancangan nantinya akan mampu mengurangi kekurangan yang sudah ada sebelumnya dan menambah kehandalan dari mesin yang sebelumnya.

a. DR Field and Brush Mower



Gambar 1. DR Field and Brush Mower

Panjang	: 80,5”
Lebar	: 30.25“
Tinggi	: 48.2“
Berat	: 268 lbs
Panjang blade	: 26“
Lebar pemotongan	: 26“
Kapasitas pemotongan	: 4' High Grass 8' High Weeds 2" Thick Saplings

b. Horti Power 72cc Post Hole Digger



Gambar 2. Horti Power 72cc Post Hole Digger

Diameter bor	: 20 mm
Kapasitas mesin	: 72 cc
Kapasitas tanki bensin	: 1.2 L
Max. Kedalaman	: 1.6 m

c. 49CC Garden tiller Hoe Rotary tiller cultivator 2.2HP

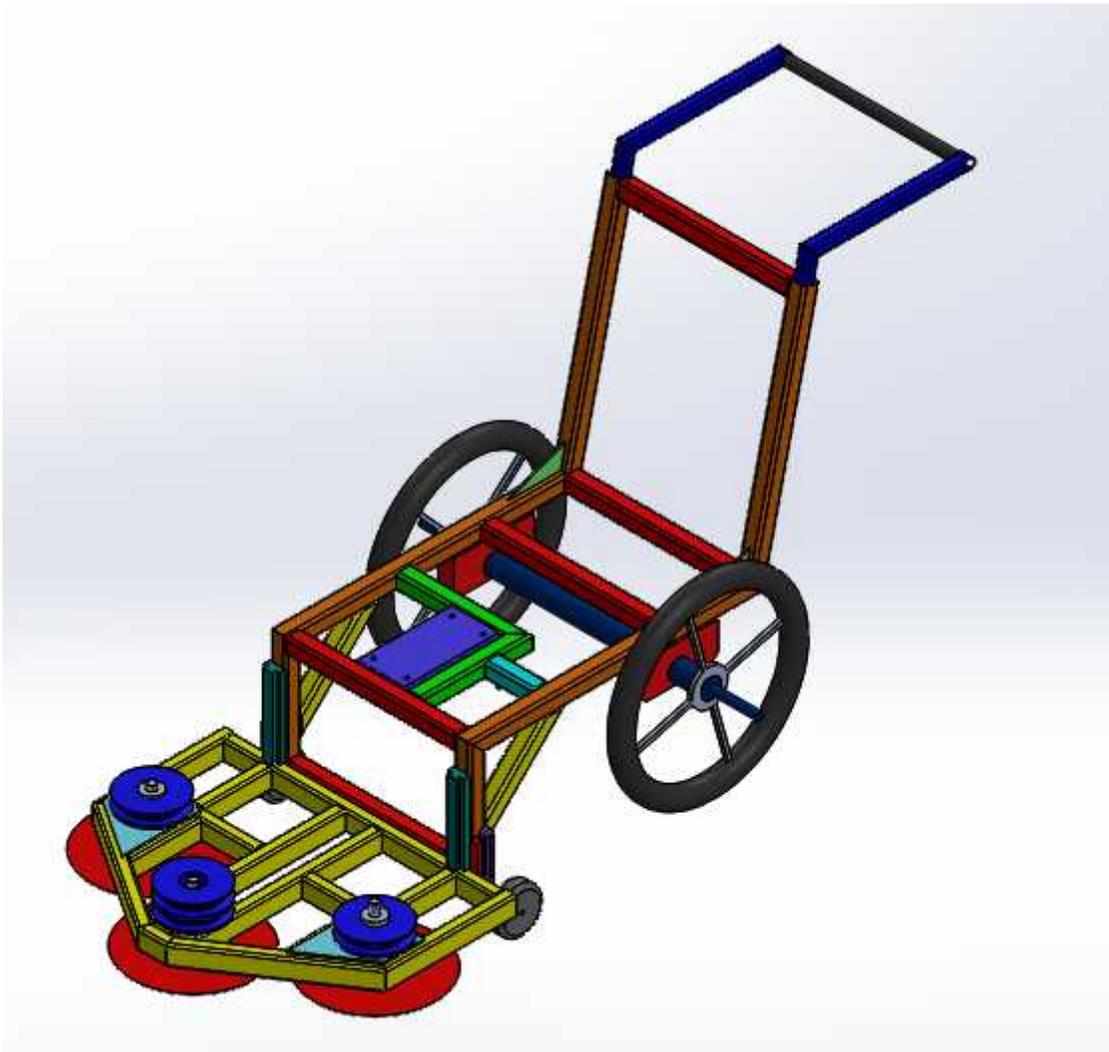


Gambar 3. 49CC Garden tiller Hoe Rotary tiller cultivator 2.2HP

Engine	: IE44F-6A 2-Stroke Forced Air Cooling, Single Cylinder
--------	---

Displacement	: 49cc
Max power	: 2.2 HP atau 6500 r/min
Working width	: 30 cm
Working depth	: 10-15 cm
G.W./N.W.	: 18/16 kg

1.3.2 Hasil dan Pembahasan



Gambar 4. Rancangan Mesin Pemotong Rumput Multifungsi

Daya motor yang digunakan sebesar 5,5 HP / 3600 rpm. Double Crankshaft yang digerakkan oleh motor mentransmisikan daya ke pulley pisau bagian tengah melalui belt. Kemudian, pulley pisau tersebut menggerakkan pulley pisau yang lain sehingga pisau yang terhubung oleh pulley dapat berputar dan melakukan pemotongan. *Handle* yang bersifat *adjustable* memudahkan pengguna dalam mengaplikasikan fungsi-fungsi mesin ini.

Pulley pada motor memiliki diameter 50 mm. Pulley yang terhubung dengan circular saw (d1) memiliki diameter 147mm, sehingga kecepatan putar pulley d1 menggunakan persamaan:

$$d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2 \quad \text{[Persamaan.1]}$$

Dimana:

$$d_1 = d_2 = d_4 = 147 \text{ mm}$$

$$d_3 = 80 \text{ mm}$$

$$d_{\text{motor}} = 50 \text{ mm}$$

$$n_{\text{motor}} = 3600 \text{ rpm}$$

Maka,

$$d_1 \times n_1 = d_m \times n_m$$

$$147 \times n_1 = 50 \times 3600$$

$$n_1 = \frac{50 \times 3600}{147}$$

$$n_1 = 1224,489 \text{ rpm}$$

Dikarenakan $d_1 = d_2 = d_4$, maka kecepatan putarnya pun sama.

$$n_1 = n_2 = n_4 = 1224,489 \text{ rpm}$$

Maka, kecepatan putar pulley sebesar 1224,489 rpm.

Kecepatan putar pulley 3 menggunakan persamaan.1, maka:

$$d_1 \times n_3 = d_3 \times n_3$$

$$147 \times 1224,489 = 80 \times n_3$$

$$n_3 = \frac{147 \times 1224,489}{80}$$

$$n_3 = 2249,998 \text{ rpm}$$

Daya motor sebesar 5,5 HP, maka:

$$P = 5,5 \text{ HP} = 4101,35 \text{ watt}$$

Torsi di pulley motor menggunakan persamaan:

$$P = \frac{2\pi n T}{60} \quad \text{[Persamaan.2]}$$

$$4101,35 = \frac{2\pi \times 3600 \times T}{60}$$

$$T = \frac{4101,35}{2\pi \times 60}$$

$$T = 10,8 \text{ [Nm]}$$

Gaya yang bekerja pada pulley motor adalah:

$$T = F \cdot r \quad \text{[Persamaan.3]}$$

$$10,8 = F \times 25 \times 10^{-3}$$

$$F = \frac{10,8}{25 \times 10^{-3}}$$

$$F = 432 \text{ [N]}$$

Diameter *circular saw* adalah sebesar 12 inci, atau 304,8 mm. Maka cutting speed untuk memotong rumput adalah:

$$\omega_1 = \omega_2 \quad \text{[Persamaan.4]}$$

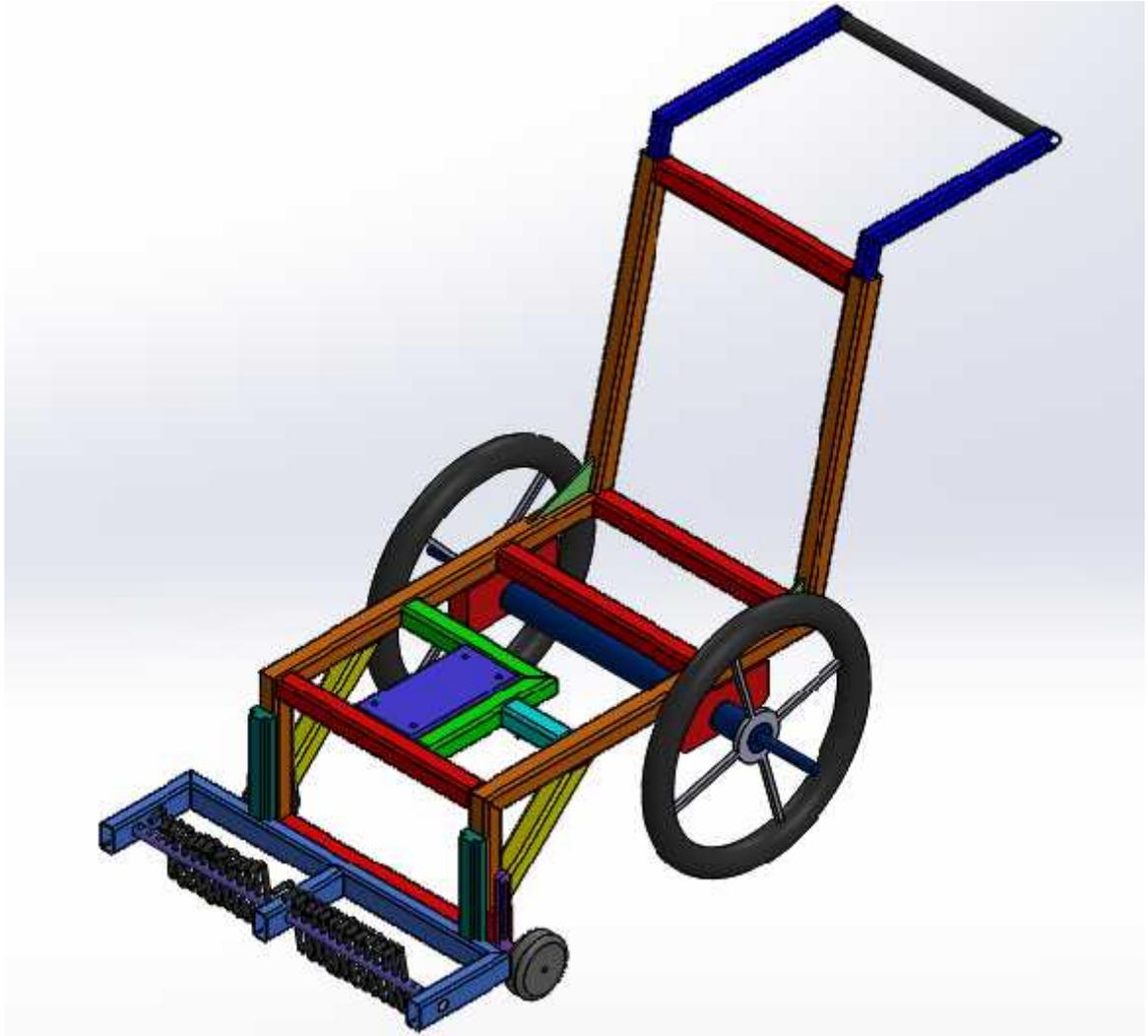
$$1224,489 = \frac{v_2}{r_2}$$

$$v_2 = 1224,489 \times 152,4$$

$$v_2 = 186612,1236 \text{ [mm/s]}$$

$$v_2 = 186,612 \text{ [m/s]}$$

Maka, cutting speed nya adalah sebesar 186,612 [m/s]



Gambar 5. Mesin pencangkul tanah

Daya motor yang digunakan 5.5 Hp/3600 rpm. Motor memberikan gaya ke transmisi kemudian transmisi mengerakkan mesin pencangkul menggunakan pulley.

Mesin dapat mencangkul tanah sedalam 100 mm – 150 mm dan selebar 600 mm

$$d_1 \times n_1 = d_2 \times n_2$$

$$d_1 = 40 \text{ [mm]}$$

$$d_{\text{motor}} = 50 \text{ [mm]}$$

$$n_{\text{motor}} = 3600$$

Maka

$$d_1 \times n_1 = d_m \times n_m$$

$$40 \times n_1 = 50 \times 3600$$

$$n_1 = \frac{50 \cdot 3600}{40}$$

$$n_1 = 4500 \text{ rpm}$$

panjang mata penggarap tanah 200 [mm] yang bergerak memutar.

$$\omega_1 = \omega_2$$

$$4500 = \frac{v_2}{r_2}$$

$$v_2 = 4500 \cdot 100$$

$$v_2 = 450000 \text{ [mm/s]}$$

$$v_2 = 450 \text{ [m/s]}$$

Maka kecepatan menggarap tanah adalah 450 [m/s]

1.4 Kesimpulan

1. Cutting speed yang digunakan untuk memotong rumput di perkebunan karet adalah sebesar 186,612 [m/s].
2. Daya motor yang digunakan adalah sebesar 5,5 HP.
3. Mesin pemotong rumput multifungsi memudahkan pengguna dalam memotong rumput, mengebor, dan menggarap tanah untuk kepentingan perkebunan karet.
4. kecepatan menggarap tanah yang digunakan untuk memotong rumput diperkebunan adalah sebesar 450 [m/s]

1.5 Daftar Pustaka

- [1] S. Suharyatun. 2002. *Mekanisme Pemotongan Rumput Dengan Menggunakan Pisau Pemotong Rumput Tipe Rotari*. Master Theses Agriculture Technology IPB.
- [2] Setianto, Eko. 2009. *Teknisi Budidaya Tanaman Karet*. <https://ekosetianto.wordpress.com/2009/11/07/teknisi-budidaya-tanaman-karet/>. Diakses pada Juli 2017.
- [3] Nggi, Queen. 2016. *Persiapan Lahan dan Penanaman Karet*. <http://quennnggi.blogspot.co.id/>. Diakses pada Juli 2017.

RANCANG BANGUN ALAT PANEN KELAPA SAWIT

Zaenal Mustofa¹, Gendy Martatomo¹, Rinaldi Yuliansyah¹, Sidiq Ruswanto¹,
Mochamad Syarif Hasyim²

¹Teknik Mesin, Teknik Mesin Produksi

²BBPLK Bekasi

Abstrak

Alat panen kelapa sawit ini merupakan alat yang berfungsi untuk memudahkan pekerjaan para petani untuk memanen kelapa sawit. Selama ini alat panen kelapa sawit yang kita kenal di pasaran mesin penggerakannya masih menggunakan sumber tenaga berbahan bakar minyak dan bahan pembuatan pisau yang kurang tepat sehingga mengakibatkan pisau patah saat proses pengerjaannya.

Maka dari itu, kami membuat alat pemotong pelepah kelapa sawit yang memiliki berat yang ringan yang dapat memotong pelapah yang lebih cepat. Tujuan dari alat ini adalah untuk meringankan dan mempercepat proses pemotongan pelapah kelapa sawit. Konsep pada alat ini dapat menghemat bahan bakar karena alat ini menggunakan aki, dan alat ini menggunakan material berbahan baja ringan pada batang pemegang, sedangkan pada pisau menggunakan bahan baja karbon. Komponen – komponen yang terdapat pada mesin pemotong pelepah kelapa sawit ini adalah motor listrik, poros, dodos, rantai t, aki, puli. Alat ini menggunakan satu motor listrik untuk memutar poros yang sudah dipasangkan di gear box unuk menggerakkan dodos. Prinsip kerja dari mesin pemotong pelepah kelapa sawit ini adalah aliran listrik dari aki dikirim kemesin motor listrik lalu menggerakkan poros melalui pulley yang sudah dihubungkan dengan v belt. Poros akan menggerakkan dodos yang arah gerak kerjanya maju mundur

Kata Kunci:pelepah kelapa sawit, mesin pemotong, aki, dodos

Abstract

This palm oil harvesting tool is a tool that serves to facilitate the work of farmers to harvest palm oil. So far, the oil palm cultivation tools that we know in the market of the propulsion engines are still using the source of fuel oil & materials that make the blade is less precise cause the blade is broken during the work process.

Therefore, we make a palm oil cutting tool which has a ringer weight, cutting the sheath faster. The purpose of this tool is to ease and speed up the process of cutting oil palm. The concept of this tool can save fuel because it uses batteries, and this tool uses lightweight steel material on the holder rod, while the knife uses carbon steel material. Components - components contained in this oil palm cutting mower is an electric motor, axis, dodos, chain, batteries, pulleys. This tool uses one electric motor to rotate the shaft that has been paired in the gear box to move the dodos. The working principle of the palm oil cutting machine is the flow of electricity from the battery sent electric motor engine then move the shaft through a pulley that has been connected with the v belt. The axis will move the dodos whose working direction back and forth

Keywords: palm oil midrib, cutting machine, battery

1. PENDAHULUAN

Tumbuhnya kelapa sawit di Indonesia dikatakan sangatlah banyak, karena terdapat lahan perkebunan yang luas dan iklim cuaca yang cocok untuk membudidayakan pohon kelapa sawit. Tidak heran jika Indonesia menjadi negara nomor satu penghasil kelapa sawit di dunia. Dilihat dari segi ekonomi, ini sangatlah menjanjikan untuk pertumbuhan ekonomi di Indonesia.

Semakin banyak industri bermunculan, salah satunya industri minyak kelapa sawit. Dalam dunia industri yang semakin berkembang ini perusahaan diwajibkan mempunyai alat yang dapat bekerja secara cepat, tepat, aman, dan seefisien mungkin. Maka banyak yang menciptakan alat untuk panen kelapa sawit.

Jika kita melihat sudah banyak alat-alat panen kelapa sawit yang dijual dipasaran, akan tetapi banyak permasalahan yang terdapat di alat tersebut. Permasalahannya yang dihadapi adalah pekerjaan terdapat pada proses pemotongan pelepah kelapa sawit, dan borosnya penggunaan bahan bakar untuk sumber tenaganya.

Dalam proses pemotongan pelepah kelapa sawit di Desa Cigudeg, Kabupaten Bogor Barat, pekerja masih menggunakan alat pemotong pelepah kelapa sawit motor penggerak berbahan bakar dimana pekerja mengeluhkan beratnya alat saat akan dioperasikan. Dimana membuat para pekerja kurang nyaman melakukan pekerjaan, ditambah suara bising yang dihasilkan oleh mesin tersebut dan Gerakan maju-mundur yang dihasilkan mesin masih sangat kasar.

Demi menjawab kebutuhan tersebut penulis pun merancang sebuah alat yang sesuai dan dapat digunakan oleh para pekerja dalam memotong pelepah kelapa sawit. Alat ini bertujuan untuk mengatasi masalah-masalah yang terjadi pada proses pemotongan dan bahan bakar yang akan dipakai. Dengan ini penulis berharap nantinya pekerja dapat memanfaatkan kinerja alat yang akan dibangun agar mengurangi atau mengefisienkan banyak aspek. Rancang bangun alat yang akan penulis kerjakan adalah alat panen kelapa sawit.

2. METODE PENELITIAN



Metode penelitian dan penjelasan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah :

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah melakukan pengamatan langsung yaitu dengan melibatkan pekerja panen kelapa sawit, dimana letak kekurangan alat sebelumnya, yaitu dengan mengubah sumber energy dari bahan bakar minyak menjadi energy listrik, mengurangi suara bising yang dihasilkan dari proses kerja alat, memperhalus gerakan maju-mundur saat pekerjaan. Perubahan ini dimaksudkan agar para petani kelapa sawit yang menjalankan pekerjaan panen menghemat biaya, dan para petani merasa nyaman menggunakan alat tersebut.

b. Studi Literatur

Menggunakan referensi pustaka yang sesuai dan efektif agar pembuatan alat dapat lebih tepat guna serta lebih efisien. Terdiri dari perhitungan dan pemilihan bahan.

c. Pembuatan dan Perancangan Alat Panen kelapa sawit

Dalam proses perancangan terdapat proses penggambaran gambar kerja yang bertujuan supaya informasi yang jelas tersebut bisa diproduksi menjadi sebuah produk nyata dan hasil dari kegiatan perancangan, menentukan pemilihan bahan, ukuran-ukuran yang dibutuhkan, dan jumlah komponen pendukung yang dibutuhkan. Dalam proses pembuatan terdiri dari berbagai macam proses yaitu proses rancang bangun yang sesuai dengan gambar kerja,

proses permesinan yang terdiri dari proses pemotongan bahan, pengelasan, dan finishing. Setelah proses permesinan dilakukan maka akan dilakukan proses perakitan alat panen kelapa sawit, hingga siap dilakukan pengujian.

d. Analisis Cara kerja dan Efisiensi alat panen kelapa sawit

Setelah proses pembuatan dan perancangan dilakukan analisis cara kerja yaitu memeriksa serta menganalisa apakah alat yang sudah dibangun bekerja sesuai keinginan dan bekerja secara benar, jika alat yang dibangun tidak bekerja sesuai keinginan maka harus ada peninjauan kembali serta perbaikan agar kembali berfungsi sesuai keinginan. Adapun parameter yang harus diamati pada saat pengujian ialah fungsi dari setiap komponen apakah bekerja seacara benar uji karakteristik bahan serta uji eefisiensi dan efektifitas alat

e. Kesimpulan dan Saran

Langka kesimpulan dan saran berisi tentang garis besar dan hasil akhir dari penelitian ini yang telah diperiksa dan direvisi. Saran juga diperlukan untuk penulis, masyarakat, maupun penelitian selanjutnya

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui proses pengamatan, kita mendapatkan ukuran 1:1 dari yang aslinya dan di aplikasikan kedalam software design menjadi gambar kerja, dan untuk perhitungan menentukan gaya pemakanan dan daya yang dihasilkan oleh mesin setelah melalui tahap modifikasi.

Hasil dari penelitian tentang modifikasi alat panen kelapa sawit adalah gambar kerja, dan target dari modifikasi yang akan dicapai Berikut penulis lampirkan.



Gambar 1 Tampak luar

No	Gaya Potong (N)	Luas Permukaan (mm ²)	Tegangan Geser
1	61.428	41.785	1.47
2	58.571	38.571	1.51
3	57.412	33.571	1.70
4	78.571	56.071	1.40
5	81.428	58.214	1.39
6	64.285	49.285	1.30
7	71.428	54.285	1.31
8	68.571	53.928	1.27
9	64.285	47.875	1.34
10	64.285	43.571	1.47

Tabel 1 Hasil Uji Pemotongan Pelelah Kelapa Sawit

Untuk konstruksi alat panen yang sudah ada memiliki tinggi total $\pm 2,0$ m. Untuk mesin penggeraknya sendiri menggunakan dynamo starter motor. Karena ukuran gear box harus seringan mungkin karena posisi gear box akan berada di depan menyatu langsung dengan rumah pisau dodos, maka kami menggunakan dynamo motor dengan kecepatan 11.000 rpm untuk menyesuaikan dengan area kerja. Material yang akan digunakan adalah baja tipe Stainless Steel. Dipilih Stainless Steel karena cocok untuk meringankan alat panen sawit. Stainless steel cukup kuat untuk menahan beban berat.

1. Daya

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{60} = \frac{3,14 \times 0,052 \text{ m} \times 9000 \text{ rpm}}{60} = 23,55 \text{ m/s}$$

Jadi $P = F_p \times V$

$$P = 81,428 \times 23,55$$

$$P = 1,918 \text{ Kw}$$

$$P = 1,918 \times 1,341$$

$$P = 2,572 \text{ HP}$$

2. Momen Gaya

Gaya Yang Bekerja Pada Poros

$$F_{poros} = \frac{P}{V}$$

$$F_{poros} = \frac{2.6 \text{ Hp}}{23.55 \text{ m/s}}$$

$$F_{poros} = \frac{1938.8 \text{ watt}}{23.55 \text{ m/s}}$$

$$F_{poros} = 82.30 \text{ N}$$

$$Torsi = F \cdot r$$

$$Torsi = 82.30 \cdot 16$$

$$Torsi = 1315.68 \text{ N.m}$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

- a. Kesimpulan:
- Dari hasil analisis dan pembahasan, maka didapat kesimpulan yaitu :
1. Dengan menggunakan aki, biaya yang dikeluarkan akan lebih hemat
 2. dengan menggunakan motor listrik, suara bising yang dihasilkan berkurang
 3. Pengerjaan lebih efektif karena mesin dan gearbox berada didepan
- b. Saran:
1. Untuk penulis diharapkan dapat melanjutkan penelitian untuk meningkatkan efektivitas dari alat panen kelapa sawit

5. HASIL DAN PEMBAHAS

1. Sularso, Kiyokatsu Suga. 2008. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita, PT.
2. Khurmi, R.S & Gupta, J.K. 1982. " A Text Book Of Machine Design". New Delhi : Eurasia Publishing House (pvt) Ltd.
3. Stolk, ir. Jac & Kros, ir. C. 1981. *ELEMEN ELEMEN MESIN : Elemen Konstruksi Bangunan Mesin*. Rotterdam : Erlangga
4. Saleh, Ahmad Hanafi. 2016. *Rancang Bangun Alat Pemetong pelepah Kelapa Sawit Berpenggerak Motor Bensin 32 cc*. Depok.

RANCANG MEKANISASI MESIN CUTTING EGR UNTUK PLATE COMP EGR DI AREA GRAVITY DIE CASTING

Mochammad Sholeh, Muhammad Hafiidz Finsyah, Muhammad Sri Garindra Billahputra.

*Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425,
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034, apit4869@gmail.com*

Abstrak

Untuk memisahkan riser dari part Plate Comp EGR, selama ini menggunakan mesin gergaji pita yang feedingnya dilakukan secara manual oleh operator, dengan cara operator mendorong jig dimana part tersebut sudah terpasang. Proses semacam ini menyebabkan jumlah proses dalam sehari tidak bisa optimal dan hasil pemotongannya kadang kala overcut (bisa berlebih/berkurang) sehingga produk masuk dalam kategori "not good". Untuk mempercepat proses dan mengurangi part NG maka dirancanglah satu peralatan yang mampu meningkatkan produktivitas part yaitu dengan mekanisasi yang memanfaatkan program PLC sebagai mesin semi auto. PLC akan berfungsi sebagai pengatur kecepatan pemakanan part tersebut. Part Plate Comp EGR mempunyai empat riser, dengan panjang riser yang berbeda-beda. Riser 1 dengan panjang 41.05 [mm], riser 2 dengan panjang 54.69 [mm], riser 3 dengan panjang 41.05 [mm], dan riser 4 dengan panjang 61.35 [mm]. Untuk itu PLC diperlukan untuk mengatur kecepatan yang berbeda-beda dari riser tersebut. Kecepatan feedingnya akan menyesuaikan dari panjang riser tersebut dan jarak antar keempat riser. Jarak riser 1 ke riser 4 adalah 320.26 [mm]. Konsep yang akan diterapkan ialah pada saat gergaji memotong tiap riser kecepatan feedingnya berbeda dengan kecepatan feeding saat gergaji tidak memotong riser (jarak antar riser). Metodologi dengan merancang yang hasilnya divisualisasi sehingga pada jumlah penggunaan, sehingga lifetime gergaji dapat diketahui.

Kata kunci : mesin gergaji pita, riser part, PLC, mekanisasi, part plate comp egr, gravity die casting

Abstract

To separate the riser of part plate comp egr , so far the use of a machine a saw ribbon feeding to be done manually by an operator , by means of operator encourage a jig where the part is already installed .The process of a kind of this caused the number of process in a day could not optimal and the results of slaughtering sometimes overcut (can excess / decreased) so that the product included in the category "not good".To speed up the process and reduce part NG so dirancanglah one equipment who are able to raise productivity part namely by mechanization who use program plc as a machine spring auto .Plc will serve as officers feeding speed of part .Part plate comp egr had four riser , with long riser different .The riser 1 with long 41.05 [mm], the riser 2 with long 54.69 [mm], the riser 3 with long 41.05 [mm], and the riser 4 with long 61.35 [mm]. For that plc required to set the pace of the riser different the. Feeding speed will adjust of the length of the riser and the distance between the fourth riser.The distance riser 1 to the riser 4 is 320.26 [mm].The concept of to be applied is at the time of a saw cut every riser speed feeding berbeda with speed feeding when a saw not cut the riser (gap between the riser).Methodology to design the result of which divisualisasi so that in the number of the use of, so that lifetime a saw it can be seen.

Keywords: a machine a saw tape, the riser part, plc, mechanization, part plate comp egr, gravity die casting

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT X merupakan perusahaan yang memproduksi komponen otomotif dan produk terkait lainnya yang menggunakan bahan dasar alumunium dengan inovasi teknologi *die casting*. Salah satu bagian produksinya ialah *gravity die casting*. *Gravity die casting* adalah teknik pengecoran dalam cetakan logam dilaksanakan dengan menggunakan logam cair ke dalam cetakan logam dimana tidak menggunakan tekanan kecuali tekanan yang berasal dari tinggi cairan logam dalam cetakan.

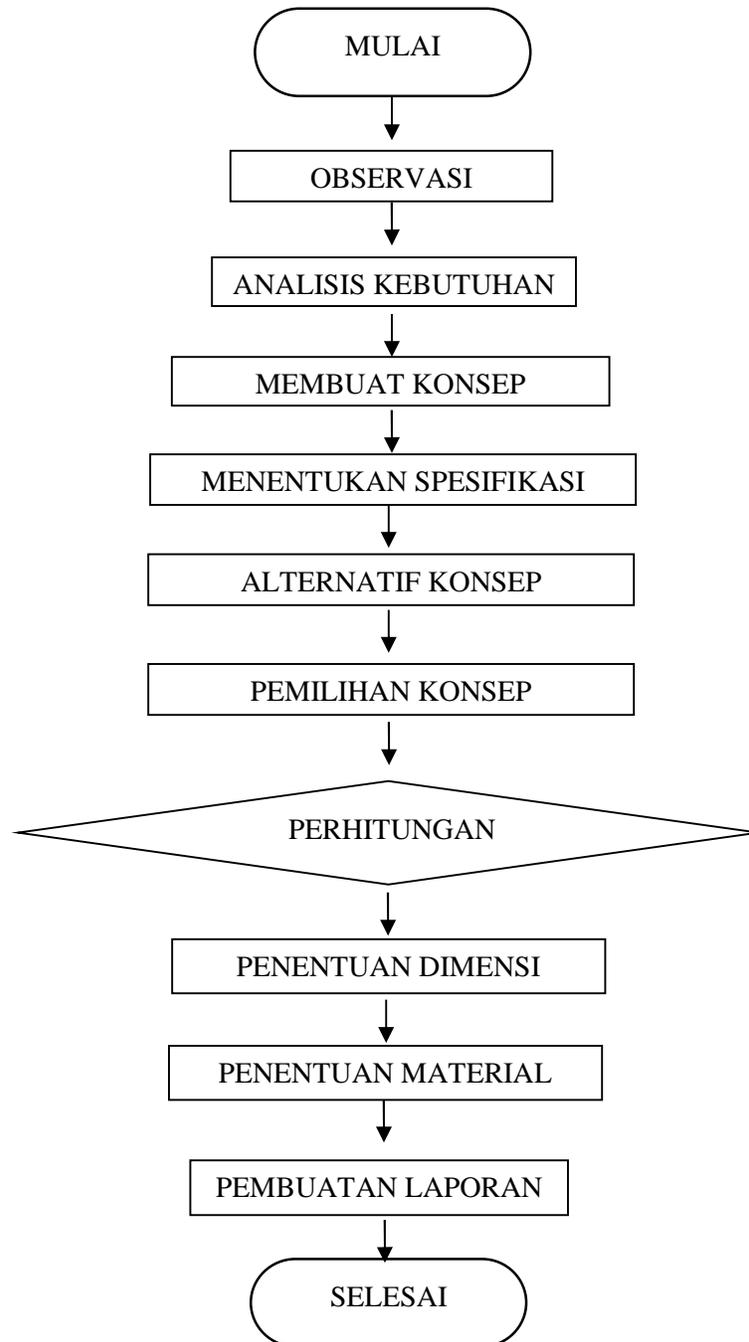
Pada area *gravity die casting* di PT X menggunakan bahan baku yaitu alumunium AC4CH dan AC2B. Proses yang dilakukan di area GDC dimulai dari memproses bahan dasar hingga bahan jadi. Pada area GDC hampir 95% menggunakan mesin secara manual. Dalam hal ini maksudnya ialah banyaknya campur tangan operator terhadap mesin yang digunakan.

Bagian proses *finishing* GDC ada dua proses, yaitu *deburring* dan *cutting*. Pada bagian *cutting*, terdapat 4 mesin yang masih belum maksimal penggunaannya. Karena 3 dari 4 mesin tersebut, masih manual dan operator pada mesin *cutting* hanya 2 orang. Oleh sebab itu, untuk mengoptimalkan mesin *cutting* dibutuhkan beberapa tahap dalam merancang *flow* permesinan dan memodifikasi desain jig dengan menggunakan PLC. Proses *cutting* untuk part EGR masih manual, sehingga masih belum optimal produktivitasnya.

Tujuan umum ialah mengoptimalkan produktivitas area *Gravity Die Casting* di PT Astra Otoparts Divisi Nusametal dengan memodifikasi desain dan mekanisasi mesin *cutting* FUHO/02.

Tujuan Khusus ialah Mengubah metode mesin *cutting* FUHO/02 menjadi otomatis dengan memodifikasi desain yang sudah ada. Mengurangi CT (*cycle time*) part EGR yang sebelumnya. Mengurangi resiko kecelakaan kerja pada saat menggunakan mesin FUHO/02. Menambah *life time* atau umur gergaji.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Proses

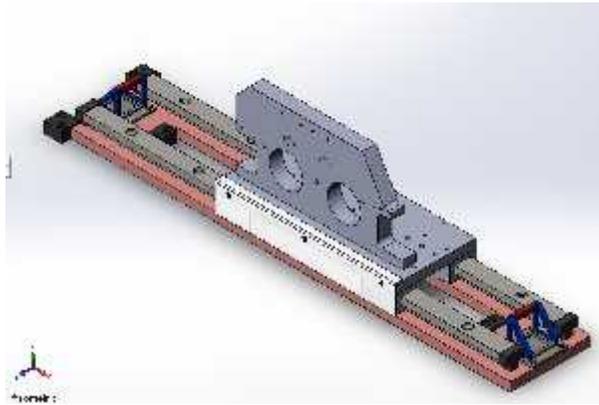
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Jig untuk Mesin Cutting Part Plate Comp EGR

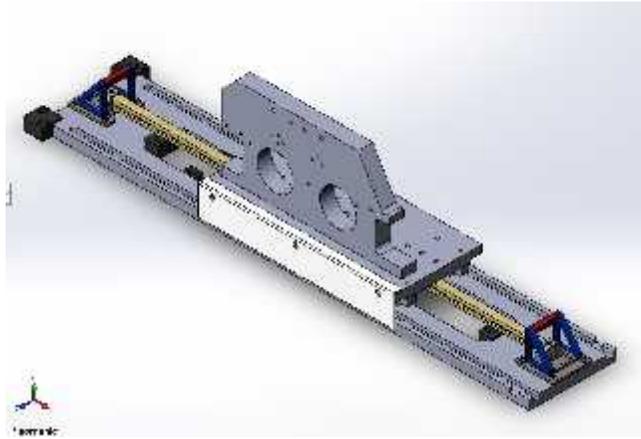
Desain yang dibuat ialah hasil modifikasi dari desain sebelumnya. Dan yang didesain hanyalah untuk mekanisasi jignya saja, tidak mendesain ulang mesin cutting yang berada di area Gravity Die Casting. Berikut adalah beberapa alternatif desain yang akan digunakan:



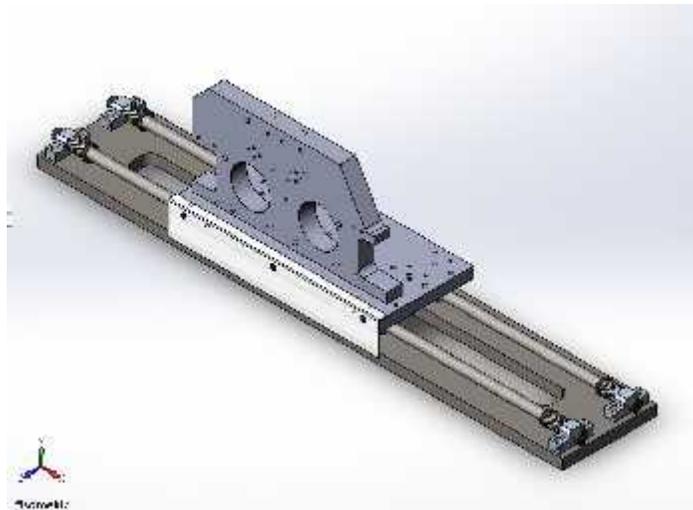
Gambar 2. Kondisi Aktual Mesin Cutting beserta Jig



Gambar 3. Alternatif Desain 1



Gambar 4. Alternatif Desain 2



Gambar 5. Alternatif Desain 3

3.2 Analisis Jig Mesin Cutting Part Plate Comp EGR

1. Pada konsep 1 untuk Part Mesin Cutting Part Plate Comp EGR, pada Part Support yaitu Railway dari Deck Jig menggunakan Linear Motion Guide atau LM Guide. LM Guide Actuator adalah aktuator kompak dengan kekakuan tinggi dan presisi tinggi, Pada konsep ini LM Guide mempunyai dua fungsi yang sangat penting yaitu untuk jalur pergerakan vertical pada Slider dan Guide yang fungsinya untuk menahan Slider supaya tidak keluar jalur. Selain itu Linear guide merupakan sebuah elemen yang berfungsi untuk mengurangi gaya gesek antara dua elemen yang saling bergesekan. Gesekan antara dua elemen dapat menyebabkan hal-hal berikut:
 - Terjadinya keausan
 - Muncul rugi energi karena panas

- Beban motor berlebih
- Umur pakai semakin singkat

Dan untuk design dari Stopper pada konsep 1 ini meniru design dari stopper untuk kereta api yang menggunakan rangka segi tiga. Dan untuk bagian yang menahan Slider berbahan dasar karet, dan untuk rancangan ini Stopper berfungsi sebagai elemen pelengkap dari Standar Safety mesin untuk menahan Slider dari Jig, dan Stopper tidak berperan penuh dalam segi penghentian karena sudah untuk System pemberhentian sendiri sudah di bantu oleh Program PLC.

Konsep 1 ini juga di lengkapi Pelindung atau Cover Slider yang terbuat dari bahan dasar mika transparan, yang berfungsi melindungi Slider dari Sekrap pada saat pemotongan riser. Ditambah pengunci meja railway yang berada pada ke empat sudut dan dua pengunci di tengah pada celah meja yang dibaut dengan mesin cutting, pengunci ini berfungsi sebagai penahan meja supaya kokoh dan memudahkan operator untuk melepas meja saat waktu maintenance Jig.

2. Pada konsep 2 untuk Mesin Cutting Part Plate Comp EGR, system penggerak Jig menggunakan elemen Single Deep Groove Ball Bearing yang berfungsi sebagai roda yang berperan penuh dalam pergerakan Jig dan juga sebagai tumpuan pada part support lainnya, bearing di pasang pada as bearing yang terletak dibawah deck jig, dan juga bearing ini bergerak mengikuti jalur meja sepanjang 1000 [mm], dan dibagian samping sebelah kiri bearing dilengkapi Pelindung atau Cover Bearing yang terbuat dari bahan dasar mika transparan, yang berfungsi melindungi bearing dari Sekrap pada saat pemotongan riser.

Dan untuk design dari Stopper pada konsep 2 ini meniru design dari stopper untuk kereta api yang menggunakan rangka segi tiga. Dan untuk bagian yang menahan Deck berbahan dasar karet, dan untuk rancangan ini Stopper berfungsi sebagai elemen pelengkap dari Standar Safety mesin untuk menahan Deck dari Jig, dan Stopper tidak berperan penuh dalam segi penghentian karena sudah untuk System pemberhentian sendiri sudah di bantu oleh Program PLC. Ditambah pengunci meja railway yang berada pada ke empat sudut dan dua pengunci di tengah pada celah meja yang dibaut dengan mesin cutting, pengunci ini berfungsi sebagai penahan meja supaya kokoh dan memudahkan operator untuk melepas meja saat waktu maintenance Jig.

3. Untuk konsep 3 dari Rancangan Mekanisasi Mesin Cutting, part bagian penggerak jig menggunakan pipa slider. Pipa slider ini berfungsi sebagai guide dimana jig dapat bergerak maju atau mundur. Pada konsep ini menggunakan 2 pipa slider seperti tampak gambar di atas. Beberapa part lainnya ada yang sama seperti penutup sekrup dan pengunci meja railway. Stopper Jig yang digunakan pada konsep ini menggunakan spring yang berfungsi untuk safety seperti pada konsep sebelumnya. Spring ditempatkan disetiap ujung pipa slider dan berjumlah 4 buah.

PERHITUNGAN

Diketahui :

- $n = 3000$ [Rpm]
- $P_{motor} = 2,2$ [kw]
- $D_1 = D_2 = 50$ [Cm]

Ditanya :

- $V_p = \dots$ [m/s]

Jawab :

$$\begin{aligned} \rightarrow V_p &= \frac{\pi \times D_1 \times n}{60.000} \\ &= \frac{22/7 \times 500 \times 3000}{60.000} \\ &= 78,5714 \text{ [m/s]} \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

- Dengan memodifikasi desain dan mekanisasi mesin *cutting* FUHO/02, dapat membuat produktivitas pada area *cutting* GDC menjadi maksimal.
- Dapat membuat CT part EGR menjadi lebih cepat dan optimal.
- Resiko kecelakaan kerja operator menjadi lebih sedikit karena metode mekanisasi mesin *cutting* part EGR menjadi otomatis.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Robert L. Mott, “*Machine Elements in Mechanical Design*,” New Jersey, PEARSON, 2004.
- [2]. R.S. Khurmi, J.K. Gupta, “*A Textbook of Machine Design*,” New Delhi, EURASIA PUBLISHING HOUSE, 2005.
- [3]. Sularso and Kiyokatsu Suga, “*DASAR PERENCANAAN DAN PEMILIHAN ELEMEN MESIN*,” Jakarta: PT. PRADNYA PARAMITA, 2013
- [4]. Hiram E. Grant, “*JIGS AND FIXTURES*,” New Delhi: TATA McGRAW – HILL PUBLISHING COMPANY LTD, 1981
- [5]. Andi Purwan, Tanpa Tahun. “*PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN TRANSMISI PADA MESIN PERAJANG TEMBAKAU DENGAN PENGGERAK KONVEYOR*,” Universitas Wijaya Putra.
- [6]. Hicks, BJ, dkk. 2002. *A Redesign Methodology for Analyzing and Improving The Performance Capability of Packaging Machinery. International journal of industrial engineering.*

RANCANG BANGUN MESIN BEARING INJECTOR PIPA LONG TAIL SEMI OTOMATIS

Mohammad Hasan dan Rahmat Nur Madani

*Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16424,
No. telp. +62217270044, No. Fax. (021)727004.*

Abstrak

Makalah ini menyajikan sebuah pengembangan rancang bangun mesin bearing injector pipa long tail semi otomatis, untuk memasukkan bearing pada pipa yang digunakan sebagai salah satu komponen dari long tail perahu motor. Proyek long tail perahu motor melibatkan PT. Krida Rekatama Indo bekerjasama Kementerian Perikanan dan Kelautan. Target pembuatan produk ini secara massal berjumlah 18.000 unit, sehingga membutuhkan perencanaan lini produksi yang baik dengan pengadaan Special Purpose Machine (SPM), yakni mesin pengelasan pipa semi otomatis, mesin bubut dalam pipa semi otomatis, mesin pemotong pipa semi otomatis, mesin bor pipa semi otomatis, mesin feeder flange semi otomatis, dan mesin bearing injector pipa semi otomatis, Dalam hal ini mesin bearing injector pipa yang kami bahas dalam makalah ini. Mesin tersebut dirancang untuk memasukkan jenis bearing SKF 6004 dengan ukuran diameter luar bearing 42 mm ke dalam pipa long tail pada suaian pas, sehingga bearing dapat ditempatkan dengan baik dan cepat sesuai kedalaman sejauh 123 mm. Sistem pengoperasian menggunakan feeder yang terhubung motor, dengan menggunakan injector hidraulik untuk memasukkan bearing kedalam pipa. Mesin ini digunakan secara semi otomatis untuk skala industri kecil hingga menengah, sehingga teknologi ini diharapkan dapat membantu untuk mengurangi biaya, waktu produksi, meningkatkan produktivitas, dan mengurangi jumlah barang yang reject. Makalah ini juga menyajikan tingkat suaian pemasangan bearing, analisis rumusan kekuatan bahan, desain kontruksi mesin, dan biaya yang dibutuhkan untuk proses fabrikasi mesin tersebut.

Kata Kunci: *proyek long tail perahu motor, rancang bangun mesin bearing injector pipa long tail, produk massal, peningkatan produktivitas, analisis biaya.*

Abstract

This paper presents a design and development of machinery maker of long tail pipe bearing injector, to inject a bearing on the pipe used as one component of long tail motor boat. Project long tail boat motors involved PT. Krida Rekatama Indo cooperates with the Ministry of Fisheries and Marine. Target mass manufacture of these products amounted to 18,000 units, thus requiring good planning production lines with the procurement of Special Purpose Machine (SPM), including pipe welding machine semi-automatic, pipe lathe in machine semi-automatic, pipe drilling machine semi automatic, feeder flange machine semi automatic, and pipe bearing injector machine semi automatic. In this case the pipe bearing pipe injector machine which we discuss in this paper. The machine is designed to enter the type of SKF bearings 6004 with a diameter of 42 mm outer bearing into the long tail pipe in fit transition, So that the bearing can be placed properly and quickly match the depth as far as 123 mm. The operating system uses feeders that connect the motor, using the hydraulic injector to insert a bearing into a pipe. These machines are used semi-automatic for small to medium-scale industries, so the technology is expected to help to reduce costs, production time, increase productivity, and reduce the number of items that rejected. This paper also presents a bearing mounting fit level, analysis of the formulation of the strength of materials, construction machinery design, and cost required for the fabrication process of the machine.

Keywords: *project long tail boat motors, bearing injector machine long tail, bulk products, increase the productivity, cost analysis.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Krida Rekatama Indo adalah suatu perusahaan yang bergerak di bidang *manufacturing*, *machining*, dan *machine maker*, telah diberi kepercayaan oleh Kementerian Perikanan dan Kelautan Indonesia untuk memelopori lokalisasi produk, dan kreator desain *long tail* perahu motor untuk para nelayan di berbagai wilayah Indonesia. PT. Krida Rekatama Indo membuat *Special Purpose Machine (SPM)* untuk menunjang tercapainya target produksi massal *long tail* yang optimal. Salah satu jenis *Special Purpose Machine (SPM)* yang akan dirancang adalah mesin *bearing injector* pada *long tail*, yang memiliki fungsi utama untuk memasukan *bearing* pada bagian longtail yaitu terompet secara tepat dan sesuai kapasitas produksi. Produk *long tail* yang akan dirancang bernama K85 dan K100. Komponen utama dari *long tail* tersusun oleh pipa jenis *stainless steel*. Raw material pipa adalah 6 meter.

Mesin *bearing injector* pada *long tail* harus memenuhi kapasitas 50 unit *long tail* / jam, sehingga dibutuhkan *cycle time* untuk memasukan *bearing* sekitar 50''- 60'' tiap satu terompet. Target produksi *long tail* adalah sebanyak 24.000 unit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan oleh penulis, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana melakukan rancang bangun mesin *bearing injector* pada *long tail* dengan kapasitas 50 unit *long tail* / jam ?
2. Bagaimana pengoperasian mesin *bearing injector* pada *long tail* secara presisi ?
3. Bagaimana perhitungan beban dan *cycle time* yang dibutuhkan agar mencapai kapasitas 50 unit *long tail* / jam ?

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan penulisan dari karya tulis ini adalah:

1. Dapat melakukan rancang bangun mesin *bearing injector* pada *long tail* dengan kapasitas 50 unit *long tail* / jam.
2. Dapat membuat mesin *bearing injector* pada *long tail* dengan pengoperasian secara semi-otomatis, sehingga dapat memasukan *bearing* secara presisi pada terompet *long tail*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perencanaan

Langkah-langkah pendekatan yang sistematis dalam proses berfikir menemukan ide / gagasan untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Pada tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi data sesuai kondisi lapangan dan kebutuhan pelanggan.

2.1.1 Konsep mesin yang ada

Mesin yang sudah ada di dunia industri antara lain:

- a. Mesin *bearing Injector* SKF

Mesin ini bekerja dengan cara manual. Cara kerja mesin ini dengan memasang *bearing* pada alat berbentuk tripod yang ditengahnya terdapat ulir. *bearing* dipasang pada bagian tengah tripod (bagian yang berulir), kemudian tuas diputar untuk memasukan *bearing* ke dalam pipa atau part yang diinginkan.

Mesin *bearing injector* dengan mekanisme semi otomatis tergolong baru sehingga penulis tidak menemukan contoh mesin yang lain.

2.1.2 Kebutuhan Pelanggan

Berdasarkan data kebutuhan pelanggan proyek long tail yang telah diperoleh dari Divisi Marketing PT. Krida Rekatama Indo, maka pertimbangan yang akan diputuskan untuk rancang-bangun mesin *bearing injector* pada long tail disesuaikan dengan tipe K85 dan K100 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Tabel Kebutuhan Pelanggan

No.	Kebutuhan Pelanggan	Penjelasan
1.	Proses memasukkan <i>bearing</i> memiliki hasil yang presisi.	Diameter luar <i>bearing</i> sebesar 42 mm harus bisa masuk ke dalam terompet dengan diameter dalam 42 mm dengan toleransi 3 μ m. Shaft dengan diameter luar 20 mm dimasukkan <i>bearing</i> diameter dalam 20 mm.
2.	Proses memasukkan <i>bearing</i> dengan kedalaman 123 mm pada bagian terompet	Dilakukan sesuai dengan kebutuhan dimensi pipa <i>long tail</i> sesuai tipe K85 dan K100.

2.2 Pembuatan Konsep

Pada tahapan ini, menentukan konsep desain dari mesin bearing injector pada long tail yang akan digunakan. Mulai dari penentuan prinsip kerja, fungsi utama, sub-fungsi, dan konstruksi dari mesin tersebut. Hasil dari penentuan konsep ini adalah spesifikasi mesin bearing injector pada long tail.

2.2.1 Membuat Daftar Spesifikasi

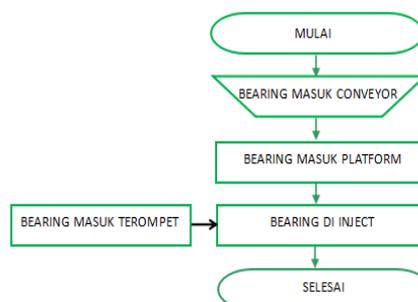
Tabel 2.2 Tabel Daftar Spesifikasi

No	Kebutuhan Pelanggan	Hasil Proses	Prioritas
1.	Proses memasukkan <i>bearing</i> memiliki hasil yang presisi.	Posisi bearing press fit pada bagian dalam terompet	1
2.	Proses memasukkan <i>bearing</i> dengan kedalaman 123 mm pada bagian terompet	Posisi bearing pada kedalaman 123 mm pada bagian dalam terompet	2

2.2.2 Konsep Utama Konstruksi Mesin

Pada tahapan ini, digambarkan aliran input / masukan sampai output / keluaran proses operasi mesin bearing injector sebagai berikut :

Gambar 2.1. Proses Operasi Mesin bearing injector



Fungsi utama mesin ini adalah memasukkan (*inject*) *bearing* ke dalam terompet long tail. Terompet diletakkan pada conveyor yang digerakkan oleh motor listrik menuju platform. Pada platform terdapat roda gigi yang berfungsi untuk mengarahkan terompet ke posisi *injector*. *Bearing* disalurkan dari hopper menuju lubang *inject*, dimana terdapat pneumatik yang berfungsi untuk menekan *bearing* masuk ke dalam terompet sesuai kedalaman spesifikasi pada suaian transisi.

Mesin yang tersusun atas beberapa sub-fungsi (sistem) untuk mendukung tercapainya fungsi utama mesin. Sub-fungsi mesin (mesin) terdiri dari sistem penggerak conveyor, sistem penggerak platform, sistem hopper, dan sistem *inject*. Seluruh sistem tersebut ditopang oleh sistem rangka. Adapun daftar sistem yang terdapat pada mesin *bearing injector* pada teromper *long tail* adalah :

- a. Sistem Penggerak Conveyor
Pada bagian ini, terompet *long tail* diarahkan menuju platform. Bagian ini digerakkan oleh motor listrik AC. *Top Chain* conveyor dipilih sebagai alas.
- b. Sistem Penggerak Platform
Merupakan sistem yang berfungsi untuk mengarahkan terompet *long tail* ke posisi *inject*. Terompet *long tail* dari conveyor masuk ke lebar ruang pada roda gigi yang memiliki jari-jari sama dengan jari-jari terompet *long tail*. Roda gigi berputar untuk mengarahkan terompet *long tail* ke posisi *inject*. Roda gigi digerakkan oleh pneumatik.
- c. Sistem *Hopper Bearing*
Bagian ini berfungsi sebagai *stock bearing* yang akan di *inject*, terdapat di bagian atas platform. Hopper dapat berisi 60 *bearing*. Ketika mesin beroperasi, *bearing* akan meluncur dari bawah hopper menuju tempat *inject*.
- d. Sistem *Inject*
Bagian ini berfungsi sebagai penekan *bearing* agar dapat masuk ke dalam terompet sesuai kedalaman yang diinginkan, terdapat di bagian atas platform. *Bearing* yang disalurkan dari hopper akan menuju tempat *inject*, kemudian ditekan oleh pneumatik hingga masuk ke dalam terompet.
- e. Sistem Rangka
Rangka merupakan bagian penghubung semua sub-fungsi. Rangka pada alat ini dapat didefinisikan sebagai frame yang berfungsi menopang semua sub-fungsi. Sistem rangka terdiri dari rangka conveyor, rangka platform, dan rangka atas (*injector*).

2.2.3 Alternatif Konsep Konstruksi Mesin

Tabel 2.3 Tabel kombinasi fungsi bagian

Fungsi Bagian	Plan 1	Plan 2
Sistem Penggerak Conveyor	Motor AC	Motor DC
Sistem Penggerak Gear-Platform	Pneumatik	Motor DC
Sistem Injector Bearing	Pneumatik	Hidrolik

Berdasarkan penilaian dari aspek teknis dan ekonomis, maka variasi konsep yang dipilih adalah Plan-1, dengan pertimbangan sebagai berikut:

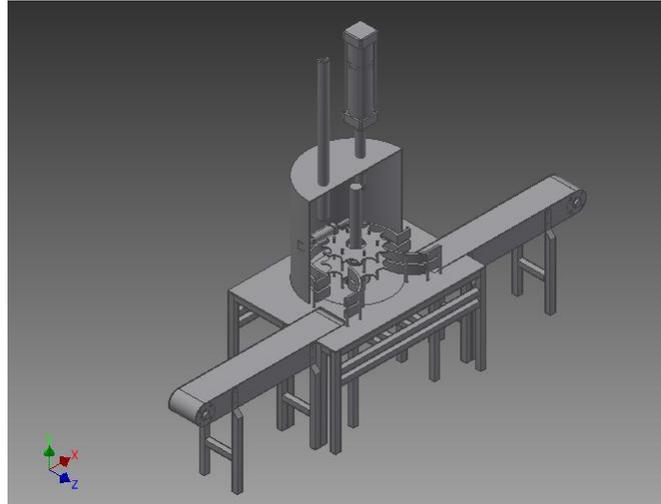
Keuntungan :

- Konstruksi sederhana dan mudah dirakit
- Konstruksi rangka cukup ringan dan kokoh
- Pemasangan dengan komponen lain cukup mudah
- Harga keseluruhan komponen relatif murah
- Pneumatik tidak perlu menggunakan oli

2.3 Perancangan

Merancang merupakan tahapan melakukan draft rancangan dan spesifikasi beberapa part kemudian diberikan optimasi dan revisi rancangan jika memang diperlukan. Dalam hal ini, menggunakan software Inventor 2015 dalam pembuatan draft rancangan 3D dan 2D Modelling. Selain itu, software Excel 2016 diperlukan untuk mengkalkulasi harga pokok produksi, mulai dari material cost, operator, dan variabel cost yang lain.

Gambar 2.1. Mesin *Bearing Injector Total Assy*



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Bearing

Perhitungan Beban Radial dan Aksial

$$F_{\text{rad}} = T \text{ dibagi } L$$

T = torsi long tail

L = 0,25 panjang propeler

$$F_{\text{aks}} = F_{\text{rad}} \times \tan \alpha$$

Equivalen Beban Statik Bearing

$$F_c = (X_r \cdot F_{\text{rad}} + Y_a \cdot F_{\text{aks}}) K_s$$

X_r = faktor beban radial statik

Y_a = faktor beban aksial statik

K_s = faktor koreksi

Equivalen Beban Dinamik Bearing

$$F_e = (X \cdot F_{\text{rad}} + Y \cdot F_{\text{aks}}) K_s$$

X = faktor beban radial

Y = faktor beban aksial

K_s = faktor koreksi

Pemilihan Bearing

$$L = 60 \cdot N \cdot LH$$

N = putaran motor

LH = total jam kerja

$$C = L \cdot ((240 \cdot 10^6) / 10^6)^{1/3}$$

C = Beban Dinamis

Jika C hasil perhitungan < C spesifikasi bearing, maka bearing dapat digunakan

4. KESIMPULAN

Secara teknis terdapat banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam merancang mesin *bearing injector*, terutama mengacu pada orientasi pelanggan. Beberapa hal penting yang harus diperhatikan pada saat mesin tersebut mulai diproses fabrikasi, perlu diperhatikan bagaimana mesin tersebut mudah untuk dilakukan maintenance/perawatan, pergantian tool, efisiensi pemesinan, dan umur mesin yang long-life.

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada karya tulis ini, dapat disimpulkan bahwa rancangan mesin *bearing injector* untuk long tail layak dikonstruksikan. Mesin dapat memasukkan *bearing* dengan diameter luar 42 mm ke dalam terompet long tail dengan kedalaman 123 mm. *Cycle time* mesin ini diharapkan mampu memasukkan *bearing* ke dalam terompet *long tail* selama 50 unit *long tail* / Jam.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses pembuatan karya tulis ini, penulis telah mendapatkan berbagai bimbingan dan arahan, baik berupa ilmu, informasi, maupun segi administrasi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Pihak PT. Krida Rekatama Indo

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

KPS Teknik Mesin

Ketua Jurusan Teknik Mesin

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] P.H. Joshi, 2007. *Machine Tool Handbook Design and Operation*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi
- [2] Khurmi, R.S. 2005. *A Text Book of Machine Design*. Eurasia Publishing House, New Delhi
- [3] Sularso, 2002. *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita
- [4] Tsubakimoto Chain.Co. 2012. Catalog No. ME12Y1 : Tsubaki Top Chain. Japan.
- [5] Parker Hannifin Ltd. 2016. Catalogue PDE2600PNUK. United Kingdom.

RANCANG BANGUN MESIN FEEDER

Imam Arif Wibowo¹, Kurnia Setiawan², Wasiati Sri Wardani³

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI Depok, 085850514251

² Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI Depok

³ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI Depok

Abstrak

Full paper ini menyajikan sebuah desain dan pengembangan rancang bangun mesin feeder untuk membantu proses pembuatan long-tail. Long-tail adalah alat bantu untuk menggerakkan perahu nelayan dengan meneruskan daya dari motor. Sedangkan mesin feeder adalah sebuah alat pengumpan objek, didalam proses pembuatan long-tail yang akan diumpan yaitu flange. Flange pada long-tail berfungsi sebagai penghubung bagian dari SPM (Special Purpose Mesin). Pembuatan mesin ini diharapkan dapat mengurangi biaya produksi dan meningkat efesiensi pada pembuatan long-tail yang akan diproduksi secara massal.

Kata Kunci: long-tail perahu, flange, mesin feeder

Abstrak

This Full Paper presents a design and improvement of machinery feeder machine for producing the long-tail. Long-tail is use to transmit the power from the engine to the propeller to move the boat. However the feeder machine is an object mover, for this machinery of long-tail the object is flange. The flange is use to connect the engine to the main body of long-tail. Long-tail however is one of the project from PT Krida Rekatama Indo that has an MoU with Kementrian Perikanan. This feeder machine is one part of Special Purpose Machine that use for producing the long-tail. This machine will help to reduce the cost and increasing the efficiency of making long-tail massively.

Keyword: long-tail boat, flange, feeder machine

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

PT Krida Rekatama Indo adalah perusahaan suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang manufacturing, machining, dan machine maker. Perusahaan tersebut menerima proyek pembuatan long-tail dan bekerja sama dengan Kementerian Perikanan dan Lautan untuk memproduksi *long-tail* secara massal dikarenakan di Indonesia belum ada perusahaan yang memproduksi massal *long-tail*. *Long-tail* adalah alat bantu untuk menggerakkan perahu nelayan dengan meneruskan daya dari motor. PT Krida Rekatama Indo dalam pembuatan *long-tail* ini membuat special purpose machine (SPM) untuk mengurangi biaya produksi dan meningkatkan efisiensi. Salah satu dari SPM adalah mesin *feeder* yang akan dibahas dalam *paper* ini. Mesin *feeder* merupakan suatu alat atau mekanisme yang berfungsi untuk membawa, mengantarkan, dan mempersiapkan benda kerja ke proses yang sebenarnya. Mesin *feeder* yang akan dirancang adalah untuk mengantarkan atau membawa flange menuju proses *expander* yaitu salah dari proses pembuatan *long-tail*. Fungsi flange sendiri di *long-tail* adalah sebagai penyambung antara motor dan *long-tail*. Nama produk yang akan dirancang yaitu K85 dan K100. Ukuran flange yang digunakan ukuran 112 mm dan 145 mm. Mesin *feeder* harus memenuhi kapasitas 60 unit *long-tail* per jam dengan target produksi 24.000 unit *long-tail*.



Gambar 1.1 *Long-tail*

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan oleh penulis, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menurunkan *cost* dalam produksi *long-tail*?
2. Bagaimana melakukan rancang bangun mesin *feeder* dengan kapasitas 60 unit *long-tail* per jam?
3. Bagaimana mekanisme kerja mesin *feeder*?

1.3. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang ditulis penulis, maka tujuan pembuatan mesin ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengurangi *cost* dalam memproduksi *long-tail*.
2. Dapat melakukan rancang-bangun berupa mesin *feeder* dengan kapasitas 60 unit *long-tail* per jam.
3. Dapat menentukan mekanisme mesin *feeder*.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Perencanaan

Perencanaan merupakan langkah-langkah pendekatan dalam proses berfikir menemukan ide atau gagasan untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Pada tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi data sesuai kondisi lapangan dan kebutuhan yang diperlukan.

2.1.1. Konsep Mesin yang sudah ada

1. *Vibratory Feeder*

Vibratory feeder merupakan perangkat yang menggunakan getaran untuk “*feed*” atau pengorientasian suatu bahan atau material dalam suatu proses tertentu. Pengumpan getaran menggunakan prinsip getaran dan gravitasi untuk memindahkan material. Gravitasi

digunakan untuk menentukan arah, baik ke bawah, atau ke samping, lalu getaran digunakan untuk memindahkan materi. Material yang diorientasikan dalam pengumpanan getaran ini merupakan bahan atau material kering, maksudnya tidak berbentuk cairan, yang tidak dapat bergerak tanpa adanya bantuan getaran. Bentuk pengumpanan getaran umumnya berbentuk kerucut. Material akan dimasukkan dari atas secara acak dan dengan bantuan getaran akan keluar satu per satu di bagian bawah.



Gambar 2.1 *vibratory feeder*

2. Rotary Feeder

Rotary feeder adalah jenis mesin pengumpan yang dibuat untuk menambahkan bahan dengan jumlah banyak ke dalam suatu proses produksi dengan prinsip *rotary*. Banyak mesin pengumpan putar dibuat dari besi cor, baja atau bahan logam tahan lama. Kekuatan dari mesin ini berasal dari motor listrik atau mesin dengan sistem pembakaran internal. Desain pengumpan berbeda sesuai dengan fungsi yang dikehendaki.



Gambar 2.2 *rotary feeder*

3. Konveyor Feeder

Konveyor *feeder* adalah alat yang digunakan untuk mentransfer bahan ke ban berjalan. Unit-unit ini biasanya digunakan sebagai bagian dari jalur perakitan sistem manufaktur, meskipun dapat juga digunakan dengan berbagai mesin industri dan peralatan. Biasanya, kontrol logika dirancang untuk bekerja dengan bagian-bagian kecil, seperti sekrup, tutup botol, atau pengencang. Pengumpan *Conveyor* ada dalam berbagai ukuran, membuat mereka cocok untuk berbagai jenis industri.



Gambar 2.3 konveyor *feeder*

2.1.2. Kebutuhan Pelanggan

Berdasarkan data kebutuhan pelanggan proyek *long-tail* yang telah diperoleh dari Divisi *Marketing* PT. Krida Rekatama Indo, maka pertimbangan yang akan diputuskan untuk rancang-bangun mesin *feeder* ini disesuaikan dengan kebutuhan pelanggannya adalah sebagai berikut:

No	Kebutuhan Pelanggan	Penjelasan
1.	Mesin Feeder	Mesin ini digunakan untuk membawa atau mengantarkan flange ke tempat <i>expander</i>
2.	Kapasitas hopper	Kapasitas hopper yang dirancang 60 flange
3.	Ukuran yang digunakan	Flange yang digunakan ukuran Ø112 [mm] - Ø145 [mm]
4.	Usia mesin <i>long life</i>	Mesin bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama dan mudah dalam melakukan perawatan
5.	Mudah digunakan	Mudah dalam menjalankan atau mengoperasikan mesin

Tabel 2.1 Kebutuhan Pelanggan

2.2. Pembuatan Konsep

Pada tahap ini menentukan konsep desain dari mesin *feeder* flange yang akan digunakan, mulai dari penentuan prinsip kerja, fungsi utama, dan konstruksi dari mesin tersebut. Hasil dari penentuan konsep ini adalah spesifikasi mesin *feeder*.

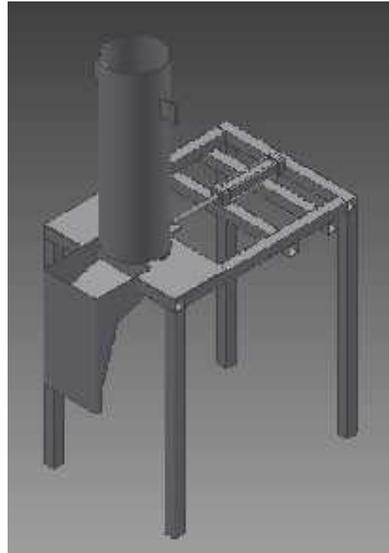
2.2.1. Membuat daftar spesifikasi

No	Kebutuhan Pelanggan	Priortitas
1.	Mesin Feeder	4
2.	Kapasitas hopper	5
3.	Ukuran yang digunakan	5
4.	Usia mesin <i>long life</i>	4
5.	Mudah digunakan	4

Tabel 2.2 Daftar Spesifikasi

2.2.2. Konsep Utama Konstruksi Mesin

Pada tahap ini menjelaskan tentang prinsip kerja, fungsi utama, dan gambaran konstruksi mesin. Fungsi utama dari mesin ini adalah untuk membawa atau mengantarkan *flange* kedalam proses produksi *long-tail* dan memperluas diameter dalam pipa sesuai bentuk dies yang dirancang. Prinsip Kerja *feeder* menggunakan *pneumatic* untuk membawa atau mengantarkan flange menuju tempat *expander*.



Gambar 2.4 Konstruksi Mesin Feeder

2.3. Perancangan

Perancangan merupakan tahapan pembuatan desain rancangan alat beserta spesifikasi beberapa *part* kemudian dilakukan analisis apakah desain alat yang dirancang memenuhi spesifikasi atau tidak memenuhi. Pembuatan desain rancangan menggunakan software Inventor 2015. Selain itu, software Excel 2016 diperlukan untuk mengkalkulasi harga pokok produksi, mulai dari material *cost*, *operator*, dan variabel *cost* yang lain.

2.4. Fabrikasi

Tahapan penyelesaian terakhir yang harus dilakukan adalah menyusun gambar kerja/ *floor drawing* hasil pengerjaan dari software, yang nantinya akan digunakan sebagai informasi selama proses manufaktur. Tahapan ini tidak dijelaskan oleh penulis.

3. Hasil & Pembahasan

3.1. Perhitungan Gaya pada Pneumatik

$$F = A \cdot p \quad \text{[persamaan 1]}$$

$$F = \left(D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p \right) - f \quad \text{[persamaan 2]}$$

Untuk langkah maju dan langkah mundur piston:

) Langkah maju

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p \quad \text{[persamaan 3]}$$

) Langkah mundur

$$F = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} p \quad \text{[persamaan 4]}$$

Dimana:

F = Gaya Piston [N]

f = Gaya Pegas [N]

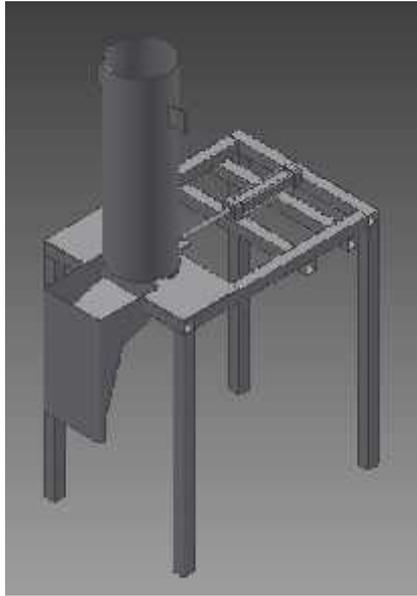
D = Diameter Piston [mm]

d = Diameter batang piston [mm]

p = Tekanan kerja [Pa]

3.2. Gambar Konsep Rancangan

Rancangan ini memiliki dimensi 682 mm × 400 mm × 1145 mm, dengan menggunakan pneumatik untuk mendorong flange yang ada pada hopper. Lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Konsep rancangan

4. Kesimpulan

Secara teknis terdapat banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam merancang mesin. Beberapa hal penting yang harus diperhatikan pada saat pembuatan mesin ini yaitu mesin mudah untuk dirawat/maintenance, Pembuatan part-part, efisiensi pemesinan, *cost* produksi *minimum*, dan umur mesin yang *long-life*.

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada karya tulis ini, dapat disimpulkan bahwa rancangan mesin feeder layak dikonstruksikan. Mesin ini dapat digunakan untuk flange ukuran maksimal diameter 145 mm. Mesin ini dirancang dengan sistem kerja otomatis dan kontinu agar memudahkan dalam proses produksi.

Mesin *feeder* ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Dimensi mesin ($p \times l \times t$) = 682 [mm] × 400 [mm] × 1145 [mm]
2. Flange yang digunakan maksimal diameter 145 [mm]
3. Sistem penggerak = Pneumatik
4. Tekanan Pneumatik = 8 [bar]

5. Ucapan Terima Kasih

Penyusunan full paper seminar nasional 2017 ini mungkin tidak akan terselesaikan tanpa ada bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Wasiati Sri Wardani MMBAT. sebagai dosen pembimbing tugas akhir
2. Bapak Yohannes Patrik, ST., sebagai dosen pembimbing tugas akhir
3. Bapak Dr. Belyamin, M.Se. Eng., B.Eng., sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin.
4. Ibu Indriyana Rebet, M.Si., sebagai Ketua Prodi D3 Teknik Mesin.
5. Teman-teman D3 Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta 2017 yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan full paper ini.
6. Direktur dan Staf yang bekerja di PT Krida Rekatama Indo.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan support yang besar dalam penyelesaian paper seminar nasional dan tidak dapat dituliskan satu per satu.

6. Daftar Pustaka

- [1] Sularso,. dan Suga.K. 2008 Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin,Cetakan ke 11, PT. Pradnya Paramita,Jakarta.
- [2] Khurmi RS Gupta,JK.2005. Text Book of Machine Design Eurasia, Publishing. House,ltd Ram Nagar, New Delhi.
- [3] www.smc Pneumatics.com

RANCANG AUTO ASSY VALVE MACHINE PADA KEPALA SILINDER SEPEDA MOTOR

Mohammad Fauzan Arya Pikatan, Rizky Alvinaldi, Sunarto

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Beji, Kukusan,
Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424, No. telp +6221727004, No. Fax (021)727004

Abstrak

Indonesia sudah mendapatkan kepercayaan produsen otomotif asing untuk melakukan perakitan produk mereka. Keuntungan yang didapat bagi perusahaan adalah biaya produksi yang lebih rendah, sehingga dapat menjual produknya dengan harga yang lebih kompetitif dan bagi Indonesia membuka lapangan pekerjaan. Proses perakitan yang ada di Indonesia pada saat ini masih menggunakan metode konvensional, dimana dibutuhkan lima operator untuk melakukan perakitan. Dalam hal ini, menggunakan sistem otomasi adalah salah satu cara untuk mengurangi waktu produksi, mengurangi tenaga manusia dan meningkatkan produktifitas. Tahapan dalam membuat rancangan ialah dengan cara menyusun kebutuhan sesuai dengan ESR (Equipment Specification Requirement), membuat beberapa alternatif konsep dan menentukan part-part standard. Rancangan ini bertujuan untuk dapat memenuhi kebutuhan kapasitas produksi perusahaan dengan cycle time selama 30 detik dan operator maksimal sebanyak dua operator. Untuk merakit valve ke kepala silinder, diperlukan empat tahapan sebelum selesai. Pada tahapan tersebut dibagi menjadi empat stasiun. Mesin Auto Assy Valve Machine ini menggunakan indexer sebagai penggerak rotasi meja stasiun, sistem Cartesian sebagai alat pick and place komponen-komponen valve ke kepala silinder.

Kata kunci : Otomasi, Valve, Kepala Silinder

Abstract

Indonesia is trusted by the foreign automotive industry to do the assembly for their product. The benefit for the industry is lower cost production, so they can sell in competitive pricing. For the Indonesia, it open many job for the local. Currently the assembly process in Indonesia still using conventional method, whereas it takes five man to do the assembly. In this case, using an automation is one of the way to reduce the time, man power and increasing the productivity. The steps in designing the machine is to arrange the needs of the customer according to the Equipment Spesification Requirement, making some concept alternative and determine the standard parts. The purpose of this design is to fulfill the needs of the industry with the cycle time is 30 seconds and maximal operator is two operators. In order to assembly the valve to the cylinder head it takes four steps to complete it. The steps turn into four station each. The Auto Assy Valve Machine used indexer as motor for rotating the station table and the Cartesian to pick and place the valve component to the cylinder head.

Keywords : Automation, Valve, Cylinder Head

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia sudah dipercaya lama oleh para produsen otomotif asing untuk melakukan perakitan produk mereka. Keuntungan yang didapat bagi perusahaan adalah biaya produksi yang lebih rendah, sehingga dapat menjual produknya dengan harga yang lebih kompetitif dan bagi negara yang menjadi tempat pemasaran ialah membuka lapangan pekerjaan.

Proses perakitan yang ada di Indonesia pada umumnya masih menggunakan metode konvensional, dimana proses dilakukan manual oleh operator. Operator yang dibutuhkan sebanyak dua operator atau lebih. Dalam hal ini PT. X sebuah perusahaan yang memproduksi sepeda motor meminta PT. Z untuk membuat sebuah mesin yang dapat merakit komponen *valve* ke kepala silinder secara otomatis sehingga proses pengerjaan lebih efektif dan efisien. Mesin ini berfungsi untuk merakit komponen *valve* atau katup ke kepala silinder dari *engine* Sepeda Motor X.

1.1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan oleh penulis, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut :

1. Berapa *cycle time* yang dibutuhkan?
2. Part standard apa saja yang dibutuhkan?
3. Berapa ukuran maksimal mesin?

1.3. Tujuan Penulisan

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan penulisan dari karya tulis ini adalah :

1. Dapat merakit komponen *valve* pada kepala silinder dengan sistem otomatisasi
2. Meningkatkan produktivitas dalam merakit komponen *valve* pada kepala silinder
3. Menghemat biaya produksi dalam merakit komponen *valve* pada kepala silinder

2. METODE PERANCANGAN

2.1. Prosedur Perencanaan

Langkah-langkah pendekatan yang sistematis dalam proses berfikir menemukan ide/gagasan untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Pada tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi data sesuai kondisi lapangan dan kebutuhan pelanggan.

2.1.1. Kebutuhan Konsumen

Menurut ESR (Equipment Specification Requirement) dari pihak konsumen, dibutuhkan mesin dengan ukuran maksimal 2000 [mm] x 2000 [mm] x 2000 [mm]. Proses perakitan komponen *valve* ke kepala silinder memiliki empat tahapan. Proses pertama ialah perakitan *seat valve spring* ke kepala silinder. Proses kedua ialah perakitan *seal valve steam* ke kepala silinder. Proses ketiga ialah perakitan *valve inlet* dan *valve exhaust*. Proses terakhir ialah perakitan *retainer and cotter spring valve*. Tiap proses akan dibagi menjadi empat stasiun. Pada Stasiun 1, Stasiun 2, dan Stasiun 4 pergerakan akan menggunakan sistem *Cartesian*. Sedangkan untuk proses ketiga akan menggunakan lengan robot, karena pada part

valve inlet dan *valve exhaust* terdapat titik-titik yang tidak boleh tersentuh dan robot memiliki tingkat fleksibilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem *Cartesian*.

2.2. Pembuatan Konsep

Pada tahapan ini, menentukan konsep desain dari *Auto Assy Valve Machine* yang akan digunakan. Mulai dari penentuan *standart part*, prinsip kerja, fungsi utama, sub-fungsi, dan konstruksi dari mesin tersebut. Hasil dari penentuan konsep didapatkan dari spesifikasi *Auto Assy Valve Machine*.

2.2.1. Penentuan Part Standard

Penentuan part standard didasarkan pada ESR, berikut part standard yang akan digunakan :

A. Rotary Table Indexer

Rotary Table Indexer atau meja putar adalah alat bantu dalam proses pemesinan. Rotary table ini dapat digerakkan melingkar 360 derajat dengan sistem penggerak roda dan poros cacing sehingga dengan rotary table memungkinkan operator untuk membuat suatu kontur melingkar atau pembuatan lubang dengan sumbu melingkar yang tetap atau sering disebut PCD(pitch center diameter) dan dengan pembagian sudut yang teliti (sampai dengan 10 detik). Part ini berfungsi sebagai penggerak meja untuk stasiun



Gambar 2.1. Rotary Table Indexer

B. Clamp Cylinder Head

Clamp cylinder head adalah sebuah alat untuk mencekam kepala silinder.



Gambar 2.2. Clamp Cylinder

C. Rotary Actuator

Rotary Actuator adalah aktuator yang menghasilkan gerakan putar atau torsi. Pada umumnya aktuator digerakkan oleh tenaga listrik. Terdapat pula yang digerakkan oleh pneumatik atau hidrolik atau menggunakan tenaga yang tersimpan di pegas. Gerakan yang dihasilkan oleh sebuah aktuator dapat berupa putaran berkelanjutan untuk motor listrik atau pergerakan angular tetap untuk servomotor dan stepper motor. Part ini berfungsi untuk memutar balikkan kepala silinder hingga 180° untuk pemasanga *valve in* dan *valve exhaust* di Stasiun 3.



Gambar 2.3. Rotary Actuator

D. Linear Slide Actuator

Linear Slide Actuator adalah sebuah aktuator yang menghasilkan gerakan linear, dimana slider berfungsi sebagai tempat untuk objek berpindah. Pada umumnya *Linear Slide Actuator* digerakkan secara pneumatik atau dengan tenaga listrik.



Gambar 2.4. Linear Slide Actuator

E. Gripper

Gripper adalah suatu alat untuk mencengkram suatu objek. Gripper dapat digerakkan dengan system pneumatik atau dengan kelistrikan.



Gambar 2.5. Gripper

F. Slide Table

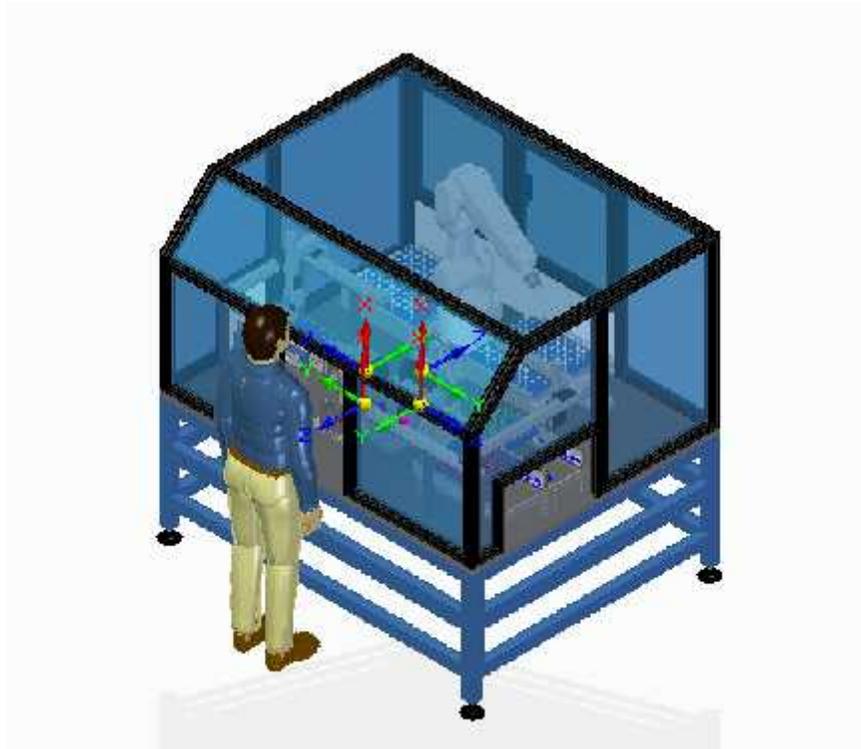
Slide Table ialah sebuah meja yang dapat bergerak secara linear. Slide Table akan digunakan untuk menjadiudukan bagi Gripper, sehingga gripper dapat berpindah posisi. Slide Table digerakkan oleh listrik.



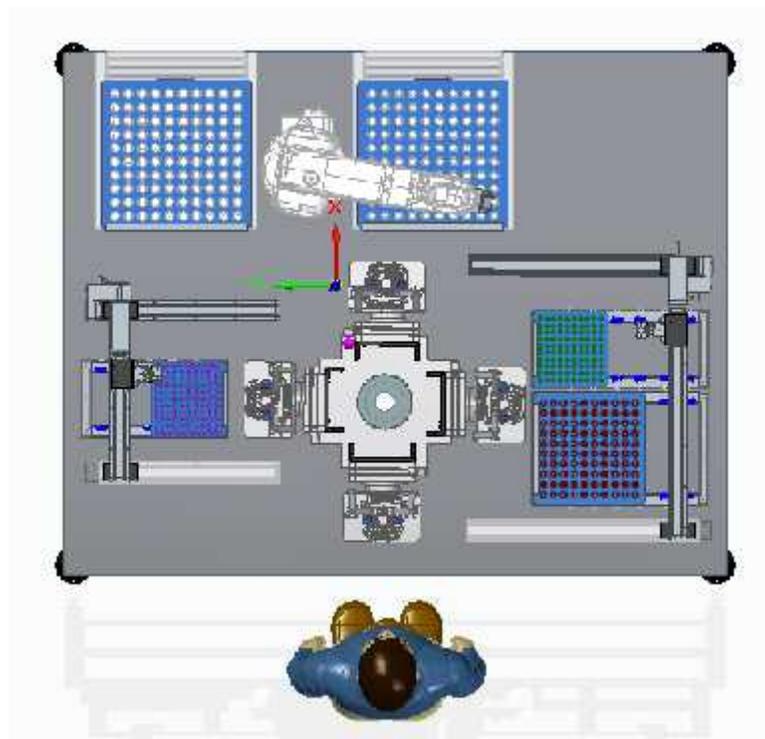
Gambar 2.6. Slide Table

2.3. Perancangan

Merancang merupakan tahapan melakukan draft rancangan dan spesifikasi beberapa part kemudian diberikan optimasi dan revisi rancangan jika memang diperlukan. Dalam hal ini, menggunakan software *SolidEdge ST9* dalam pembuatan draft rancangan 3D dan 2D Modelling. dalam pembuatan draft rancangan 3D dan 2D Modelling.



Gambar 2.8. *Auto Assy Valve Machine*



Gambar 2.9. *Auto Assy Valve Machine TOP view*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Gaya Cengkam pad *Gripper*

$$F = \frac{mg}{2 \times \mu} \times a$$

Dimana :

F = Gaya Cengkam [N]

m = Berat benda kerja [kg]

g = gaya gravitasi = 9,8 [m/s²]

a = faktor keamanan

μ = koefisien gesek

3.2 Perhitungan *cycle time* pada *slide table*

$$T = T1 + T2 + T3 + T4 \text{ [s]}$$

$$T1 = V/a1$$

$$T3 = V/a2$$

$$T2 = L - 0.5 \times (T1 + T3)$$

$$T4 = 0.15 \text{ [s]}$$

T = *cycle time* [s]

T1 = waktu percepatan [s]

T2 = waktu kecepatan konstan [s]

T3 = waktu deselerasi [s]

T4 = waktu ketetapan [s]

V = kecepatan [m/s]

a1 = percepatan satu [m/s²]

a2 = percepatan dua [m/s²]

4. KESIMPULAN

Secara teknis terdapat banyak hal yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam merancang *Auto Assy Valve Machine* seperti, bagaimana mesin tersebut mudah untuk dilakukan perawatan, efisiensi pemesinan, spesifikasi mesin, dan *cycle time*.

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada makalah ini, dapat disimpulkan bahwa rancangan *Auto Assy Valve Machine* layak dikonstruksikan. Mesin dapat memuat hingga empat buah kepala silinder untuk di-*assembly* dengan katup yang ada. Dari segi *cycle time* proses produksi, mesin ini diharapkan mampu menyelesaikan 1 *set assembly* kepala silinder selama 30 detik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses pembuatan makalah ini, penulis telah mendapatkan berbagai bimbingan dan arahan, baik berupa ilmu, informasi, maupun segi administrasi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Dian Andry dari PT. Indo Sateki, sebagai pembimbing Tugas Akhir dari pihak industri.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] CKD Indexman
- [2] <http://www.ckd.co.jp/kiki/en/pdfcat/cc667a.pdf>
- [3] CKD Indexman Tools – Selection & Validation Software
- [4] SMC etools : <http://www.smcusa.com/help-support/etools/>
- [5] CKD Model Selection Catalogue
- [6] SMC Model Selection Software & Validation
- [7] SMC Model Selection Catalogue
- [8] Khurmi, R.S. 2005. A Text Book of Machine Design. Eurasia Publishing House, New Delhi.
- [9] **ISO 13849-1:2015(en), Safety of machinery**

RANCANG BANGUN MESIN PENGERING SEPATU PORTABLE ANTI-BAKTERI

Sultan Raihan, Darmansyah, Rizky Noriawansyah, Wisnu Dwi Fitriono
Politeknik Negeri Jakarta
sultanraihan100@gmail.com

ABSTRAK

Tingkat konsumsi sepatu di Indonesia meningkat 20% tiap tahun, selama ini perawatan sepatu di Indonesia jika sepatu mengalami kebasahan masih menggunakan cara konvensional yaitu dijemur dengan memanfaatkan panas matahari. Dikarenakan ketersediaan energi surya yang tidak dapat diprediksi terlebih pada saat musim hujan maka proses pengeringan dengan energi surya tidak dapat diandalkan. Maka dari itu, diperlukan alternatif lain untuk dapat mengeringkan sepatu. Saat ini mesin pengering sepatu yang ramah lingkungan, aman, praktis, dan dapat digunakan kapan saja dianggap sangat penting bagi masyarakat, di pasaran mesin pengering sepatu dengan energi listrik untuk kapasitas besar sulit ditemukan.

Oleh karena itu diperlukan inovasi mesin pengering sepatu yang mampu mengeringkan sepatu dalam jumlah yang cukup besar yang aman, ramah lingkungan dan praktis serta mampu bekerja tanpa melibatkan sumber energi matahari. Selain itu keringat pada kaki dapat menyebabkan bau, bakteri dan jamur, hal tersebut sangat cepat berkembang dalam lingkungan yang gelap dan lembab untuk itu kita perlu mencegahnya dengan menggunakan sinar ultraviolet yang dihasilkan dari lampu ultraviolet. Tujuan penelitian adalah : (a) Merancang dan membuat mesin pengering sepatu dengan energi listrik. (b) Mengetahui beberapa karakteristik mesin pengering sepatu dan mengetahui laju pengeringan sepatu dengan berbagai variasi jumlah sepatu dan bahan yang dikeringkan. Lokasi penelitian di Politeknik Negeri Jakarta.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik mesin pengering sepatu untuk variasi 4 sepatu memiliki kelembaban dan rata-rata temperature pengeringan di ruang pengering lebih besar dibandingkan 20 pasang sepatu dengan laju udara pengeringan yang lebih kecil.

Kata kunci : Mesin pengering sepatu, Siklus pengeringan, Mesin pengering.

Abstract

The level of consumption of shoes in Indonesia increased by 20% each year, over this time, shoe care in Indonesia if the shoe experiencing wetness, still using conventional way that is dried by utilizing the heat of the Sun. Due to the availability of solar energy which can be unpredictable especially in the rainy season then the process of drying with solar energy can not be reliable. Therefore, it is necessary to other alternative to shoes can dry out. At this moment, the environmentally friendly shoe dryer machine, safe, practical, and can be used at any time is considered very important for the community, in the market the shoe dryer with electrical energy for large capacity hard to find.

It is therefore necessary the dryer shoe machine innovation that is capable of drying shoes in large enough quantities of safe, environmentally friendly and practical as well as being able to work without involving the source of solar energy. Additionally, sweat on the feet can lead to odors, bacteria and fungi, those things are very rapidly evolved in the dark and humid environment, therefore we need to stop them with using ultraviolet light which is generated from an ultraviolet lamp. Research objectives are: (a) the design and make the shoe dryer with electrical energy. (b) Knowing several characteristics the shoe dryer machine and knowing the rate of drying shoes with a wide variation of the number of shoes and materials that were dried. The location of the research in the State Polytechnic of Jakarta.

Research results suggest that the characteristics of a shoe dryer machine for 4 variations of shoes has greater humidity and average temperature of drying in the dryer than 20 pairs of shoes but with less air drying rate.

Keyword(s) : Shoe dryer machine, Drying cycle, Dryer

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan sandang atau pakaian sudah menjadi salah satu hal yang utama, termasuk juga sepatu. Salah satu sandang yang sering digunakan adalah sepatu. Untuk merawat sepatu tersebut, perlu dibersihkan atau dicuci setelah dipakai. Karena masyarakat masih sangat mengandalkan sinar matahari untuk mengeringkan maka diperlukan tempat yang langsung terkena sinar matahari.

Sejak dahulu penduduk Nusantara telah mengenal proses pengeringan dengan cara memanfaatkan radiasi matahari. Hal ini dilakukan agar kadar air dalam pakaian yang dijemur dapat menguap sehingga uap air berpindah ke udara.

Namun penggunaan matahari dalam mengeringkan sepatu kurang efektif karena sangat tergantung pada kondisi cuaca dan membutuhkan waktu yang lama. Sehingga kebanyakan orang tetap memakai sepatunya walau dalam keadaan basah karena keperluan yang mendesak. Hal itu dapat menyebabkan bau pada kaki bahkan iritasi karena air, oleh karena itu dibutuhkan mesin pengering sepatu.

Dengan itu kami ingin merancang mesin pengering sepatu. Sebuah ide dalam proses pengeringan sepatu yang lebih mandiri. Inovasi yang dimaksud adalah sebuah purwarupa mesin yang dapat mengeringkan sepatu dengan waktu yang lebih singkat sekaligus lebih praktis.

Sudah ada alat pengering sepatu dipasaran namun masih memiliki berbagai kekurangan seperti, tidak dapat mengeringkan sepatu saat kadar airnya masih banyak, waktu yang dibutuhkan saat mengeringkan sepatu masih lama, hasil pengeringannya tidak merata, dan tidak bisa dibawa kemana mana. Namun dengan terciptanya mesin ini maka sepatu dapat dikeringkan secara maksimal.

Mesin pengering sepatu ini diharapkan nantinya mempunyai kapasitas 3 pasang sepatu dalam satu kali proses pengeringan. Sumber tenaga mesin ini berasal dari listrik, dengan penggunaan heater dan blower yang optimal diharapkan nantinya mesin ini bisa sangat membantu dalam mengeringkan sepatu

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang ada yaitu:

1. Bagaimana spesifikasi heater yang digunakan agar mesin penegering sepatu ini dapat mengeringkan sepatu dalam waktu yang relatif singkat ?
2. Bagaimana spesifikasi blower yang digunakan agar semua sepatu dapat kering secara merata ?

1.3 Tujuan

1. Dapat terwujudnya rancang bangun mesin pengering sepatu dengan kapasitas 3 pasang sepatu dengan menggunakan heater dan blower dalam waktu yang relatif singkat.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Perancangan

Tahap perancangan mesin pengering sepatu ini meliputi:

1. Perancangan dimensi alat pengering sepatu.
2. Perancangan kekuatan struktur mesin.
3. Perancangan sistem kendali otomatis.

4. Perancangan program sistem kendali.
5. Perancangan unit suplai daya.
6. Serta perancangan prosedur operasional mesin yang berkelanjutan.

2.2 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat penunjang dibagi menjadi pembelian alat dan penyewaan alat. Pembelian alat penunjang seperti multimeter, solder, tang dan lain sebagainya. Sementara peralatan yang dianggap cukup mahal untuk dibeli hanya akan disewa dengan melakukan kerjasama kepada pihak bengkel las atau *workshop*. Peralatan tersebut terdiri, mesin las listrik, mesin las titik, mesin bor, dan mesin gerinda.

Pengadaan material atau bahan pembuatan mesin sendiri terdiri dari pembelian, blower, heater, timer, termostat, sensor-sensor, push button switch, adaptor, panel kontrol, dan lain sebagainya. Komponen tersebut dibeli dengan dua cara yakni secara *online* dan *offline*.

2.3 Tahapan Pembuatan

Pada tahap ini mesin akan dibuat dengan langkah-langkah, sebagai berikut: Membuat rangka tempat dikeringkannya sepatu dengan menggunakan material plat. Material ini dipotong, dan dilas sesuai dengan ukuran desain.

1. Membuat badan untuk heater dengan menggunakan stainless steel yang digabung kemudian di las titik.
2. Membuat tempat untuk menggantungkan sepatunya dengan posisi vertikal untuk 3 pasang sepatu.
3. Membuat penutup alat pengering, serta permukaan penutup diberi lubang tempat ventilasi udara
4. Membuat tempat pembuangan air dengan menggunakan plat yang di beri beberapa lubang
5. Merakit komponen elektronika yang terdiri dari adaptor, tombol / indikator, dan *controller*. Komponen tersebut dirakit sesuai dengan skema rancangan.
6. Memasang komponen elektronika ke dalam panel kontrol dan menyambung sistem kelistrikannya.
7. Memasang komponen mesin seperti blower, lapisan anti panas, *heater*, dan rangkaian kelistrikan.
8. Melakukan pengecatan pada tiap bagian alat pengering sepatu guna meningkatkan estetika dari rancang bangun mesin tersebut.

2.4 Pengujian

Demi mencapai sebuah keberhasilan rancang bangun, maka dilakukan tahap pengujian. Tahap ini terbagi menjadi dua yakni tahap pengujian kinerja mesin dan tahap pengujian pengeringan sepatu. Adapaun tahap pengujian tersebut, sebagai berikut:

1. Pengujian kinerja mesin

Pengujian ini dilakukan selama proses pembuatan mesin yang meliputi pengujian ketahanan wadah terhadap panas, daya, pengujian rangkaian komponen dan pengujian sistem kontrol.

2. Pengujian pengeringan sepatu

Pengujian ini dilakukan setelah semua proses pengujian pertama selesai. Tahap ini dilaksanakan sesuai dengan prosedur pengoperasian alat pengering sepatu. Pengujian dilakukan secara langsung dengan mengeringkan 3 pasang sepatu yang basah secara bersamaan, dengan berbagai model dan ukuran yang berbeda sesuai waktu yang ditentukan.

BAB III

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kerangka Kerja

Hasil yang didapatkan dalam penelitian mesin pengering sepatu sistem terbuka dengan variasi jumlah sepatu meliputi; massa sepatu kering (Msk), massa sepatu basah awal (Msba), massa sepatu basah saat t (Msbt), tekanan refrigeran yang masuk kompresor (P1), tekanan refrigeran yang keluar kompresor (P2), suhu udara kering sebelum masuk mesin pengering (Tin), kelembaban udara sebelum masuk mesin pengering (RHin), suhu udara kering setelah melewati evaporator (T1), Suhu udara kering setelah melewati kompresor (T2), suhu udara kering setelah melewati kondensator (T3), kelembaban udara setelah melewati kondensator atau dalam ruang pengering (RHrp), suhu udara keluar dari mesin pengering (T5), kelembaban udara setelah keluar dari mesin pengering (RHout) dan kecepatan aliran udara (v). Pengujian dilakukan dengan 5 kali percobaan untuk setiap variasi jumlah sepatunya, kemudian dihitung hasil rata-ratanya.

Didapat karakteristik untuk variasi 3 sepatu memiliki rata-rata temperature pengeringan di ruang pengering dan kelembaban yang lebih besar dibandingkan dengan variasi 20 pasang sepatu sedangkan laju udara pengeringannya lebih kecil. Dapat diketahui bahwa pengeringan menggunakan mesin sepatu yang telah kami lakukan pada mesin sebelumnya memerlukan waktu 20-30 menit sedangkan untuk pengeringan menggunakan energi surya memerlukan waktu 180 menit, pengeringan dengan mesin pengering sepatu adalah pengeringan yang sangat efisien dibandingkan menggunakan energi surya.

Dapat diketahui bahwa kemampuan mengeringkan massa air (Mn) mempunyai massa yang berbeda-beda (tidak konstan) tiap variasinya. Ketidakkonstanan kemampuan mengeringkan massa air (Mn) dikarenakan kelembaban spesifik (w) dan laju aliran massa udara (\dot{m}) yang juga tidak konstan.

Dapat diketahui bahwa waktu yang seharusnya dibutuhkan untuk menguapkan massa air pada sepatu (Mu) tidak bergantung dari banyaknya jumlah sepatu yang akan dikeringkan. Waktu yang dibutuhkan untuk menguapkan massa air pada 3 pasang sepatu sama dengan waktu yang dibutuhkan untuk 20 pasang sepatu dengan standar kekeringan yang sama.

Dengan menggunakan teori mass balance yaitu keseimbangan massa yang digunakan untuk melacak aliran bahan masuk dan keluar dalam suatu proses dan menghasilkan kuantitas komponen atau proses secara keseluruhan.

Kegunaan:

- Formulasi produk:
- Komposisi bahan baku
- Evaluasi komposisi akhir setelah pencampuran
- Evaluasi rendemen
- Evaluasi efisiensi proses pemisahan.

Waktu Unsur	Awal	Akhir	Total Pengurangan
Solid	1 [Kg]	1 [Kg]	-
H ₂ O	0,4 [Kg]	0,1 [Kg]	0,3 [Kg] = 75 %
Total	1,4 [Kg]	1,1 [Kg]	-

“Jadi dengan menggunakan mesin pengering maka massa air bisa dikurangi sampai 75 % sesuai waktu yang ditentukan”

BAB IV KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan mengetahui laju pengeringan mesin pengering sepatu sistem terbuka dengan berbagai variasi jumlah sepatu yang dikeringkan memberikan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dapat diketahui bahwa waktu yang seharusnya dibutuhkan untuk menguapkan massa air pada sepatu (Mu) tidak bergantung dari banyaknya jumlah sepatu yang akan dikeringkan. Waktu yang dibutuhkan untuk menguapkan massa air pada 3 pasang sepatu sama dengan waktu yang dibutuhkan untuk 20 pasang sepatu dengan standar kekeringan yang sama.
2. Dapat diketahui bahwa pengeringan menggunakan mesin sepatu yang telah kami lakukan pada mesin sebelumnya memerlukan waktu 20-30 menit sedangkan untuk pengeringan menggunakan energi surya memerlukan waktu 180 menit, pengeringan dengan mesin pengering sepatu adalah pengeringan yang sangat efisien dibandingkan menggunakan energi surya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ameen, Ahmadul, Bari, Saiful, 2004, *Investigation Into The Effectiveness Of Heat Pump Assisted Clothes Dryer For Humid Tropics*, Energy Conversion and Management, 45, 1397-1405.
- [2] Cavarretta, Francesco, 2012, *A Heat Pump Laundry Drying Machine and A Method for Operating A Heat Pump Laundry Drying Machine*.
- [3] Driussi, Diego, Porcia, 2013, *Heat-Pump Clothes Drying Machine*, United States Patent.
- [4] Paderno, Jurij, 2014, *A Method For Controlling a Laundry Drying Machine With Heat Pump System and Laundry Drying Machine Controlled by Such Method*, European Patent Application.
- [5] Purwadi, PK, Kusbandono Wibowo, 2015, *Mesin Pengering Pakaian Energi Listrik Dengan Mempertgunakan Siklus Kompresi Uap*, Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV).
- [6] Suprpto, H, dan E.S Rini, 2009, *Konsumsi Sepatu Bakal Naik 20%*, Vivanews : <http://bisnis.news.viva.co.id/news/read/35365-konsumsi-sepatu-lokalbakal-naik-20>,
- [7] Wicaksono, B.D.A., 2014, *Pemanfaatan Panas Buang Mesin Pendingin Untuk Pengering Pakaian*, Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.
- [8] Laurensius, N., 2015, *Mesin Pengering Pakaian Sistem Terbuka Dengan Debit Aliran Udara 0,054 m³/detik*, Yogyakarta : Universitas Sanata Dharma.

- [9] Maryadi, D., 2009, *Simulasi Pengaruh Parameter (Kecepatan dan Temperatur) Udara Dan Discan terhadap Laju Perubahan Humidifikasi dalam Regenerator Menggunakan CFD*, Semarang : Universitas Diponegoro.

PERANCANGAN METAL TRAP UNTUK MENCEGAH MATERIAL STUCK PADA ROTARY FEEDER

Malik Abdul Ajis¹, Jauhari Ali², Muhammad Aidi AF³ Slamet Waluyo⁴

1. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen
2. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
3. Proccer Engineering PT Holcim Indonesia Tbk.
4. Raw Mill, Kiln Engineer, Maintenance Department, PT. Holcim Indonesia. Tbk
5. Malikajis14@gmail.com

Abstrak

Sistem pengumpanan material halus dari Blending Silo, secara berurutan akan melewati Bucket Elevator, kemudian Air Slide, dan terakhir Rotary feeder. setelah itu material akan mengalami proses pemanasan awal, Rotary feeder harus selalu dalam keadaan baik, karena jika Rotary Feeder stuck maka akan menyebabkan Kiln berhenti beroperasi. Penyebab Rotary Feeder stuck adalah adanya material asing berupa potongan atau serpihan metal yang mengganjal pada Rotary Feeder. Perancangan Metal Trap dibutuhkan sebagai solusi mencegah masuknya benda asing pada Rotary Feeder, sehingga material asing berupa metal dapat terperangkap sebelum masuk kedalam Rotary Feeder.
Kata Kunci: Rotary Feeder, Bucket Elevator, Perancangan, Metal Trap

Abstract

Fine materials Feeding system from blending silo, will go through from Bucket Elevator, Air Slide and the Rotary Feeder consecutively. After that, materials will have a pre-heating process. Rotary Feeder should always be in a good conditions, because if the Rotary feeder get stuck, it will cause a Kiln stop. The cause from a stucked Rotary Feeder is there will be a foreign materials such as metals that can get into the rotary feeder. The design of Metal Trap is used to prevent foreign materials to enter Rotary Feeder, so the metals will get into metal trap before it enter to the Rotary Feeder.

Keyword : Rotary feeder, Bucket Elevator, Design, Metal Trap

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alur material halus dari *blending silo* Nar-2 PT Holcim Indonesia menuju *Preheater*, dialirkan secara *continue* oleh *bucket elevator*[1] yang selanjutnya material akan menuju *air slide*. Pada *outlet air slide* terdapat *rotary feeder* untuk mengatur jumlah material kedalam *preheater*. *Rotary feeder* harus selalu dalam kondisi yang baik[2]. Masalah yang sering muncul adalah *Rotary Feeder Stuck* atau macet, karena adanya material asing berupa metal yang berasal dari sisa pekerjaan atau baut yang lepas dari *bucket elevator*. Untuk itu perlu ada penyelesaian dari masalah tersebut, yang kemudian mendorong penulis untuk membuat perancangan *metal trap* untuk mencegah adanya material asing terutama metal yang memasuki *rotary feeder*. Sehingga kedepannya masalah *stuck* pada *rotary feeder* dapat teratasi.

1.2 Perumusan Masalah

1. Perancangan dimensi *chute metal trap* serta memperhitungkan sistem aerasi dan efek gravitasi agar metal dengan ukuran 5 mm dapat terjatuh saat melewati *chute*.
2. Perancangan sistem otomatis untuk mengaktifkan dan menonaktifkan *slide gate* yang terdapat pada *metal trap*.
3. Penentuan sistem aerasi yang digunakan pada *metal trap*

1.3 Tujuan

Merancang *metal trap* yang dilengkapi dengan sistem aerasi yang mampu menjebak metal dengan ukuran minimum 5 mm pada saat melewati *chute* dan beroperasi secara otomatis

2 METODOLOGI

2.2 Analisa Masalah

Studi lapangan dilakukan sebagai observasi awal untuk memperoleh gambaran umum tentang kondisi yang akan diteliti dan memahami permasalahannya. Dari hasil identifikasi masalah, didapatkan bahwa adanya material metal yang berasal dari sisa pekerjaan dan baut *bucket elevator* yang terlepas, masuk kedalam sistem *transport* material, sehingga dapat menyebabkan terjadinya *stuck* pada *rotary feeder*.

2.3 Penyelesaian Masalah

Setelah masalah didapatkan, maka perlu adanya penyelesaian masalah. Penyelesaian masalah dilakukan dengan cara melakukan diskusi dengan pembimbing lapangan maupun para karyawan. Dari hasil diskusi tersebut, didapatkan bagaimana cara untuk mencegah material metal yang terbawa pada sistem *transport* agar tidak memasuki *rotary feeder*, yaitu dengan cara membuat rancangan *metal trap*. *Metal trap* di rancang agar material metal yang melewatinya dapat terjatuh sehingga tidak terbawa kedalam *rotary feeder*. Selain itu, material halus harus dapat mengalir dengan baik tanpa menimbulkan masalah lain.

2.4 Studi literatur

Untuk mendapatkan hasil rancangan yang akurat dan sesuai dengan yang diharapkan, perlu dilakukannya tinjauan pada literatur. Literatur harus memiliki asal usul yang jelas, baik itu berasal dari buku, Jurnal, maupun internet. Literatur memuat referensi berupa teori-teori yang berhubungan dengan perancangan yang akan dilakukan. Referensi yang di butuhkan berkaitan dengan sistem *transport* material, *fan* untuk aerasi, dan perpipaan

2.5 Perancangan Alat

Perancangan yang dijadikan sasaran tugas akhir adalah rancangan *metal trap* pada *air slide* untuk mencegah *stuck* pada *rotary feeder*. Dalam pembuatan tugas akhir. Tahapan perancangan terdiri dari :

1. Menentukan *design metal trap*
2. Menentukan tekanan udara yang digunakan untuk sistem aerasi
3. menentukan ukuran serta berat material yang dapat terjatuh/terperangkap pada *metal trap*
4. Membuat rangkaian listrik untuk sistem otomasi pada *slide gate*
5. Menentukan konstruksi pembuatan *metal trap*, yang meliputi jenis material yang akan digunakan, jenis pengelasan dan menentukan penyambungan dengan baut.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Kebutuhan Konsumen

Analisa kebutuhan didasari pada seringnya terjadi *stuck* pada *rotary feeder*, serta bertujuan untuk menghilangkan kemungkinan terjadinya masalah tersebut, akibat adanya material asing berupa metal sisa pengerjaan perbaikan pada sistem sebelum masuk kedalam *rotary feeder*. Hasil dari analisis kebutuhan diantaranya:

1. Material asing berupa metal tidak sampai masuk kedalam *rotary feeder* karena sebelumnya telah terperangkap pada *metal trap* sehingga masalah *stuck* pada *rotary feeder* dapat teratasi.
2. Mudah dalam proses Instalasi dan Re-Instalasi.
3. Mudah dalam proses perawatan.
4. Komponen alat mudah didapat dan dioperasikan.
5. Harga setiap komponen alat dapat dijangkau.

3.2 Alur Material

Material halus atau yang biasa disebut *raw mell* hasil penggilingan dari *raw mill* yang di simpan pada *blending silo*, selanjutnya akan dialirkan menuju *preheater*. Proses transportasi material halus menuju *preheater* menggunakan beberapa alat seperti *bucket elevator*, *air slide* dan *rotary feeder*. Berikut merupakan alur material halus[3]

3.3 Masalah Pada Rotary Feeder

Adanya material asing yang mengganjal pada *rotary feeder* menyebabkan terjadinya *stuck* pada *rotary feeder*, sehingga pengumpanan material menuju *preheater* terhenti seketika. Hal tersebut dapat menyebabkan sistem pembakaran awal material akan terhenti, dan juga *interlock* dengan pembakaran material pada *rotary kiln* sehingga menyebabkan *kiln stop* atau berhenti beroperasi yang tentunya hal merugikan dari segi produksi maupun dari segi *maintenance*.

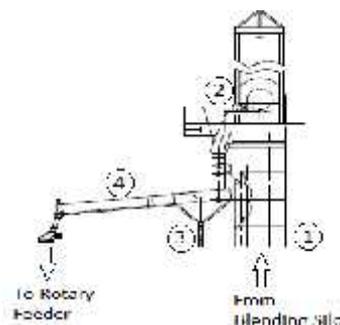
Material asing berupa metal yang berasal dari sisa pengerjaan perbaikan pada sistem *transport* material halus baik itu perbaikan pada *bucket elevator*[1] ataupun perbaikan pada *air slide*. Khusus pada *bucket elevator* didapatkan adanya baut yang lepas karena patah sehingga masuk kedalam *bucket elevator* dan terbawa menuju *air slide*. Ketika material sisa ataupun baut yang terbawa sampai ke *rotary feeder*, maka yang terjadi adalah material tersebut akan menyebabkan *stuck* pada *rotary feeder*, karena *gap rotary feeder* terlalu kecil agar dapat meloloskan material yang keras dengan ukuran kurang lebih 5 mm.



Gambar 3 Pekerjaan perbaikan *bucket elevator*

3.4 Solusi untuk Rotary Feeder yang Stuck

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu adanya perancangan *metal trap* untuk mencegah masuknya material metal kedalam *rotary feeder*. *Metal trap* bekerja dengan cara menjebak metal yang memiliki massa jenis yang lebih berat dari pada debu agar dapat terjatuh kedalam *chute*.



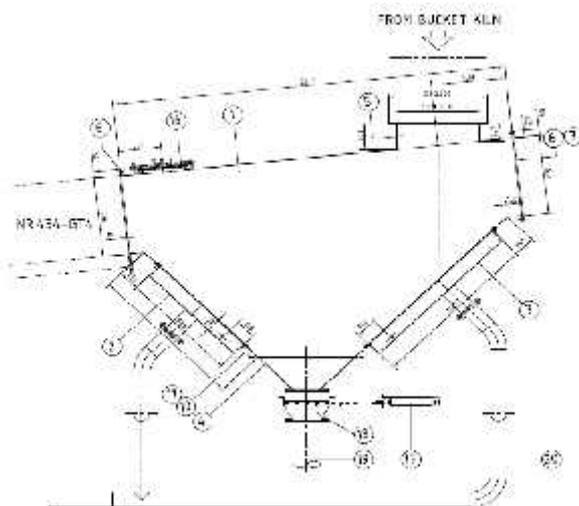
Keterangan:

1. *Bucket Elevator*
2. *Outlet Bucket Elevator*
3. *Metal Trap*
4. *Air Slide*

Gambar 4 *Layout*

3.5 Design Metal Trap

Metal trap merupakan alat yang digunakan untuk menjebak material asing berupa *metal* dengan memanfaatkan gaya grafitasi sehingga material yang berat akan terjatuh menuju *chute*. Pada penggunaannya, *metal trap* dipasang pada sistem tertutup, sistem yang mengalirkan material halus yang tidak boleh terjadi kebocoran didalamnya, karena akan mempengaruhi sistem airasi dari *air slide*[4]. Berikut merupakan design Rancang *metal trap* dapat dilihat pada gambar



Gambar 5 Disgn *Metal Trap*

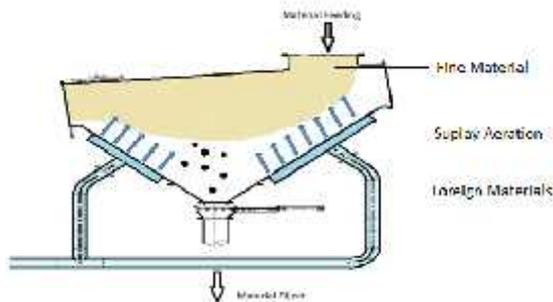
Tabel 1 Keterangan Rencana Konstruksi *Metal Trap*

Item	Qty	Part Name	Material	Remaks
1	1	Chasing	SS41	
2	1	Chamber	SS41	
3	1	Chamber	SS41	
4	1	Outlet Chute	SS41	
5	1	Inlet Chute	SS41	
6	1	Pockhole	SS41	
7	1	Flange	SS41	
8	1	Plate	SS41	
9	1	Contersunk Head Machine Screw	SS41	
10	1	Flange Outlet Chute	SS41	
11	1	Flange Outlet Chute	SS41	
12	1	Flange Chamber	SS41	
13	1	Flange Chamber	SS41	
14	1	Canvas Sheet	SS41	
15	1	Plug	FCMB	
16	1	Pockhole	SS41	
17	1	Slide Gate	SS41	
18	1	Outlet Chute	SS41	
19	1	Outlet Pipe	SGP -8" DIA	
20	1	Pipe – Airation	SGP -4" DIA	

3.6 Luaran yang Diharapkan

Perancangan *metal trap* diharapkan akan menghilangkan masalah yang selama ini ada pada *rotary feeder*, karena berdasarkan pada disgn serta perhitungan yang telah dilakukan, maka material

asing yang berupa metal akan terjatuh kedalam *chute* karena adanya gaya gravitasi sehingga tidak terbawa ke sistem selanjutnya. Selain itu material halus akan tetap mengalir dengan baik karena sistem aerasi yang terpasang pada *metal trap* mampu mengalirkan material halus dengan baik. Skema kerja pada metal trap dapat di lihat pada gambar 6.



Gambar 6 Sistem kerja *metal trap*

4 KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Perancangan *Metal Trap* dilakukan guna mencegah terjadinya *stuck* pada *rotary Feeder* yang dapat menyebabkan material umpan menuju *preheater* terhenti, sehingga akan menghentikan proses pembakaran pada *preheater*

4.2 Ucapan terimakasih

Saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak Aidil AF, Bapak Slamet Waluyo, dan Bapak Jauhari Ali atas bimbingan selama pembuatan Tugas Akhir dan penulisan, serta kepada EVE team yang telah memberikan support dalam pembuatan tugas akhir ini

4.3 Daftar Pustaka.

- [1] Patel, S. Dkk. 2013. Productivity Improvment of Bucket Elevator by Modified Design. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering ISSN 2250-2459, Vol. 3(1): 128-133.
- [2] Dipl. Ing. Walter H.Duda. Cement Data-Book 1 International process
- [3] David Mills. 2004. Pneumatic Vonveying Design Guides. United Kingdom of Britain. ISBN 0 570654716
- [4] Wenner, Robbet. 2007. Holcim Group Support Ltd

RANCANGAN INSTALASI AIR BERSIH DALAM GEDUNG POWER STATION DI BANDARA.

Ismail Basri¹

¹ Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A. Swasbessy- Depok, (021)7270036
No Fax (021) 7270054
ismailbasri92.izpad@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilatar belakangi dengan adanya suatu kebutuhan akan air bersih yang digunakan di dalam suatu gedung Power Station, terutama Power Station satu. Dimana, Power Station ini memiliki beberapa tempat yang digunakan untuk sebagai pembangkit akan Terminal 1, 2, dan 3 di Bandara Soekarno Hatta-Tangerang. Pembangkit ini juga tersupply dengan adanya pipa-pipa bawah tanah berisikan bahan bakar (daily tank, main tank). Penelitian ini hanya dibatasi pada perancangan instalasi pemipaan air bersih. Dimana, air bersih memiliki beberapa kriteria atau kualitas yang digunakan sebagai indikator salah satunya adalah kualitas fisik. Kualitas fisik ini termasuk didalamnya adalah tingkat kekeruhan. Kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 25 skala NTU. Penggunaan pipa yang digunakan dalam instalasi air bersih ini adalah Galvanis Iron Pipe (GIP). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kapasitas yang digunakan dalam gedung Power Station satu. Metodologi yang digunakan adalah dengan menggunakan diagram alir yang dimulai dari persiapan studi, pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder, gambar produk, perhitungan kebutuhan air bersih berdasarkan gambar yang ada, dan menguraikan kesimpulan. Penggunaan metodologi ini juga berdasarkan observasi lapangan dan kesesuaian gambar berupa gambar detail engineering design. Penelitian ini menghasilkan suatu kebutuhan pipa yang sesuai dengan perhitungan menggunakan gambar yang ada, dengan kesimpulan yang didapatkan adalah penggunaan pipa yang digunakan adalah pipa berdiameter $\varnothing 1''$ sampai dengan $\varnothing 1 \frac{1}{4}''$.

Kata Kunci: air, Power Station, pipa.

Abstract

An abstract consist of background, objectives, methodology, results and conclusion in brief. This part is presented in two languages namely bahasa Indonesia and English without inserting abbreviations and uncommon terms. The passage must be written in Times New Romans font, 10 point, italic, regular, single space, no indent, justify, and should be less than 250 words. Therefore, an abstract can be independent and presented separately from the article.

Keywords: 3 (three) through 5 (five) words written in in Times New Romans font, 10 point.

1. PENDAHULUAN

Power Station adalah gedung dimana digunakan sebagai penghasil energi listrik yang di dapatkan dari suatu ruang genset. Ruangan ini akan memiliki peran aktif yang sangat besar untuk suatu terminal di bandara, apabila terjadinya pemadaman. Pemadaman ini yang dapat mengakibatkan berkurangnya kinerja terhadap pelayanan terhadap penumpang. Pengaktifan genset ini didapatkan dari sumbernya berupa bahan bakar yang dialirkan melalui pipa-pipa yang tertanam berada di bawah tanah berupa bangunan main tank, daily tank. Gedung *Power Station* ini memiliki beberapa ruangan selain ruangan genset sebagai ruangan untuk mendapatkan energi untuk menghantarkan arus sebagai supply ke terminal bandara. Beberapa diantaranya adalah ruangan UPS + baterai, ruang operator, ruang panel, ruang istirahat atau ruang tidur, ruang panel, ruang kabel, kamar mandi, dan pantry.

Setiap gedung termasuk gedung *Power Station* terdapat instalasi pemipaan distribusi air bersih, dimana instalasi ini dapat menyalurkan air dari tangki (penampung) ke bagian dalam gedung dengan proses mekanis menggunakan motor (pompa) untuk dapat menggerakkan air dengan proses aliran laminar maupun turbulen. Hasil air bersih tersebut juga dapat menghasilkan air kotor, air bekas, untuk dapat memproses keluaran dari air tersebut juga harus memiliki vent yang berfungsi penting dalam pembuangan dari pemakaian air bersih di gedung *Power Station*.

Proses pemipaan instalasi distribusi air ini memerlukan adanya suatu bahan pipa yang dibutuhkan sesuai dengan keperluan dari perancangan konstruksi terutama konstruksi pipa. Pipa tersebut diantaranya dalam keperluan gedung khususnya *Power Station* adalah Pipa GIP (*Galvanis Iron Pipe*) dan pipa PVC (*Polyvinil Chlorida*). Peruntukan pipa GIP pada gedung ini adalah untuk distribusi air bersih, sedangkan pipa PVC diperuntukkan untuk air *vent*, air bekas, dan air kotor. Penggunaan pipa ini juga memerlukan adanya sebuah klem untuk mengkaitkan pipa dengan ukuran masing-masing jenisnya, baik pipa air bersih, air kotor, air bekas, dan air vent.

Tujuan dari penelitian ini adalah dimaksudkan jumlah kapasitas kebutuhan air bersih dari suatu gedung khususnya gedung *Power Station* Bandara Soekarno Hatta. Tujuan dari adanya penelitian ini tidak dapat dipisahkan dari suatu dasar teori yang mendukung dari adanya penelitian. Dasar teori tersebut dapat berupa peran dari perancangan masing-masing kebutuhan terutama air bersih, penggunaan pipa yang dipakai di gedung *Power Station*, aliran dari suatu fluida yang mengalir.

Perancangan Air Bersih

Perancangan air bersih, harus memiliki prinsip dasar terlebih dahulu yaitu kualitas air yang ada. Kualitas air akan menentukan terjaminnya kesehatan dan nyaman pengguna gedung dalam memakai air tersebut. Banyak negara telah menerapkan standar dari kualitas air ini yang juga telah mengacu terhadap ketentuan yang telah diterapkan oleh badan WHO (*World Health Organization*), di Indonesia kualitas air lebih mengacu terhadap peraturan Menteri Kesehatan RI No. 173/Men. Kes/Per/VIII/77 yang komponennya harus sesuai.

Parameter kualitas air tersebut menyangkut:

- a. Kualitas Fisik, meliputi kekeruhan, temperatur, warna, bau dan rasa.
Kekeruhan air dapat ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang terkandung di dalamnya seperti lumpur dan berasal dari bahan-bahan buangan. Kekeruhan ini memiliki kadar maksimum yang ditentukan yaitu 25 Skala NTU.
- b. Kualitas Kimia, meliputi air raksa, timbal, nitrat, nitrit, dan sebagainya.
Memiliki beberapa ketentuan yang telah ditetapkan dengan masing-masing kadar maksimum yang diperbolehkan. Maksimum yang diperbolehkan bergantung pada jenis kimia yang ada, misalkan air raksa 0,001 mg/L, Timbal 0,05 mg/L, dan yang lebih penting adalah pH 6,5-9,0.
- c. Kualitas Kimia Organik, meliputi DDT, detergen, coloroform.
Bagian ini berhubungan dengan kimia organik, baik hasil dari limbah rumah tangga, limbah industry, ataupun olahan hasil produksi pertanian yang ada di lingkungan masyarakat. Kandungan ini memiliki beberapa kriteria tertentu bergantung dari jenis bahan kimia yang digunakan. Kesemua satuan atau kandungan kimia air bersih memiliki satuan mg/L.
- d. Kualitas Mikrobiologi, meliputi total koliform.
Bagian ini menjelaskan tentang adanya jumlah per 100 ml yang ada dengan ketentuan kadar maksimum yang diperbolehkan berbeda-beda tiap jenis. Jenis ini dibedakan berdasarkan atas air perpipaan dan bukan air perpipaan. Ketentuan air perpipaan adalah 10 dalam per 100 ml, dan bukan air perpipaan adalah 50 dalam per 100 ml.
- e. Kualitas radiokativitas, meliputi aktivitas alpha dan aktivitas betha.
Bagian ini menerangkan tentang banyaknya inti atom yang tak stabil dapat memancarkan radiasi dan berubah menjadi inti stabil. Hal ini terlihat dari jenis radiasi yang ada yaitu radiasi alpha dan radiasi betha. Aktivitas alpha dan betha memiliki satuan dalam standar kualitas radioaktif yaitu Bq/L, masing-masing memiliki nilai 0,1 untuk radioaktif alpha dan 1,0 untuk radioaktif betha.

Sistem Perpipaan

Sistem perpipaan adalah suatu sistem yang digunakan untuk transportasi fluida dengan menggunakan peralatan (*equipment*) dari satu tempat ke tempat lainnya, sehingga proses produksi atau hasil dari transportasi fluida dapat berlangsung. Komponen dari sistem perpipaan ini secara umum terdiri dari:

- a. Pipa
Pipa adalah suatu komponen yang berbentuk silinder digunakan untuk memindahkan fluida yang bertekanan dengan desain sedemikian rupa, sesuai dengan material tertentu. Pipa diklasifikasikan

menjadi dua jenis yaitu pipa tanpa sambungan (*Seamless Steel Pipe*) dan pipa dengan sambungan las (*Welded Steel Pipe*). Penggunaan pipa dalam penelitian ini adalah pipa PVC untuk instalasi air kotot, *vent*, dan bekas dan pipa GIP untuk instalasi air bersih.

- b. Fitting (*elbow, reducer, tee, flange*).
- c. Instrumentasi (peralatan untuk mengukur dan mengendalikan parameter fluida, misalkan temperatur, tekanan, laju aliran massa, *level* ketinggian, dan sebagainya).
- d. Peralatan atau *equipment* (penukar kalor, bejana tekan, pompa *compressor*, bejana air).
- e. Penyangga pipa (*pipe support dan pipe hanger*).
- f. Komponen khusus (*strainer, drain, vent*).

Pipa PVC

PVC atau Polivinil klorida (IUPAC = Poli(kloroetanadiol) adalah polimer termoplastik urutan ketiga dalam jumlah pemakaian dunia, setelah polietilen dan polipropilen. PVC dalam produksinya sebagai bahan konstruksi melebihi 50% di seluruh dunia. Sebagai bahan bangunan, pemakaiannya relative murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. PVC bisa dibuat elastis dan fleksibel dengan menambahkan plasticizer. Pemakaiannya yang fleksibel ini dapat dibuat sebagai bahan pakaian, perpipaan, atap, dan inuslasi kabel listrik.

Jenis pipa ini berbagai macam

-) Kelas AW (VP) dengan tekanan kerja 10 kg/cm²
-) Kelas A2 dengan tekanan kerja 8 kg/cm²
-) Kelas D (VU) dengan tekanan kerja 5 kg/cm²
-) Kelas C untuk saluran kabel listrik

Galvanis *Iron Pipe* (GIP)

Pipa yang digunakan untuk distribusi air bersih adalah Galvanis *Iron Pipe* (GIP). Pipa ini adalah pipa besi yang ditutupi dengan lapisan pelindung seng yang dapat mengurangi kecenderungan timbulnya korosi serta dapat memperpanjang usia dari tabung tersebut menjadi awet.

Pipa ini terbuat dari baja karbon rendah dengan lapisan galvanis, yang mengandung berbagai macam unsur diantaranya:

-) Unsur seng (Zn) 99,7% biasa diaplikasikan pada pipa air minum.
-) Unsur karbon sebesar 0,091% termasuk golongan baja karbon rendah.

Telah dijelaskan bahwa bahan utama dari pipa ini adalah seng, maka hanya digunakan sebagai instalasi air bersih dingin, tidak digunakan untuk air bersih panas

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini mencakup beberapa keterangan yang digunakan dalam penelitian dengan keterangan sebagai berikut.

Subjek yang diteliti

Subyek penelitian adalah air bersih dengan instalasi pemipaan distribusi di dalamnya dan juga debit dari keluaran air yang digunakan dalam setiap lantai di Power Station Bandara Soekarno Hatta- Tangerang, Banten.

Alat yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan beberapa alat yang digunakan antara lain adalah Galvanis *Iron Pipe* untuk instalasi air bersih, pipa PVC, tangki penampung air bersih, pompa, penumpu dan penggantung pipa, peralatan plambing.

Desain yang digunakan

Desain ini menggunakan desain dengan gambar dua dimensi sebagai acuan dari denah instalasi yang ada dalam gedung *Power Station* satu di Bandara Soekarno Hatta. Denah ini juga membagi dua sistem instalasi dari gedung lantai dasar dan gedung lantai satu. Denah atau layout ini juga menunjukkan beberapa penumpu dan penggantung pipa yang menggantung di setiap lantai, baik lantai dasar maupun lantai satu.

Variabel yang akan diukur

Penelitian ini lebih mengacu kepada banyaknya kebutuhan air bersih berdasarkan literatur secara teoritik. Menurut Morimura dan Hadisoebroto ada empat metode perhitungan kebutuhan air bersih rata-rata di sebuah gedung, secara teoritik adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan jumlah orang yang akan memakai air bersih: metode ini digunakan untuk mengukur banyaknya kebutuhan air bersih berdasarkan pemakaian tersebut dari setiap orang dan perkiraan jumlah orang yang akan memakai air bersih. Dengan mengalikan kebutuhan air bersih rata-rata perorang dan jumlah orang memakai air bersih perhari, maka akan diperoleh besarnya kebutuhan air bersih rata-rata dalam m^3 /hari.
2. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing, metode ini digunakan apabila jumlah dan jenis alat plambing yang dipakai sesuai dengan kondisi pemakaian alat plambing di suatu bangunan. Setiap alat plambing memiliki kebutuhan minimal yang harus dipenuhi. Dengan mengalikan jumlah alat plambing dan kebutuhan setiap alat plambing, maka akan diperoleh besarnya kebutuhan air bersih rata-rata dalam m^3 /hari.
3. Berdasarkan unit beban alat plambing, metode ini digunakan berdasarkan pembebanan dari setiap alat plambing berbeda-beda dengan menjumlahkan besarnya unit beban dari semua alat plambing, maka akan diperoleh besarnya kebutuhan air bersih rata-rata dalam m^3 /hari.
4. Berdasarkan luas lantai gedung, metode ini digunakan jika diketahui luas lantai gedung dan dapat diperkirakan perbandingan luas lantai efektif terhadap luas lantai total. Luas lantai efektif ini bisa dihitung jumlah efektif yang menghuni lantai tersebut. Dengan mengalikan kebutuhan air bersih rata-rata per orang dengan jumlah orang memakai per hari, maka akan diperoleh besarnya kebutuhan air bersih rata-rata dalam m^3 /hari.

Perhitungan ini masing-masing memiliki beberapa kriteria yang juga harus dipenuhi dalam suatu pembangunan dan perencanaan gedung, terutama gedung *Power Station* Bandara Soekarno Hatta. Tahapan perhitungan (1) menjadi rujukan dari penelitian ini, dikarenakan pemakaian berdasarkan jumlah orang akan lebih terlihat kebutuhan setiap *Power Station*, termasuk *Power Station* Satu. Hal ini juga lebih hemat dalam pemakaian orang setiap gedung.

Teknik Pengumpulan Data

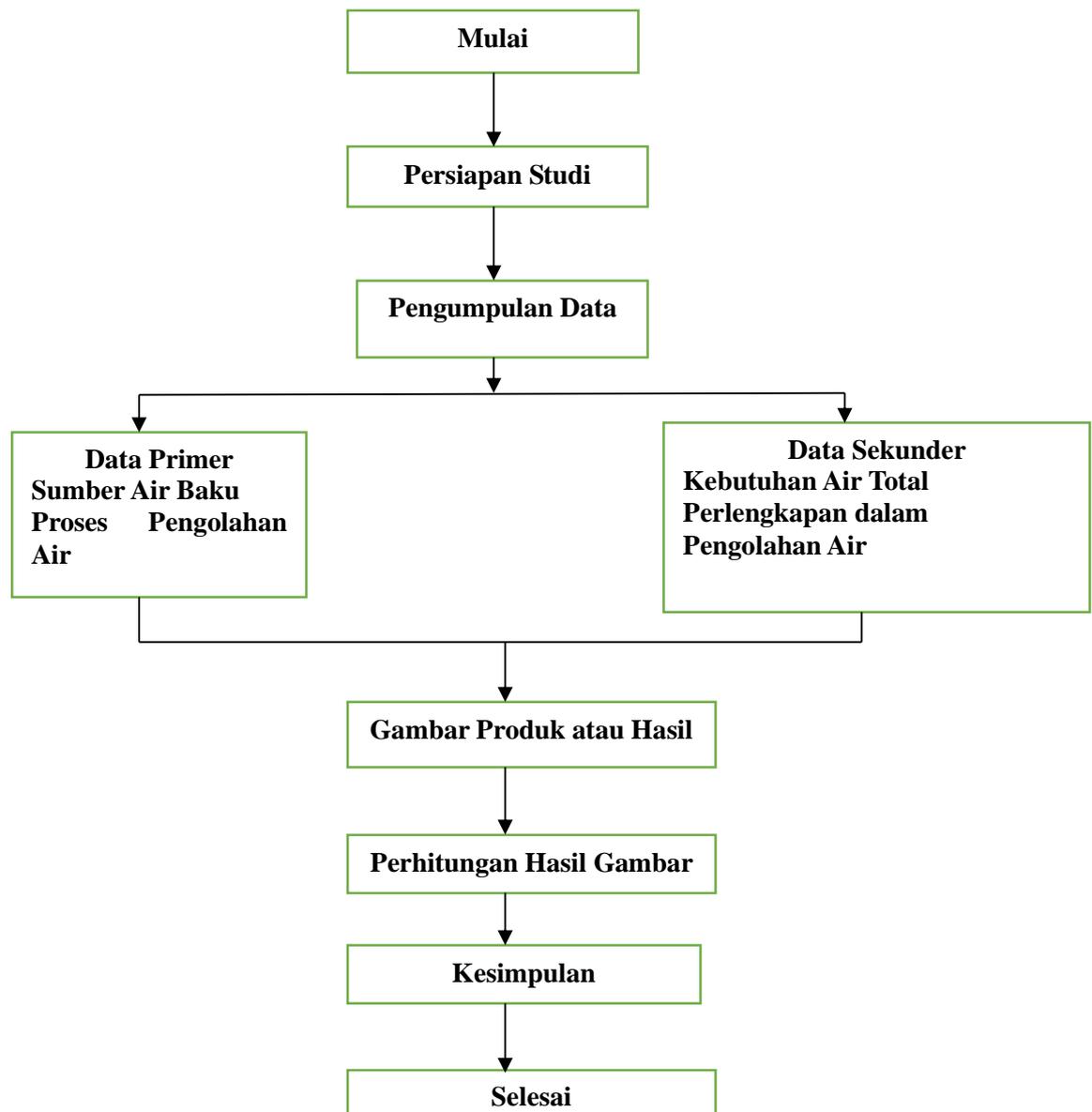
Tahapan ini dilakukan dengan melalui pengamatan (observasi) secara langsung ke lapangan, proses selanjutnya adalah dengan pendekatan ilmiah atau literatur yang pernah membahas terkait hal instalasi air bersih.

Analisis

Analisis ini menggunakan metode hipotesis dan perancangan distribusi air bersih yang akan berada di dalam gedung *Power Station* Satu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian memiliki perhitungan berdasarkan jumlah orang setiap lantai yang ada. Tahapan ini dengan mengikuti alur penelitian sebagai berikut.



Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian

Penentuan Kebutuhan Air Bersih

Penelitian memiliki tujuan adalah distribusi kebutuhan air bersih yang akan digunakan dalam gedung *Power Station* Satu. Penelitian ini merujuk terhadap variabel pertama yang digunakan, yaitu jumlah penduduk atau orang yang berada dalam satu gedung. Penentuan penelitian ini disusun sebagai berikut:

1. Tentukan jumlah penghuni yang ada dalam satu gedung.
2. Setiap satu gedung, tentukan pula penghuni setiap lantai yang ada dalam gedung tersebut.
3. Umpamakan dalam satu lantai dari gedung, contohnya *Power Station* satu ada 40-50 orang per lantai.
4. Ketentuan dari penggunaan air bersih untuk gedung perkantoran terutama gedung *Power Station* adalah 100 l/hari/orang.

5. Gedung *Power Station* yang berada di bandara adalah dua lantai maka tiap lantai dikalikan dengan ketentuan volume air bersih yang keluar adalah masing-masing 4000 l/hari, dengan menggunakan rumus:

$$Q \cdot n = Q_d \quad \text{[Persamaan 1]}$$

Keterangan :

Q = Pemakaian Air Rata-rata per orang (l/hari)
n = Banyaknya Orang dalam tiap gedung
Q_d = Pemakaian air rata-rata (liter)

6. Pemakaian gedung perkantoran setiap harinya adalah 8 jam dalam pengoperasiannya.
7. Jumlah volume pemakaian tiap gedung dalam hitungan per jam adalah 500 l/jam, dengan menggunakan rumus

$$Q_d/T = Q_h \quad \text{[Persamaan 2]}$$

Keterangan :

Q_d = Pemakaian Air Rata-rata sehari (liter)
T = Jangka Waktu Pemakaian (Jam)
Q_h = Pemakaian Air Rata-Rata (liter/jam)

8. Setelah dalam volume pemakaian, hitung dengan mengalikan margin 1,2 untuk plambing tersebut dihasilkan 600 l/jam atau 0.6 m³/jam, dalam pemakaian margin maka menggunakan rumusan perhitungan

$$Q_h \cdot m = Q_{hh} \quad \text{[Persamaan 3]}$$

Keterangan :

Q_h = Pemakaian Air Rata-rata (liter/jam)
m = ketetapan pemakaian
Q_{hh} = Pemakaian Air Rata-rata per margin (liter/jam)

9. Setelah didapatkan hasilnya 0.6 m³/jam maka diubah dengan waktu per menit menjadi 0.01 m³/menit, hasil ini adalah flow rate dari keluaran air yang ada pada gedung power station.
10. Setiap pemakaian dalam sehari adalah 8 jam, maka dalam seminggu pemakaian ada 56 jam pemakaian, rumus yang dipakai adalah

$$T \cdot N = T_a \quad \text{[Persamaan 4]}$$

Keterangan :

T = Jangka Waktu Pemakaian (jam)
N = Hari Pengoperasian dalam Seminggu
T_a = Jangka Waktu Pemakaian Seminggu (jam)

11. Pemakaian yang ada dari perkalian margin adalah 600 l/jam dikalikan dengan pemakaian dalam seminggu untuk mendapatkan volume tangki yang dibutuhkan adalah sebanyak 33600 l/jam atau 33.6 m³/jam dengan rumus menggunakan sebagai berikut

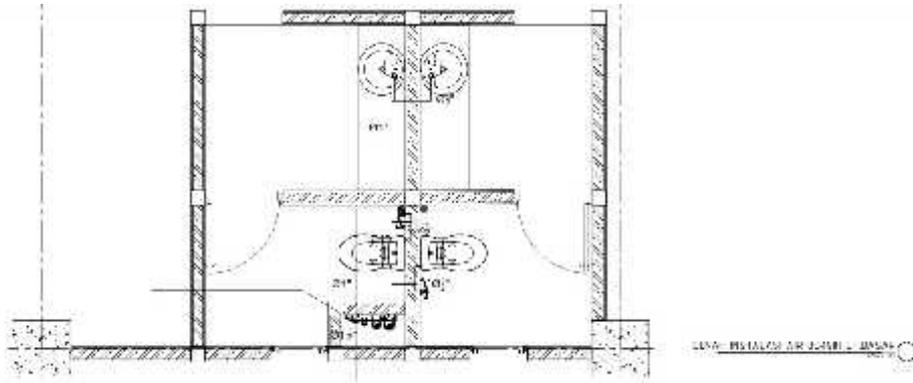
$$Q_{hh} \cdot T_a = Q_{ht} \quad \text{[Persamaan 5]}$$

Keterangan :

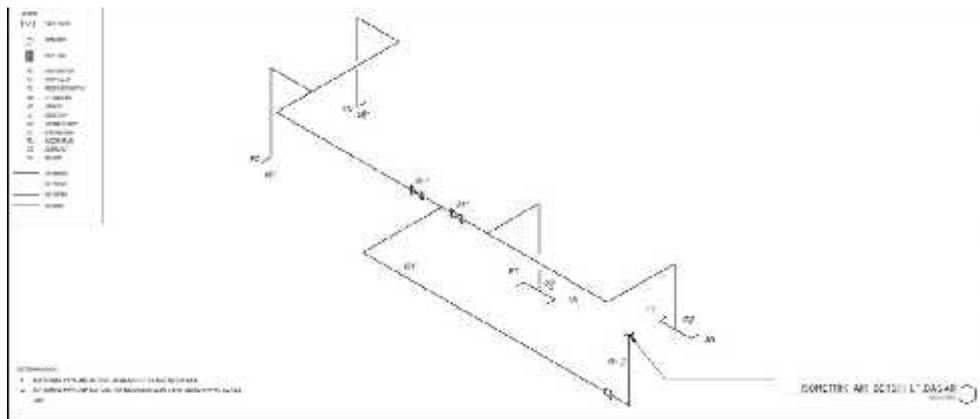
Q_{hh} = Pemakaian Air Rata-Rata Per Margin (liter/jam)

T_a = Jangka Waktu Pemakaian Seminggu (jam)
 Q_{ht} = Pemakaian Air Rata-rata Total (m^3/jam)

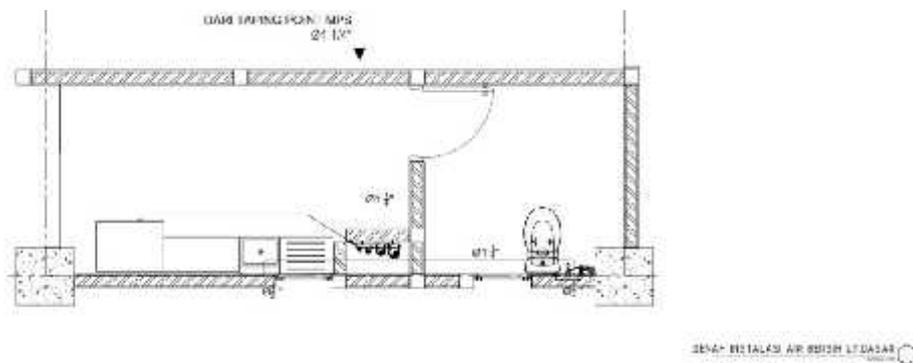
Gambar Instalasi Air Bersih



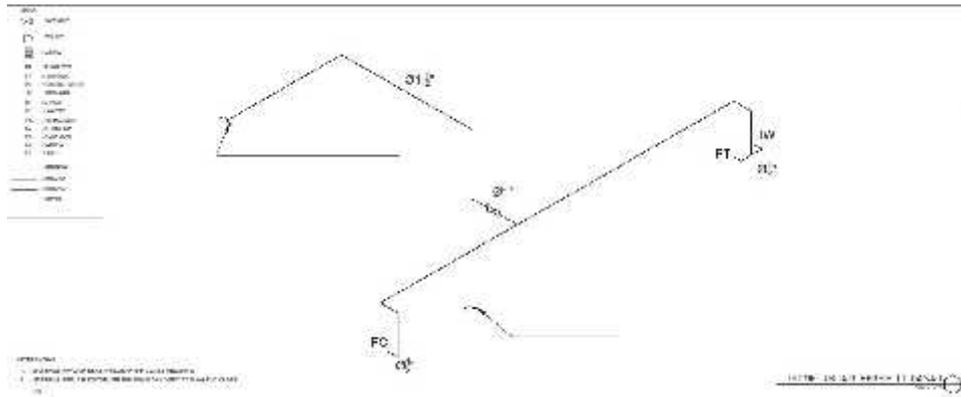
Gambar 3.1 Denah Instalasi Air Bersih Lantai Dasar



Gambar 3.2 Isometrik Air Bersih Lantai Dasar



Gambar 3.3 Denah Instalasi Air Bersih Lantai Satu



Gambar 3.4 Isometrik Air Bersih Lantai Satu

Rumusan Penelitian

Rumusan yang digunakan untuk penelitian ini adalah menentukan debit dari setiap aliran yang berada di gedung *Power Station* Satu, baik lantai dasar dan lantai satu. Debit ini diantaranya adalah melalui d_{pipa} dengan V_{air} . Selain dalam debit yang diketahui dari instalasi air bersih tersebut, maka tentukan juga f_{pipa} lurus, f_{pipa} belokan, dan f_{katup} . Penelitian ini juga merujuk terhadap penggunaan pompa untuk menyalurkan air dari bawah ke bagian dalam gedung.

Perhitungan dalam rugi-rugi pada pipa lurus, pipa belokan, dan katup.
Rugi-rugi pada pipa lurus sebagai berikut rumusan penelitian ini.

$$h_f = f \cdot l/a \cdot v^2/2g \quad [\text{Persamaan 6}]$$

Rugi-rugi pada pipa belokan dan katup sebagai berikut rumusan penelitian ini

$$h_f = k \cdot v^2/2g \quad [\text{Persamaan 7}]$$

Rugi-rugi pada pipa lurus, pipa belokan, dan katup sudah diketahui maka, didapatkan rugi-rugi total

$$H = h_f(\text{Pipa Lurus}) + h_f(\text{Pipa Belokan}) + h_f(\text{katup}) \quad [\text{Persamaan 8}]$$

Hukum Bernoulli

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 + H_p = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + h_f \quad [\text{Persamaan 9}]$$

$$H_p = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 - \left(\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 \right) + h_f \quad [\text{Persamaan 10}]$$

Keterangan

P_1 = Tekanan Fluida satu

v_1^2 = kecepatan fluida satu

g = percepatan gravitasi bumi

z_1 = ketinggian aliran yang disalurkan satu

P_2 = Tekanan Fluida dua

v_2^2 = kecepatan fluida dua

g = percepatan gravitasi bumi
 z_2 = ketinggian aliran yang disalurkan dua
 h_f = *head loss* / rugi-rugi.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mendistribusikan air bersih dari bagian bawah gedung hingga masuk ke bagian dalam gedung pada ruang kamar mandi *Power Station* Satu. Pendistribusian ini menggunakan beberapa pipa yang dipakai diantaranya adalah pipa PVC dan pipa GIP. Pipa ini memiliki beberapa ketentuan yang dipakai dalam penelitian adalah dengan berdiameter $\varnothing 1''$ sampai dengan $\varnothing 1 \frac{1}{4}''$.

4.1 Ucapan Terimakasih (Apabila diperlukan)

Penelitian dan Penyusunan *full paper* seminar nasional ini mungkin tidak akan terlaksana tanpa ada bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penyusun mengucapkan terima kasih kepada ;

1. Allah Subhanahu wata'ala atas semua karunia yang telah diberikan, yang tak ada habisnya.
2. Ayahanda dan Ibunda penyusun yang telah mendukung dan memberikan do'a.
3. PT. PUSTEK E&T yang telah mengizinkan melaksanakan kegiatan penelitian, pengambilan data serta memberikan kesempatan kepada penyusun untuk dapat menyelesaikan masalah industri secara langsung.
4. Drs. Sunarto sebagai dosen pembimbing Skripsi yang telah membimbing, mengoreksi dan membantu penelitian ini.
5. Ketua Jurusan Teknik Mesin Dr. Belyamin, M.Sc, Eng., B.Eng., dan Ketua Program Studi Teknik Mesin Dra. Indriyani Rebet, M.Si.

Teman-teman D3 Teknik Mesin Konsentrasi Perancangan yang telah bersama-sama berjuang untuk menyelesaikan penelitian dan telah mendukung untuk menyelesaikan *full paper* ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Peraturan Menteri Kesehatan Nomer : 416/ MEN.KES/ PER/ IX/1990. *Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*. 3 September 1990. Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- [2] <http://www.batan.go.id/ensiklopedi/08/01/01/03/08-01-01-03.html>, *Radioaktivitas*. BATAN.
- [3] Noerbambang, Soufyan M dan Takeo Morimura. 1988. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*. Cetakan Ketiga. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [4] Kurniawan, Candra Ardi. 2016. *Analisa Tegangan, Defleksi, Pemeriksaan, Kebocoran pada Flange, Perbandingan Gaya dan Momen pada Nozzle Pipa Discharge Feed Water Takuma Boiler Milik PT. Suparma*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- [5] Razif, Mohammad dan Edya Pitoyo. 2014. *Perhitungan Kebutuhan Air Bersih Rata Rata Pusat Perbelanjaan, Studi Kasus Sepuluh Pusat Perbelanjaan di Kota Surabaya*. Seminar Nasional Teknologi Lingkungan XI-ITS, Surabaya. 3 Desember 2014. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- [6] Munson, Bruce R. Donald F. Young, dan Theodore H. Okiishi. 2004. *Mekanika Fluida*. Edisi Keempat. Jilid 1. PT. Erlangga. Jakarta.
- [7] Hadisoebroto, Rositayanti. W. Astono dan Rizki A. W. Putra. 2007. *Kajian Pola Pemakaian Air Bersih di Tiga Apartemen di Jakarta*. Volume 4 No. 1. Juni 2007. Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan. Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas Trisakti.

RANCANG BANGUN AIR BLASTER PADA BIN WEIGHFEEDER SILIKA UNTUK MENGURANGI POTENSI DEVIASI

Edy Setya Budi

Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta, edysetyabudi.holcim@gmail.com

Abstrak

Weighfeeder adalah salah satu equipment yang berfungsi sebagai alat transport sekaligus alat timbang material. Salah satu penggunaan weighfeeder di PT. Holcim Indonesia Tbk. Tuban Plant yaitu digunakan untuk material silika. Selama dalam operasi kerja, permasalahan yang sering terjadi yaitu blocking di dalam bin weighfeeder, sehingga silika tidak bisa mengalir dan menyebabkan proporsi silika berkurang. Proporsi yang kurang ini akan menyebabkan penyimpangan komposisi Raw material yang disebut dengan deviasi silika.

Selama ini langkah yang dilakukan untuk mengatasi blocking tersebut yaitu cukup dengan dilakukan perontokkan material secara manual menggunakan pipa dan memukul dinding bin menggunakan besi. Cara tersebut sangatlah tidak efektif karena membutuhkan waktu yang lama dan membutuhkan energi lebih. Sehingga komposisi silika dalam campuran bahan semen menjadi berkurang yang menyebabkan kualitas semen menurun. Selain itu dengan dinding yang dipukul juga menyebabkan dinding tersebut menjadi deformasi bentuk. Untuk mengatasi masalah tersebut penambahan alat sangat diperlukan untuk meminimalkan terjadinya blocking. Salah satunya dengan menggunakan air blaster. Air Blaster adalah sebuah sistem Pneumatic udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor.

Dengan ditambahkan Air blaster diharapkan bisa menghindari terjadinya blocking dan memungkinkan aliran silika menjadi lancar. Terutama di musim hujan karena kadar air dalam silika menjadi banyak dan memungkinkan menempel pada dinding bin. Dengan penambahan air blaster ini proses produksi akan lancar, dan mengurangi potensi deviasi di weighfeeder silika.

Kata Kunci : Weighfeeder, Bin, silika, Air Blaster

Abstract

Weighfeeder is one of the equipment has functions transporting material and weighing material. One of uses weighfeeder in PT. Holcim Indonesia Tbk. Tuban Plant that is used for the silica material. During in the operation, the problems that often occur is blocking in bin wall weighfeeder silica, so silica can not flow and will causes the proportion of silica is reduced. The less proportion will causes deviations composition of Raw material called silica deviations.

During this time the steps taken to overcome blocking is just manually vibrate material using the air pipe and hit the bin wall using iron pipes. This way is not effective because it takes a long time and require more energy. So the composition of the silica in the cement mixture is reduced and the quality of the cement will bad. Also if the wall bin is hitted it can make the wall deform. To overcome these problems additional equipment are needed to minimize the occurrence of blocking. The One is use an air blaster. Air Blaster is a Pneumatic system equipment with the pressure generated by the compressor.

By adding the Air blasters, is expected to avoid the blocking and allows the flow of silica to be smooth. Especially in the rainy season because the water content of the silica became more and lets stick to the bin wall. With the addition of air blaster this will increase the production process, and reduce the potential for deviation in weighfeeder silica.

Key Word : Weighfeeder, Bin, silika, Air Blaster

1. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Weighfeeder adalah salah satu *equipment* yang berfungsi sebagai alat *transport* sekaligus alat timbang material [1]. Salah satu penggunaan *weighfeeder* di PT. Holcim Indonesia Tbk. Tuban Plant yaitu digunakan pada material silika. Permasalahan yang sering terjadi adalah material silika menempel pada dinding bin, sehingga silika tidak bisa mengalir dan terjadi deviasi. Pengertian deviasi dalam kasus ini adalah penyimpangan atau kekurangan komposisi silika pada *raw meal* [1]. Terjadinya deviasi ini dapat menyebabkan *LSF* (*lime saturation factor*) berubah yang akan mempengaruhi kualitas semen. Salah satu cara untuk mengatasi penempelan silika tersebut yaitu dengan penambahan Air blaster. Air blaster bekerja dengan sistem pneumatik. Dengan memanfaatkan udara dari kompresor yang ada di pabrik dengan tekanan sekitar 7,5 bar. Diharapkan dengan adanya *Air blaster* dapat mengurangi terjadinya penempelan silika dan mengurangi deviasi silika, sehingga kualitas *Lime saturation factor* semen terjaga dengan baik.

B. Tujuan

Untuk mengoptimalkan kerja dari *weighfeeder* silika agar tidak terjadi deviasi silika dan proses produksi *raw meal* menjadi lebih lancar.

2. METODE PENELITIAN

1. Mulai

Tugas akhir ini dapat dikatakan mulai apabila judul telah di tentukan dan proposal telah disusun.

2. Metode observasi

Melakukan pengamatan secara langsung tentang *equipment* yang menjadi obyek tugas akhir. Cara kerja alat, lokasi dan posisi alat serta mengamati sarana pendukung yang ada di sekitar obyek guna mempermudah proses pemasangan serta penyelesaian masalah.

3. Metode kepustakaan

Mencari dan mempelajari informasi-informasi dari internet mengenai hal-hal yang terkait dengan rancang bangun air blaster serta buku manual *equipment-equipment* yang terkait dengan tugas akhir.

4. Metode diskusi

Mendiskusikan permasalahan dan solusinya dengan pembimbing lapangan, dosen pembimbing. Mendiskusikan perancangan, desain, dan ukuran dengan rekan-rekan produksi dan pembimbing lapangan serta mendiskusikan proses instalasi dengan pihak mekanik.

5. Metode evaluasi

Melakukan uji coba air blaster dan mengevaluasi kinerja alat setelah dilakukan penambahan air blaster untuk memastikan kesesuaian dengan luaran yang diharapkan.

6. Kesimpulan

Kesimpulan di dapatkan dari hasil evaluasi yang diperoleh setelah dilakukannya penambahan air blaster dan tercapainya tujuan dari tugas akhir ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

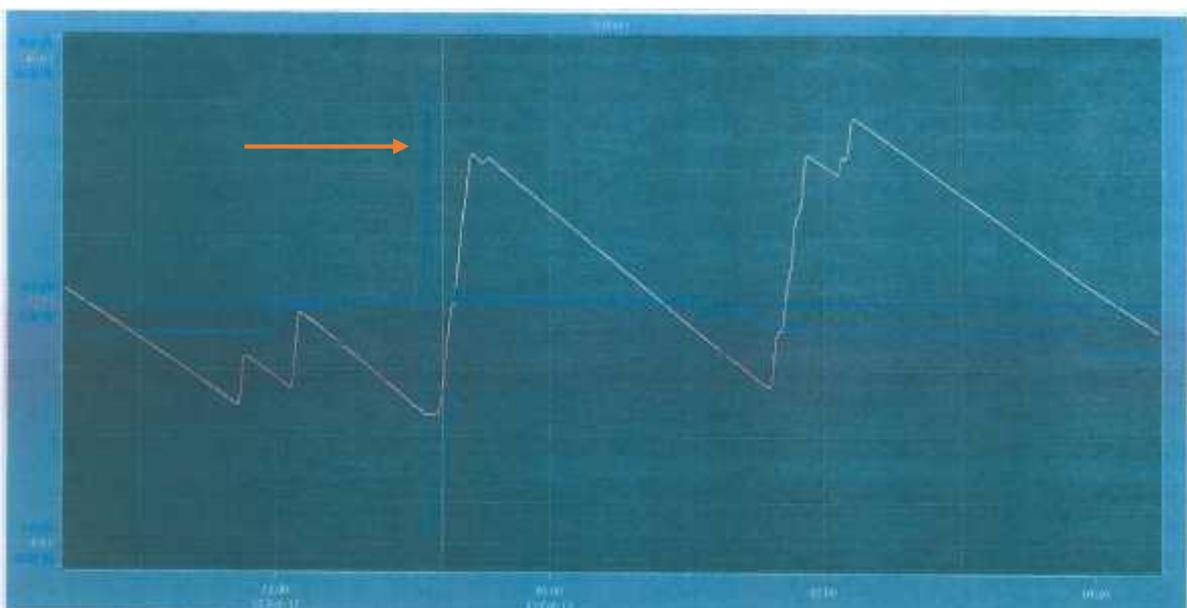
3.1 Kondisi Sebelum Dilakukan Penambahan Air Blaster

Sebelum dilakukan penambahan air blaster sering terjadi blocking atau penempelan silika pada dinding bin yang disebabkan kondisi silika mengandung banyak air.



Gambar 1. Silika menempel pada dinding bin WF

kondisi deviasi dapat dilihat di central control room. Grafik ini digunakan sebagai acuan proses pengumpanan silika. Terdapat 3 garis, yaitu : berat material di bin, feedrate, dan deviasi.



Gambar 2. Grafik Deviasi Silika

3.2 Kerugian Akibat Deviasi

Deviasi silika dapat menyebabkan komposisi *raw meal* menjadi tidak proporsional, yang menyebabkan nilai Lime saturation factor menjadi tinggi. Silika modulus yang di terapkan di Holcim yaitu sebesar 2,3 % dan lime saturation factor 90-99 %. Nilai lime saturation factor ini berpengaruh pada proses pembakaran raw meal di dalam kiln [4].

Pengaruh *Silica Modulus* > 32

-) Tepung baku sulit dibakar dan memerlukan energi tinggi.
-) Kadar CaO bebas cenderung tinggi.
-) Memperlambat pengerasan semen.
-) Kuat tekan semen cenderung tinggi.

Pengaruh *Silica Modulus* < 1.9

-) Selalu membentuk ring.
-) Terak berbentuk bola dan sulit di grinding.
-) Waktu pengikatan semen pendek dan panas hidrasi naik.
-) Kuat tekan awal semen (3-7 hari) rendah.

Pengaruh *Lime Saturation Factor* > 99

-) Raw meal sulit di bakar sehingga membutuhkan energi tinggi.
-) Sulit membentuk coating, sehingga panas radiasi yang keluar dari kiln naik.
-) Kadar CaO bebas cenderung naik.
-) Kadar C3S naik, sehingga kuat tekan awal dan panas hidrasi naik.

Pengaruh *Lime Saturation Factor* < 90

-) Raw meal mudah dibakar, sehingga kebutuhan energi turun.
-) Cenderung membentuk coating.
-) Terak berbentuk bola-bola dan sulit untuk di grinding.
-) Kadar CaO bebas rendah.
-) Kadar C3S turun dan kadar C2S naik secara proporsional.
-) Panas hidrasi semen cenderung rendah.

3.3 Proses Penambahan Sistem Air Blaster

3.3.1 Perhitungan Energi Transportasi Yang Dihasilkan Air Blaster

$$\text{Pressure} = 7,5 \text{ bar} = 750000 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Pulse time} = 200 \text{ ms} = 0,2 \text{ s}$$

$$\text{Cycle time} = 60 \text{ s}$$

$$\text{Stopped time} = 300 \text{ s}$$

Stopped time adalah waktu berhenti atau waktu jeda antara air blaster yang kedua balik ke air blaster yang pertama. Stopped time ini digunakan untuk mengatur udara dari *plant air* agar tidak terjadi sirkulasi secara terus menerus yang berakibat pada pemborosan udara kompresor [7].

$$\text{Volume air blaster} = 100 \text{ l} = 0,1 \text{ m}^3$$

$$\text{Debit} = \text{Volume/s} \quad [\text{Persamaan 1}]$$

$$\begin{aligned} \text{Debit} &= 0,1 \text{ m}^3 / 60\text{s} \\ &= 0,0017 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$$\text{Etrans} = P \times Q \times t \quad [\text{Persamaan 2}]$$

$$\begin{aligned} &= 750000 \text{ N/m}^2 \times 0,0017 \text{ m}^3/\text{s} \times 0,2 \text{ s} \\ &= 255 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\text{Etrans atau } W = F \cdot s \quad [\text{Persamaan 3}]$$

$$255 \text{ Nm} = F \times 0,5 \text{ m}$$

$$F = 255/0,5$$

$$F = 510 \text{ N}$$

$$F = m \times a \quad [\text{Persamaan 4}]$$

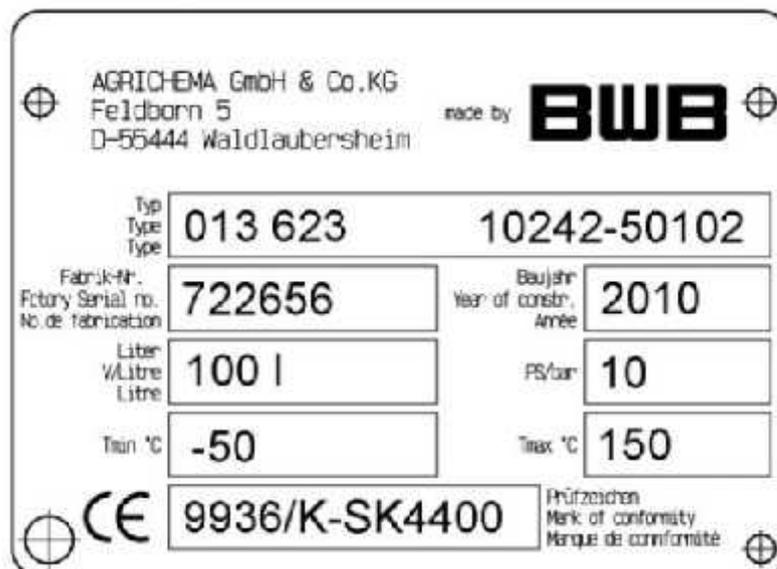
$$510 \text{ N} = m \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$m = 52 \text{ Kg}$$

Jadi, pada sebuah air blaster energi transportasi yang dihasilkan sebesar 255 Nm dapat mendorong material sebesar 52 Kg yang berada di depan nozzle.

3.3.2 Spesifikasi Air Blaster Yang Digunakan

Semua jenis air blaster yang digunakan di PT Holcim Indonesia Tbk, (Tuban plant) yaitu Air blaster yang di produksi oleh Agrichema dengan spesifikasi seperti di bawah .



Gambar 3. Rating Plate Air

3.3.3 Penempatan

Perancangan tata letak setelah observasi pada menyesuaikan kondisi Posisi pemasangan



Blaster

Nozzle Air Blaster

Air Blaster dilakukan lapangan dengan yang ada di lapangan. Nozzle dipasang pada

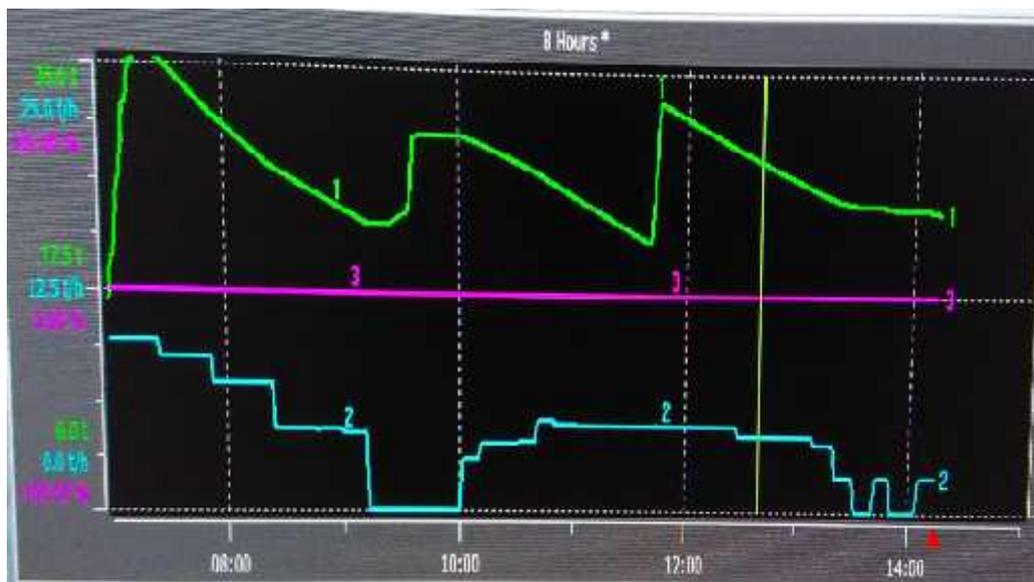
atas *pin gate chute*.



Gambar 4. Letak Pemasangan Nozzle Air Blaster

3.4 Kondisi Setelah Penambahan Air Blaster

Setelah penambahan air blaster pada bin, diharapkan waktu untuk merontokkan material menjadi lebih cepat dan aliran silika menjadi lebih lancar; sehingga proses produksi *raw meal* menjadi lebih lancar. Kondisi proses pengumpanan silika dapat dilihat dari *feedrate* yang terlihat di Central Control Room.



Gambar. 5 Grafik Deviasi

4 KESIMPULAN

SHOCK-BLOWER® air blast dari AGRICHEMA dapat menyimpan udara bertekanan sampai 10 bar dan melepaskannya dalam *milisecond* ketika digunakan. Air blaster menghasilkan udara bertekanan yang dapat

digunakan untuk memisahkan antara material dengan dinding bin. Material akan terdorong dan menuju ke *outlet bin* [7].

Dengan adanya air blaster pada dinding bin, pekerja tidak perlu melakukan cleaning secara manual menggunakan pipa besi. Sehingga tidak membutuhkan tenaga lebih dan dinding bin tidak rusak akibat dipukul dengan pipa besi.

Dengan penambahan air blaster, waktu untuk merontokkan material menjadi lebih cepat dan aliran material silika menjadi lebih lancar, sehingga proses produksi raw meal menjadi lebih lancar dan kualitas semen terjaga dengan baik. Untuk memonitor kondisi proses pengumpanan silika dapat dilihat dari *feedrate* yang terlihat di Central Control Room.

5 UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Bapak Grenny sudarmawan, Bapak Awang Darmawan, dan PT. Holcim Indonesia Tbk atas bimbingan selama pembuatan Tugas Akhir dan penulisan artikel.

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Schenk Process GMBH, *Disocont weighfeeder*, 2009.
- [2] Schenk Process GMBH, *Disocont weighfeeder*, 2009.
- [3] Wikipedia (2002), "Silika." <https://id.wikipedia.org/wiki/Silika>
(Diakses 07 Desember 2016)
- [4] Duda. *Cement Data Book*. International processengineering in the cement industry
- [5] Wikipedia (2002), "*Pneumatic*,"<https://id.wikipedia.org/wiki/pneumatics>
(Diakses 07 Desember 2016)
- [6] Sularso, & Tahara, H. *Pompa dan kompresor: pemilihan, pemakaian dan pemeliharaan*. Jakarta: Pradnya Paramita. 2000.
- [7] Agrichema. *Air-blast device SHOCK-BLOWER® SB-2*. 2010.
- [8] Devinisi Valve, jenis dan Fungsinya part 2. (2017). Dimambil kembali dari Kitoma Indonesia Technical supply & General trade Automation Control: <http://www.kitomaindonesia.com/article/22/valve-solenoid-valve-jenis-valve-fungsi-valve>
- [9] The Devinition of Galvanized Pipe. (2017). Diambil kembali dari ehow.com: http://www.ehow.com/about_6498083_definition-galvanized-pipe.html
- [10] Piping and plumbing fitting – Wikipedia, the free encyclopedia. (2017). Diambil kembali dari Wikipedia, the free encyclopedia: http://en.wikipedia.org/wiki/Piping_and_plumbing_fitting#Elbow

RANCANG BANGUN RAGUM CROSS DENGAN VARIASI SWIVEL PADA MESIN BOR PILAR

Feni Augustine¹, Layalia Dzikria Nirzal¹, Nuke Andriawan¹,
Rakai Achmad Usamah¹,
Hamdi.², Sidiq Ruswanto²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Beji, Kukusan, Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424
E-mail: layalianirzal@gmail.com

² Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

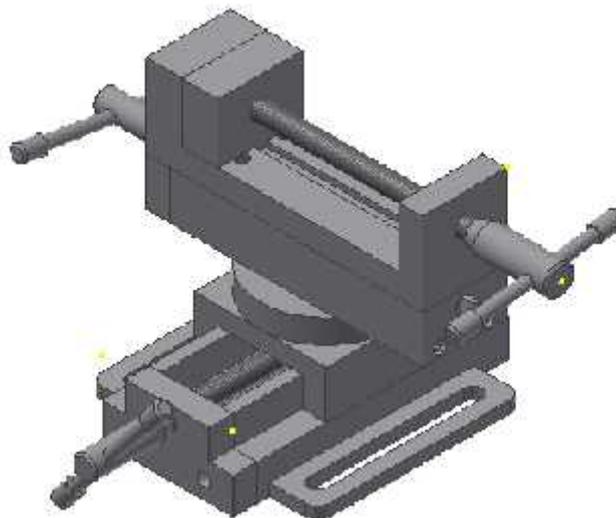
Mesin bor berfungsi sebagai alat yang mampu melubangi dan memperlebar lubang pada benda kerja. Di bengkel Mesin PNJ terdapat mesin bor dengan alat cekam ragum standard yang terhubung pada meja bor dengan c-clamp sehingga kurang praktis dalam penggunaannya jika dalam 1 benda kerja hendak dibuat lebih dari 1 lubang. Maka dari itu dibuatlah alat berupa ragum yang bergerak sesuai sumbu Y, Z, dan berputar sesuai sudut, sehingga benda kerja dapat diposisikan secara fleksibel sesuai kebutuhan. Metodologi yang digunakan, yaitu analisa kebutuhan, pemilihan material, pemilihan mekanisme, perhitungan kekuatan, gambar kerja dan pembuatan alat. Ragum cross dengan variasi swivel dibuat dengan ukuran panjang 310 [mm], lebar 280 [mm], dan tinggi 200 [mm].

Kata kunci: mesin bor, ragum

Abstract

Drilling machine serves as a tool that capable of perforating and widening the hole in the work piece. At Mechanical Engineering workshop, State Polytechnic of Jakarta there is a drill machine with standard vise connected to the drill table with c-clamp so it is more complicated to make more than one hole in a work piece. For that, we decided to make a vise clamp that can be positioned work piece against drill bit. This vise is able to move according to Y axis, Z, and rotate by angle so that the work piece can be positioned flexibly as needed. The methodology used, is needs analysis, material selection, mechanism selection, power calculation, work drawing and tool making. Cross vise with swivel is made with 310 [mm] length, 280 [mm] width, and 200 [mm] height.

Keywords: drill machine, vise



Gambar Design Ragum Cross dengan Variasi Swivel pada Mesin Bor Pilar

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin bor merupakan mesin yang berfungsi untuk membuat dan memperluas lubang pada benda kerja. Banyak mesin bor yang beredar dengan berbagai jenis dan spesifikasi yang beragam, salah satunya adalah mesin bor pilar. Mesin bor pilar terdiri dari bagian head dan table yang bisa bergerak naik-turun.

Pada proses pengeboran untuk mencekam benda kerja dibutuhkan ragum dan C-clamp. Benda kerja ditempatkan pada ragum yang selanjutnya ragum akan dijepit oleh C-clamp pada meja mesin bor agar posisi ragum tidak berpindah posisi akibat getaran pada proses pengeboran.

Dengan penggunaan C-clamp tersebut, pengguna akan merasa kesulitan apabila harus mengebor lebih dari 1 lubang karena kepala bor tidak dapat digeser ke kanan-kiri dan depan-belakang, sehingga benda kerja harus diposisikan ulang dengan membongkar pasang ragum dan C-clamp. Jika dalam suatu benda kerja dibutuhkan 4 lubang, maka pengguna perlu membongkar-pasang C-clamp dan benda kerja sebanyak 4 kali, sehingga hal tersebut memerlukan waktu serta tenaga yang cukup besar dan kurang praktis.

Oleh karena itu, kami berencana untuk membuat suatu alat yang mampu mempermudah proses tersebut. Alat yang kami buat adalah ragum cross dengan variasi *swivel* pada mesin bor pilar. Ragum cross dengan variasi *swivel* merupakan suatu alat pengecam yang dapat bergerak searah sumbu X (kanan-kiri), sumbu Y (depan-belakang) dan berputar sehingga dapat memposisikan benda kerja dengan mudah. Dengan demikian, judul dari tugas akhir kami adalah “Rancang Bangun Ragum Cross dengan Variasi *Swivel* pada Mesin Bor Pilar”

1.2 Permasalahan

Ragum cross dengan variasi *swivel* pada mesin bor pilar didesain dapat melakukan 3 gerakan yaitu dapat bergerak searah sumbu X (kanan-kiri), X (depan-belakang), dan berputar sesuai sudut pemutar. Dengan adanya ragum ini diharapkan dapat menunjang proses permesinan dalam penggunaan mesin bor pilar.

Permasalahan yang timbul adalah: “Bagaimana merancang bangun ragum cross dengan variasi *swivel* pada mesin bor pilar?”

1.3 Tujuan

Tujuan rancang bangun ragum cross dengan variasi *swivel* pada mesin bor pilar ini adalah:

1. Mampu merancang ragum cross dengan variasi *swivel*
2. Mampu membangun ragum cross dengan variasi *swivel*

1.4 Manfaat

Manfaat dari pembuatan ragum cross dengan variasi *swivel* pada mesin bor pilar ini adalah:

1.5.1 Bagi Mahasiswa

- a. Sebagai sarana untuk mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan.
- b. Sebagai sarana untuk mengembangkan dan evaluasi diri.

1.5.2 Bagi Institusi

- a. Memiliki alat bantu berupa ragum yang dapat digunakan untuk proses pembelajaran praktik kerja di bengkel.

2. METODE PELAKSANAAN

2.1 Diagram Alir Rancang Bangun



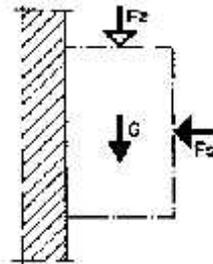
Gambar 2.1 Bagan Metode Pelaksanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Menentukan Gaya Pencekaman

Gaya pencekaman adalah gaya yang dibutuhkan untuk mencekam suatu benda pada posisi tertentu sehingga benda dalam keadaan tetap dan stabil. Pada rancang bangun gaya yang bekerja pada benda kerja searah vertikal.

2.1.1 Gaya Pencekaman (Komara, Asep Indra, 2010)



Gambar 2.1 Gaya pencekaman

Sumber: Jig & Fixtures (Basic), Komara, Asep Indra, 2010

$$F_s \geq \frac{x \times F_z + G}{\mu_1 + \mu_2} \dots \dots \dots (2.1)$$

$x = 2.0$ s.d 3.0 (pencekaman kaku) ; 1.5 s.d 2.0 (Pencekaman elastis)

Keterangan :

- F_s = Gaya pencekaman [N]
- F_z = Gaya potong [N]
- x =Faktor koreksi
- G = Gaya berat benda [N]
- μ_1 = Koefisien gesek benda
- μ_2 = Koefisien gesek pencekam

Tabel 2.1 Koefisien gesek pada sekrup

Kondisi	Koefisien gesek rata- rata	
	Awal	Berputar
1. Material dan pembuat grade tinggi dan kondisi berputar baik	0,14	0,10
2. Kualitas material dan pembuat rata- rata dan kondisi putar rata- rata	0,18	0,13
3. Pembuatan jelek dan sangat lambat dan dalam gerakan berulang dengan pelumasan yang berbeda atau permukaan mesin yang dibaharui	0,21	0,15

Sumber: Machine Design, R. S. Khurmi

Nilai dari koefisien gesek tidak banyak berubah dengan kombinasi yang berbeda- beda dari material, beban atau kecepatan gesek, kecuali di bawah kondisi awal. Koefisien gesek, dengan pemberian minyak pelumas yang baik dan pengerjaan yang lumayan, dapat di asumsikan antara 0,10 dan 0,15. Berbagai nilai koefisien gesek untuk sekrup baja dan besi tuang atau mur perunggu, di bawah kondisi yang berbeda- beda ditunjukkan di Tabel 2.1. Material sekrup biasanya baja atau mur dibuat dari besi tuang, metal senjata atau perunggu pospor untuk menjaga keausan yang minimum. (Pramono, Agus Edi, 2016)

2.1.2 Gaya Potong

Analisis kekuatan dorong manusia menggunakan 2 tangan untuk jenis pekerjaan industrial khususnya baja, ukuran diameter handle 3 [cm], kekuatan dorong rata-rata pada wanita sebesar 451 [N] dan pria sebesar 608 [N], menurut Herrin, G.D (1980). Berikut adalah gambar posisi tubuh manusia saat menarik :



Gambar 2.2 Posisi Tubuh Manusia Saat Menarik

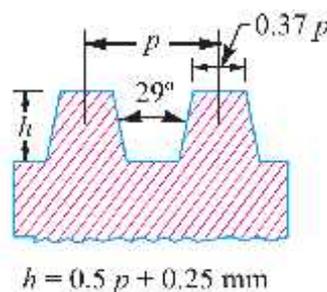
Sumber: Human Force Exertion in User- Product Interaction, B.J. Daams, 1994

2.1.3 Ulir Daya

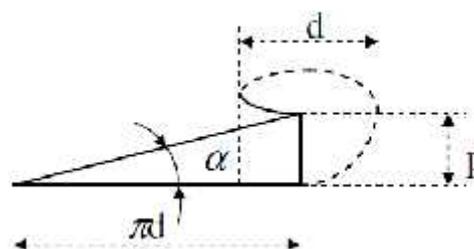
Ulir daya (juga dikenal sebagai transmission screw) digunakan untuk memindahkan daya yang mengubah gerakan berputar menjadi gerakan lurus/translasi. (Pramono, Agus Edi, 2016)

Ulir Acme atau Ulir trapezoid

Acme atau ulir trapezoid seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3, adalah modifikasi dari ulir persegi. Kemiringan kecil diberikan pada sisi- sisi yang lebih rendah. Efisiensinya lebih kecil di dibandingkan dengan ulir persegi dan ulir ini juga memasukan sedikit ledakan tekanan pad amur, tetapi meningkatkan daerah pemakanan. (R. S. Khurmi, 1991)



Gambar 2.3 Ulir Daya Tipe ACME
Sumber: Machine Design, R. S. Khurmi, 1991



Gambar 2.4 Ilustrasi Bentangan Ulir Transmisi
Sumber: Elemen Mesin, Dr. Eng. Didik Nirhadiyanto, ST., MT., 2014

Keterangan:

- α = Sudut helix
- p = Pitch ulir sekrup
- d = Diameter rata- rata sekrup

Dari geometri pada gambar, kita tentukan bahwa:

$$\tan \alpha = \frac{P}{\pi \times d} \dots\dots\dots(2.2)$$

Pada kasus ACME atau sekrup trapezoidal, reaksi normal antara sekrup dan mur dinaikkan karena komponen aksial dari reaksi normal ini harus sama terhadap beban aksial W. (Pramono, Agus Edi, 2016)

Pastikan $2\beta = 30^\circ$, dan $\beta =$ setengah sudut ulir

Jadi, $R_N = \frac{W}{\cos \beta} \dots\dots\dots(2.3)$

Dan gaya gesek $F = \mu \cdot R_N \dots\dots\dots(2.4)$

$$= \mu \frac{W}{\cos \beta}$$

$$= \mu_1 \cdot W$$

2.1.3.1 Menentukan Koefisien Gesek Virtual

$$\mu_1 = \frac{\mu}{\cos \beta} \dots\dots\dots(2.5)$$

μ_1 = diketahui sebagai koefisien gesek virtual

Catatan:

1. Kriteria koefisien gesek $\mu_1 = \frac{\mu}{\cos \beta}$ dipertimbangkan, maka ulir ACME adalah sama dengan ulir persegi.
2. Semua persamaan sekrup berulir persegi juga baik digunakan untuk ulir ACME. Dalam kasus ulir ACME, μ_1 (yaitu $\tan \phi_1$).

2.1.3.2 Gaya yang dibutuhkan sekrup

$$F = W \tan(\alpha + \phi_1) \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

ϕ_1 = sudut gesek virtual

$$\tan \phi_1 = \mu_1$$

2.1.3.3 Torsi yang dibutuhkan sekrup

$$T = F \times \frac{d}{2} \dots\dots\dots(2.7)$$

2.1.3.4 Tegangan langsung atau tagangan tekan karena beban aksial

$$\sigma_{tekan} = \frac{W}{A_c} = \frac{4 \cdot W}{\pi \cdot d_c^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

W = Beban aksial

A_c = Luasan penampang lintang ulir yang berhubungan dengan diameter inti, d_c

2.1.3.5 Tegangan Geser Torsional

) Torsi karena Puntir

$$T = \frac{\pi}{16} \cdot d_c^3 \cdot \tau_s \dots \dots \dots (2.9)$$

) Tegangan Geser Maksimum

$$\tau_s(maks) = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_{tarik} \text{ atau } \sigma_{tekan})^2 + 4\tau_s^2} \dots \dots \dots (2.10)$$

) Tegangan Luluh Geser

$$\tau_{sy} = \tau_s(maks) \times \text{faktor keamanan} \dots \dots \dots (2.11)$$

2.1.3.6 Tegangan geser karena beban aksial

) Tegangan Geser Ulir

$$\tau_{s(screw)} = \frac{W}{\pi \cdot n \cdot d_c \cdot t} \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:

- W = Beban aksial pada sekrup
- n = Jumlah ulir dalam perakitan
- d_c = Diameter inti sekrup
- t = Tebal atau lebar ulir

3.2 Sambungan Baut

Sambungan ulir terdiri dari dua elemen yaitu baut dan mur. Sambungan ulir banyak digunakan dimana bagian mesin dibutuhkan dengan mudah disambung dan dilepas kembali tanpa merusak mesin. Ini dilakukan dengan maksud untuk menyesuaikan/menyetel pada saat perakitan atau perbaikan.

2.2.1 Beban geser langsung yang diterima tiap baut (Pramono, Agus Edi, 2015)

$$F_g = \frac{F}{n} \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

- F_g = Tegangan geser langsung
- F = Gaya yang bekerja
- n = Jumlah baut

2.2.2 Beban yang diterima masing-masing baut (Pramono, Agus Edi, 2015)

$$F_t = c \times L \dots \dots \dots (2.14)$$

Keterangan :

- F_t = Beban yang diterima baut
- c = Beban pada baut per jarak tiap bagian
- L = Jarak antara baut dengan gaya yang bekerja

2.2.3 Beban baut per jarak tiap bagian (Pramono, Agus Edi, 2015)

$$c = \frac{F \times L}{2(L_1^2 + L_2^2)} \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan :

- F = Beban yang diterima baut
 L = Jarak antara baut dengan gaya yang bekerja

2.2.4 Beban equivalent (Pramono, Agus Edi,2015)

$$F_{tmax} = \frac{1}{2} \left[F_t + \sqrt{F_t^2 + 4F_g^2} \right] \dots\dots\dots(2.16)$$

2.2.5 Menentukan diameter baut (Pramono, Agus Edi, 2015)

$$d_c \geq \sqrt{\frac{4F_{tmax}}{\pi \times \bar{\sigma}_t}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

- d_c = Diameter inti
 $\bar{\sigma}_t$ = Tegangan tarik yang diizinkan

3.3 Perencanaan Sambungan Las

Sambungan las adalah sebuah sambungan permanen yang diperoleh dengan peleburan sisi dua bagian yang disambung bersamaan, dengan atau tanpa tekanan dan bahan pengisi. Panas yang dibutuhkan untuk peleburan bahan diperoleh dengan pembakaran gas (untuk pengelasan gas) atau bunga api listrik. Ada dua jenis sambungan las, yaitu :

1. Lap joint atau fillet joint
2. Butt joint

2.3.1 Kekuatan sambungan las fillet melintang (R.S. Khurmi, 2005)

- a. Ketebalan leher las

$$t = 0,707 s \dots\dots\dots (2.18)$$

- b. Luas minimum las atau leher

$$A = 0,707 s . l \dots\dots\dots (2.19)$$

- c. Kekuatan tarik sambungan untuk las fillet tunggal

$$P = 0,707 s . l . \sigma_t \dots\dots\dots (2.20)$$

- d. Kekuatan tarik sambungan untuk las fillet ganda

$$P = 1,414 s . l . \sigma_t \dots\dots\dots (2.21)$$

2.3.2 Kekuatan sambungan las fillet sejajar (R.S. Khurmi , 2005)

- a. Kekuatan tarik sambungan untuk las fillet sejajar tunggal

$$P = 0,707 s . l . \tau \dots\dots\dots (2.22)$$

- b. Kekuatan tarik sambungan untuk las fillet sejajar ganda

$$P = 1,414 s . l . \tau \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

σ_t = Tegangan tarik yang diijinkan [kg/mm²]

τ = Tegangan geser yang diijinkan [kg/mm²]

- t = tebal leher [mm]
- s = ukuran las = tebal pelat [mm]
- l = panjang lasan [mm]

2.3.3 Las fillet melingkar yang dikenai torsi (R.S. Khurmi , 2005)

a. Tegangan geser maksimum

$$\tau_{max} = \frac{2 \cdot 83 \cdot T}{\pi \cdot s \cdot d^2} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

T = Torsi yang bekerja [kg.mm]

s = ukuran las = tebal pelat [mm]

d = Diameter batang [mm]

2.3.4 Las fillet melingkar yang dikenai momen bengding (R.S. Khurmi , 2005)

a. Momen bending maksimum

$$\sigma_b = \frac{4M}{\pi t d^2} \dots\dots\dots (2.25)$$

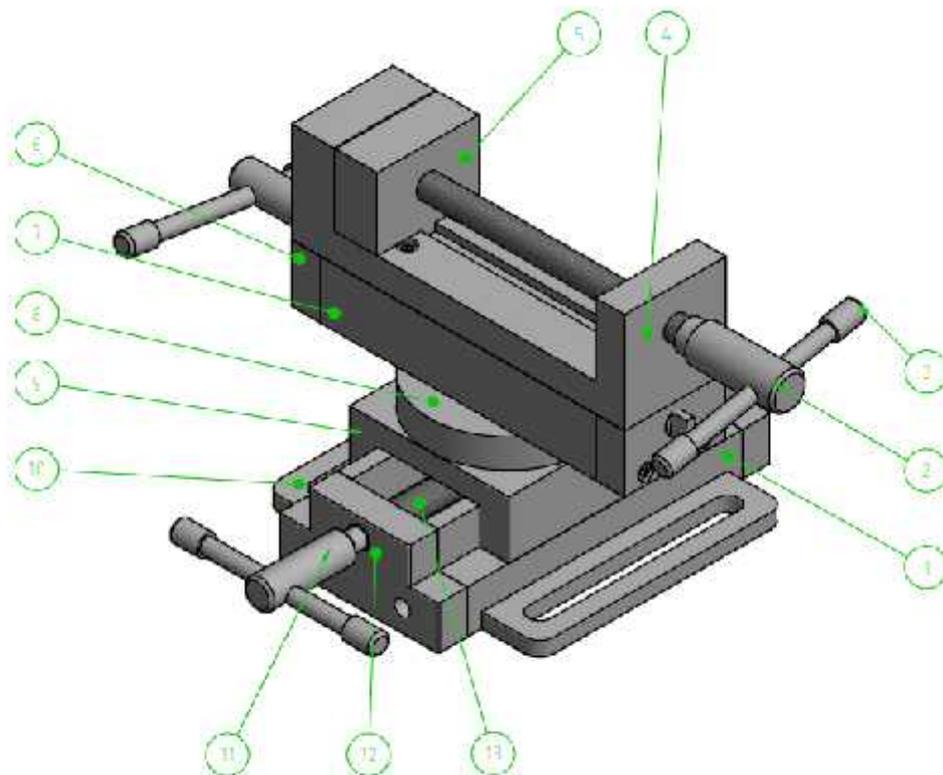
Keterangan :

M = Momen bending pada batang [kg.mm]

t = tebal leher [mm]

d = Diameter batang [mm]

3.4 Konsep Desain Mesin



Gambar 3.3 Rancang Bangun Ragum *Cross* Dengan Variasi *Swivel*

Keterangan :

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1. Bodi bawah | 8. <i>Swivel</i> |
| 2. Ulir cekam dan engkol cekam | 9. Badan penyambung |
| 3. Handle | 10. Braket pencekaman |
| 4. Bodi cekam | 11. Kepala engkol |
| 5. Kepala cekam | 12. Tutup bodi bawah |
| 6. Tutup bodi atas | 13. Ulir |
| 7. Bodi atas | |

4 KESIMPULAN

Dari hasil analisa maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dapat merancang Ragum Cross Dengan Variasi *Swivel*
2. Dapat membangun Ragum Cross Dengan Variasi *Swivel*

5 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso, Kiyokatsu Suga, “Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Mesin”, Jakarta: CV. Rajawali, 2013.
- [2] Khurmi. R.S., J.K. Gupta, “A Textbook of Machine Design”, Ram Nagar New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD, 2005.
- [3] Zainuri Ahmad, “Diktat Elemen Mesin I dan II”, Universitas Mataram, 2010.
- [4] Pramono, Agus Edi, “Elemen Mesin II”, Politeknik Negeri Jakarta, 2016
- [5] Pramono, Agus Edi, “Elemen Mesin I”, Politeknik Negeri Jakarta, 2015

MODIFIKASI SUPPORT SLIDING PIPELINE JETTY

Fendy Budi Cahyono¹, Mochammad Sholeh², Suradi³

¹ Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia, Telp: (62-21) 7863530,

Fax: (62-21) 7863530, fendybudi0604@gmail.com

² Politeknik Negeri Jakarta

³ PT. Holcim Indonesia Tbk.

Abstrak

Jetty adalah sebuah pintu masuk yang berada pada area diatas perairan yang telah terencana akan keselamatannya dari gelombang ombak atau goyangan air yang berfungsi untuk sandaran pelabuhan kapal tongkang dan kapal kapal kecil lain yang akan melakukan transaksi naik atau turun barang baik melakukan ekspor dan impor. Pelabuhan biasanya memiliki alat-alat yang dirancang khusus untuk memuat dan membongkar muatan kapal-kapal yang berlabuh. Support sliding pipeline yakni berfungsi sebagai penyangga pipa berukuran besar yang terletak di jetty PT.Holcim Indonesia. Dalam hal ini kasus yang sering terjadi yaitu bengkoknya support sliding pipeline jetty. Penyebab terjadinya hal tersebut yakni faktor kekuatan dari setiap bagian support yang akan mengakibatkan gerakan axial sliding menjadi bengkok, maka hal itu menjadi penyebab yang perlu di tindak lanjuti sesegera mungkin supaya kasus yang sama tidak terjadi lagi. Akan tetapi hal yang perlu di lakukan untuk mencegahnya yaitu dengan mendesain support sliding pipeline jetty dengan efektif dan juga perhitungan sistematis struktural yang benar. Dengan harapan jika distribusi semen di lakukan masalah tidak terjadi lagi dan tetap membuat proses distribusi semen berjalan. Prinsip kerja alat tersebut yaitu sebagai penopang pipa dan juga memiliki gap tersendiri pada 3 support bawah untuk bisa memberikan gaya axial bebas dari pipa tersebut. Terdapat teflon berbentuk persegi pada bantalan luncur pipeline untuk mempermudah pipa bisa sliding bebas ke sumbu axial. Jarak antar support yakni 8 meter untuk bisa optimal menopang sliding pipeline dengan baik dan sesuai dengan perhitungan

Kata kunci : Jetty, support sliding pipeline jetty, gaya axial, teflon

Abstract

Jetty is an entrance that is in the area above the waters that have been planned for safety from waves or water wobble that serves for the rest of the port of barges and other small boats that will perform transactions up or down goods both export and import. Ports usually have tools designed specifically for loading and unloading ships that are anchored. Support sliding pipeline that serves as a large pipe buffer located in the jetty PT Holcim Indonesia. In this case is often the case of bending support sliding pipeline jetty. The cause of the occurrence of the strength factor of any part of support that will cause the axial sliding movement becomes bent, then it becomes a cause that needs to be followed up as soon as possible so that the same case does not happen again. However, things that need to be done to prevent it is by designing support sliding pipeline jetty effectively and also systematic calculation of the correct structural. With the hope that the distribution of cement in the problem does not happen again and keep the cement distribution process going. The working principle of the tool is as a pipe support and also has its own gap on the bottom 3 support to be able to provide free axial style of the pipe. There is a square-shaped teflon on the pipeline sleeve to allow the pipe to sliding freely to the axial axis. Distance support with support that is 8 meters to be able to optimally support the sliding pipeline with good and definite that is in accordance with the correct calculation.

Keywords: Jetty, support sliding pipeline jetty, axial style, teflon

1. Pendahuluan

Semen yang ada di PT Holcim memiliki berbagai jenis kemasan semen, yaitu semen bag, semen jumbo bag, dan semen curah. Semen dapat di simpan di penyimpanan sementara yang biasa kita sebut Silo semen. Ada juga semen yang dikirim ke negara lain atau daerah lain menggunakan transportasi laut yaitu kapal pengangkut semen yang bersandar di Jetty.

Proses pengiriman semen yaitu dengan memanfaatkan udara bertekanan dengan kombinasi semen dan udara bertekanan yang berasal dari silo dan kompresor, sehingga semen dari silo bisa di salurkan di kapal. Penyebab terjadinya hal tersebut yakni faktor kekuatan dari setiap bagian support yang akan mengakibatkan gerakan axial sliding menjadi bengkok, maka hal itu menjadi penyebab yang perlu di tindak lanjuti sesegera mungkin agar kasus yang sama tidak terjadi lagi. Akan tetapi hal yang perlu di

lakukan untuk mencegahnya yaitu dengan mendesign support sliding pipeline jetty dengan efektif dan juga perhitungan sistematis struktural yang benar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan adanya penguat atau stifener dan juga perhitungan kekuatan dari support itu sendiri untuk membuat distribusi semen berjalan dengan lancar.

Tugas akhir ini bertujuan untuk mendukung proses distribusi semen dari silo ke kapal jetty berjalan dengan lancar tanpa kendala, untuk mencegah bengkoknya support yaitu memodifikasi support sliding pipeline di jetty sesuai dengan design dan perhitungan yang benar.

2. Metode Penelitian

2.1 Mekanisme

Membuat rancangan bagaimana alat tersebut bekerja dan menentukan apa saja yang diperlukan untuk alat tersebut dapat bekerja dengan baik.

2.2 Bahan yang di butuhkan

Beam dengan ukuran tinggi 150 mm x lebar 150 mm x panjang 1200 cm

Baut dengan diameter M22 x 40

2.3 Perhitungan

Sebagai tindak lanjut dari perancangan mekanisme alat, dengan menghitung jumlah material yang akan dibuat atau dibeli.

2.4 Gambar

Menentukan ukuran masing-masing material, seberapa banyak material yang diperlukan dan kapasitas alat yang akan beroperasi.

2.5 Pembahasan

Berisi tentang bagaimana alat tersebut bekerja dan dapat dengan mudah dipahami.

2.6 Penyelesaian

Membuat diagram kerja alat menjadi nyata dengan memperhatikan perhitungan-perhitungan yang telah dibuat di lapangan.

2.7 Pelaksanaan

Pada tahap ini dilaksanakan perangkaian dan pemasangan modifikasi support sliding pipeline Jetty yang sangat kuat dan tidak menimbulkan kerusakan lagi.

3. HASIL & PEMBAHASAN

Berdasarkan observasi yang dilakukan di area *Jetty* terdapat beberapa Support yang memang mengalami pembengkokan. Masalah seperti itu perlu di tindak lanjuti sesegera mungkin untuk dapat membuat transfer semen dari silo jetty ke Kapal Jetty untuk mengangkut semen curah.

Dengan adanya masalah seperti itu Modifikasi dan reparasi harus di lakukan sesegera mungkin dan memperhitungkan semua equipment mulai dari kekuatan bahan, pemilihan alat dan perhitungan yang sesuai.

3.1 Konsep pengerjaan

Modifikasi Sliding pipeline

Kelebihan : lebih Spesifik untuk menangani masalah

Kekurangan : Pengerjaan membutuhkan banyak orang untuk pengangkatan pipeline dan harus mengetahui gap standart

Penambahan stifenner kiri dan kanan

Kelebihan : akan menjaga stabilitas gerakan axial pipeline.

Kekurangan : membutuhkan waktu, tenaga dan biaya lebih.

Penggantian ukuran H beam

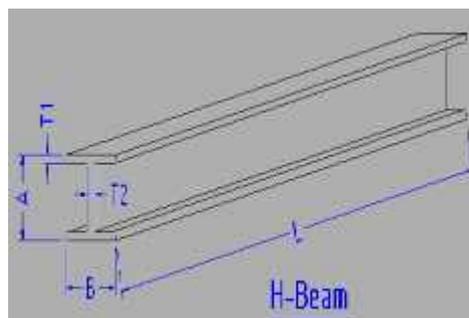
Kelebihan : kekuatan akan lebih bisa terkontrol, karena semakin besar ukuran H beam maka bangunan juga kuat menerima beban dan gaya

Kekurangan : butuh waktu lama untuk proses pemasangan dan biaya yang dibutuhkan cukup tinggi

Penggantian ukuran baut

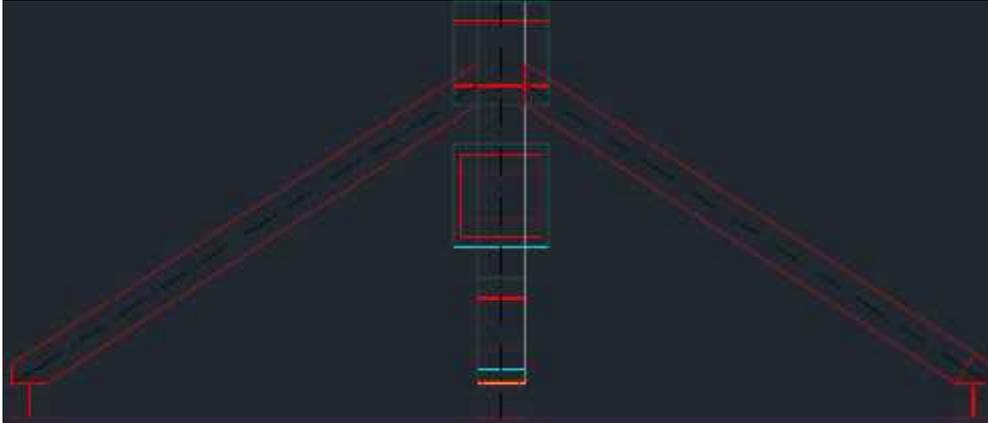
Kelebihan : pengerjaan lebih mudah, bahan mudah di dapatkan, pekerjaan memerlukan waktu singkat

Kekurangan : jika perhitungan dan ukuran dari baut kurang tepat, maka akan menyebabkan bengkoknya support lebih parah.

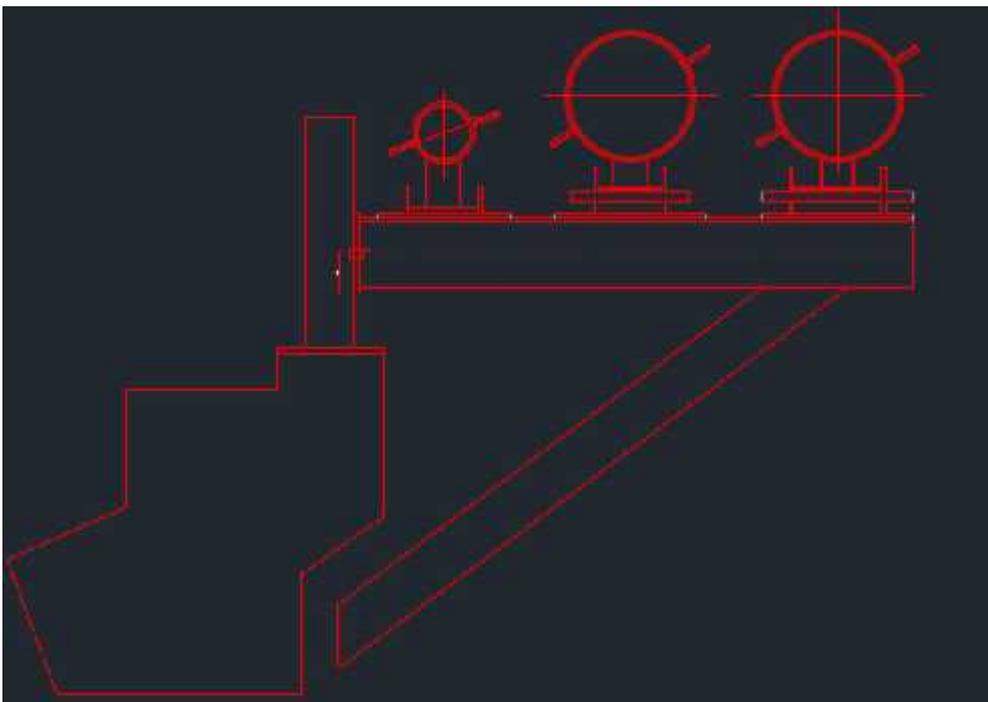


Gambar.1 Detail ukuran H beam yang digunakan dalam studi ini

A = 150 mm
B = 150 mm
T1 = 10 mm
T2 = 7 mm
L = 1200 cm = 12000 mm



Gambar.2 Desain *support pipeline* tampak atas



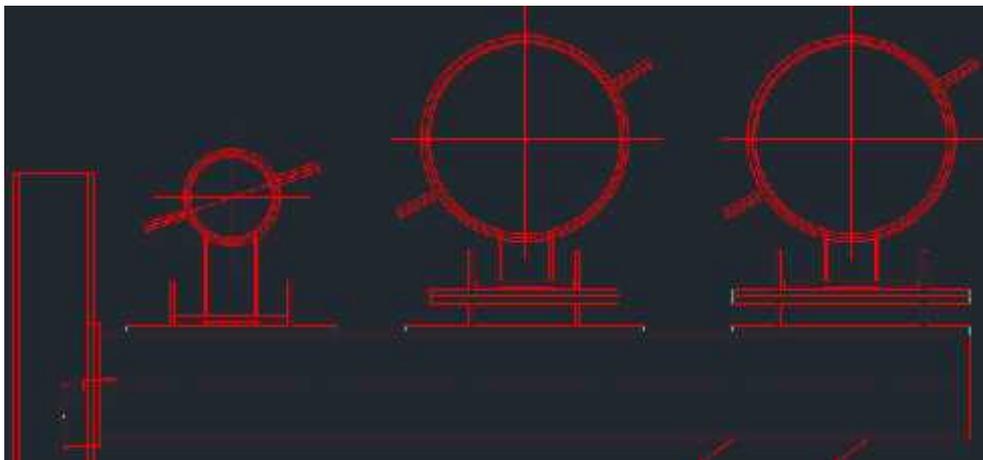
Gambar 3 Design Support pipeline tampak samping

3.2 PERHITUNGAN Pengerjaan :

Diketahui :

d inner flushing air pipe	= 6"
d inner material pipe	= 14"
Baut	= M22
N baut	= 2 ea
N support	= 109 unit
jarak antar support	= 8 Meter
total support jarak (L)	= 216 Meter
tegangan tarik baut M22 Grade 8.8	= 800 Mpa = 800 N/mm ²
tegangan geser baut M22 Grade 8.8	= 0,6 x 800 = 480 N/mm ²
A	= 0,087 mm ²
Density semen	= 1.506 kg/m ³
Berat pipa 14" /m	= 94,55 kg
Berat pipa 6" /m	= 28,26 kg
v semen (detik)	= 797,7 $\frac{m^2 m^2}{s^2 s^2}$
v semen (jam)	= 250 ton/jam
Q semen	= 69,4

Jawaban :



Menghitng berat pipa Flushing Air :

$$\begin{aligned}
 W 1 &= \frac{\text{Berat Total Pipa}}{109} \frac{\text{Berat Total Pipa}}{109} \\
 &= \frac{109 \times 109}{109}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{216 \times 28,26}{109} \frac{216 \times 28,26}{109} \\
 &= \frac{6104,166104,16}{109} \frac{6104,166104,16}{109} \\
 &= 56 \text{ Kg} 56 \text{ Kg} \times 9,81 \\
 &= 549,4 \text{ N} 549,4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Menghitung berat pipa semen :

W2 = W3 (pipa semen transport)

$$\begin{aligned}
 W2 = W3 &= \frac{l \times m + \text{berat semen} \times m + \text{berat semen}}{s \text{ support}} \frac{l \times m + \text{berat semen} \times m + \text{berat semen}}{s \text{ support}} \\
 &= \frac{216 \times 99,55 + 0,087 \times 216 \times 1506}{109} \frac{216 \times 99,55 + 0,087 \times 216 \times 1506}{109} \\
 &= \frac{20422,8 + 28300,8}{109} \frac{20422,8 + 28300,8}{109} \\
 &= \frac{48723,648723,6}{109} \frac{48723,648723,6}{109} \\
 &= 447 \text{ Kg} 447 \text{ Kg} \\
 &= 4385,07 \text{ N} 4385,07 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$W2 = W3 = 4385,07 \text{ N} 4385,07 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 W \text{ total} &= W1 + W2 + W3 \\
 &= 549,4 \text{ N} + 4385,07 + 4385,07 \\
 &= 9319,6 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Menghitung Gaya pada setiap baut :

$$W_s = \frac{W \text{ Total}}{n} \frac{W \text{ Total}}{n} = \frac{9319,6}{2} \frac{9319,6}{2} = 4659,8 \text{ N} = 4,65 \text{ KN}$$

Menghitung Wt :

$$\begin{aligned}
 W_t &= \frac{W \times L \times t}{2 \times (l)^2} \frac{W \times L \times t}{2 \times (l)^2} \\
 &= \frac{(W1 \times L1) + (W2 \times L2) + (W3 \times L3)}{2 \times (l)^2} \frac{(W1 \times L1) + (W2 \times L2) + (W3 \times L3)}{2 \times (l)^2} \\
 &= \frac{(549,6 \text{ N} \times 255 \text{ mm}) + (4385,07 \text{ N} \times 800 \text{ mm}) + (4385,07 \text{ N} \times 1405 \text{ mm})}{2 \times (l)^2} \frac{(549,6 \text{ N} \times 255 \text{ mm}) + (4385,07 \text{ N} \times 800 \text{ mm}) + (4385,07 \text{ N} \times 1405 \text{ mm})}{2 \times (l)^2} \\
 &= \frac{(140097) + (3508056) + (6161023,35) \times 115 \text{ mm}}{2 \times (l)^2} \frac{(140097) + (3508056) + (6161023,35) \times 115 \text{ mm}}{2 \times (l)^2} \\
 &= \frac{9809176,35 \text{ N} \times 115 \text{ mm}}{2 \times (l)^2} \frac{9809176,35 \text{ N} \times 115 \text{ mm}}{2 \times (l)^2}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{1128055280}{26450} \frac{1128055280}{26450} = 42648,6 \text{ N} = \underline{42,65 \text{ KN}}$$

Menghitung Wte :

$$\begin{aligned} W_{te} &= \frac{1}{2} \times (Wt + \sqrt{(Wt)^2 + 4 \times (Ws)^2}) \frac{1}{2} \times (Wt + \sqrt{(Wt)^2 + 4 \times (Ws)^2}) \\ &= \\ \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + \sqrt{(42,65 \text{ KN})^2 + 4 \times (4,65 \text{ KN})^2}) \\ \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + \sqrt{(42,65 \text{ KN})^2 + 4 \times (4,65 \text{ KN})^2}) \\ &= \\ \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + \sqrt{(1819 \text{ KN}) + 4 \times (21,62 \text{ KN})}) \\ \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + \sqrt{(1819 \text{ KN}) + 4 \times (21,62 \text{ KN})}) \\ &= \\ \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + \sqrt{(1819 \text{ KN}) + (86,48 \text{ KN})}) \\ \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + \sqrt{(1819 \text{ KN}) + (86,48 \text{ KN})}) \\ &= \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + \sqrt{1905,48 \text{ KN}}) \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + \sqrt{1905,48 \text{ KN}}) \\ &= \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + 43,65 \text{ KN}) \frac{1}{2} \times (42,65 \text{ KN} + 43,65 \text{ KN}) \\ &= \frac{1}{2} \times (86,3 \text{ KN}) \frac{1}{2} \times (86,3 \text{ KN}) = 43,15 \text{ KN} = \underline{43150 \text{ N}} \end{aligned}$$

$$43150 \text{ N} = \frac{\pi \pi}{44} \times (dc)^2 \times t$$

$$43150 \text{ N} = \frac{\pi \pi}{44} \times (dc)^2 \times \frac{800800}{44}$$

$$43150 \text{ N} = \frac{\pi \pi}{44} \times 200 \times (dc)^2$$

$$43150 \text{ N} = 157 \times (dc)^2$$

$$\frac{43150 \text{ N} \times 43150 \text{ N}}{157 \times 157} = (dc)^2$$

$$d^2 = 274,8$$

$$d = \sqrt{274,8} \sqrt{274,8} = 16,57$$

sesuai tabel = 16,57 = M22 sudah aman.

Menghitung Kecepatan semen (v) :

$$Q = v \times A$$
$$v = \frac{Q}{A} = \frac{\frac{250 \times 1000}{3600}}{A} = \frac{69,4}{0,087} = 797,7$$

Mencari gaya F pada pergerakan material :

$$F = m \times a$$

$$N = \text{kg} \times \text{m/s}^2$$

$$\text{Kg} \times \text{m/s}^2 = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{m}^2} \times \text{m}^2 \times \frac{\text{m}^2 \text{m}^2}{\text{s}^4 \text{s}^2}$$

$$F = 1506 \times 0,087 \times (797,7)^2 = 83372,612 \text{ N}$$

4. Kesimpulan

Modifikasi penambahan stiffener dan sliding pada pipeline sangat efektif untuk menghindari permasalahan bengkaknya support sliding pipeline jetty. Sehingga membuat proses pengiriman semen dari silo semen menuju kapal pengangkut menjadi lebih lancar di bandingkan tanpa modifikasi.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih di ucapkan kepada Bapak Mochammad Sholeh selaku pembimbing dosen, Bapak Suradi selaku pembimbing lapangan, karyawan dan kontraktor PT. Holcim Indonesia Tbk yang telah membantu terlaksananya tugas akhir ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]Akses : <https://id.wikipedia.org/wiki/Pelabuhan> (11-desember-2016)
- [2] Akses : [https://id.wikipedia.org/wiki/Pipa_\(saluran\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Pipa_(saluran)) (11-desember-2016)
- [3]Verlag Europa Lerhmitter, "Mechanical and Metal Trade Handbook",*Haan-Gruiten*, 1st English Edition, 2006.
- [4]R.S. Khurmi dan J.K. Gupta, "A Text of Machine Design",*Eurasia Publishing House Ltd*, 2005.

PERANCANGAN MESIN MIXER, PRESS DAN FILLER BAGLOG UNTUK PEMBUATAN MEDIA TANAM JAMUR TIRAM

Ichsan Syahriramadhan Pohan¹, Sunarto²

1. Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Manufaktur
Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia
email: ichsanpohan95@gmail.com

Abstrak

Jamur Tiram (Pleurotus Ostreatus) adalah sejenis jamur kayu yang biasanya tumbuh didaerah yang kelembabannya tinggi, juga sering digunakan sebagai bahan makanan. Proses penumbuhan jamur tiram pada media tanam mengalami beberapa proses, yaitu pengadukan media, pengisian media kedalam plastik (Baglog), pemadatan media, pengukusan dan inkubasi sampai dengan tumbuhnya jamur. Proses pengadukan, pemadatan dan pengisian media tanam pada umumnya dilakukan secara terpisah, sehingga untuk pengadukan campuran bahan baku dan pemadatan yang optimal membutuhkan waktu yang lebih lama, maka diperlukan sebuah mesin yang mengintegrasikan ketiga proses tersebut agar waktu produksi semakin cepat. Perancangan ini menitik beratkan kepada sistem penggabungan mixer, press dan filler pada 1 mesin, serta mekanisme pengaduk yang tepat dan pemadatan yang optimal dengan mensimulasi kan dengan beberapa varian gaya tekan yang akan diberikan kepada media tanam/baglog. Perancangan ini dilakukan dengan mengobservasi ke tempat pembuatan jamur tiram untuk mengetahui kebutuhan pelanggan guna memenuhi spesifikasi target, membuat beberapa alternatif konsep untuk menentukan mekanisme yang tepat, perhitungan terhadap design mesin mixer dan press baglog. Penulis juga akan melakukan simulasi gaya pada baglog. Penulis akan membuat design setelah alternatif kosep terpilih.. Luaran yang diharapkan adalah design ini dapat diterbitkan dalam jurnal nasional. Hasil dalam perancangan ini yaitu mesin mixer, press dan filler baglog dengan tinggi 1,67 m, menggunakan hellical ribbon pada mixer, batang berulir pada press. Bagian pengisi baglog masih menggunakan tenaga manusia, penggerak menggunakan 1 buah motor listrik. Konsep rancangan ini diharapkan dapat mempercepat pekerjaan yang awalnya terpisah dengan lebih efisien.

Kata Kunci : Jamur Tiram, Baglog, Mixer, Press, Filler

Abstract

Oyster Mushroom (Pleurotus Ostreatus) is a kind of wood fungus that usually grows in the area of high humidity, is also often used as food. The growing oyster mushroom in a medium cropping subjected to some process of, the stirring media, charging the media in plastic (baglog), compaction media, steaming and incubation. The stirring, compacting and filling process of planting medium is generally carried out separately, so for stirring of raw materials and compaction, which takes longer time, it is necessary to have a machine that integrates this process for a quick production time. This design focuses on mixing system, pressure and filler on 1 machine, and the proper form of stirrer and compaction, which by simulating it with some variant of compressive force which will be given to the planting medium / baglog. This design is done by observing to the place of manufacture of oyster mushroom to know the customer requirement to fulfill the target specification, make some alternative concept to determine the right mechanism, calculation to mixer machine design and baglog press. The author will also do style simulation on baglog. The author will make the design after the selected concept alternatives. The expected output is this design can be published in the national journal. The results in this design are mixer machine, press and filler baglog with height 1.67 m, using ribbon on the mixer, threaded stem on the press. Filler baglog still use human power, uses 1 piece of electric motor. This concept is expected to accelerate faster work more efficiently.

Keywords : Oyster Mushroom, Baglog, Mixer, Press, Filler

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jamur Tiram (*Pleurotus Ostreatus*) adalah sejenis jamur kayu yang tumbuh biasanya didaerah yang kelembaban yang tinggi. Media tumbuh Jamur Tiram terdiri dari serbuk gergaji kayu, bekatul, kapur, pupuk P dan air. Proses produksi jamur tiram mengalami beberapa proses, pertama pengadukan media tanam hingga media tercampur merata, kedua adalah pengisian media kedalam plastik sebagai wadah tumbuh (Baglog) dan pemadatan media ke dalam baglog, setelah itu proses ketiga adalah pengukusan guna membersihkan media dari bakteri yang dapat menghambat tumuhnya jamur dan yang terakhir adalah proses inkubasi yang dilakukan pada sebuah ruangan tertutup dengan suhu dan kelembaban yang stabil sampai dengan tumbuhnya jamur.

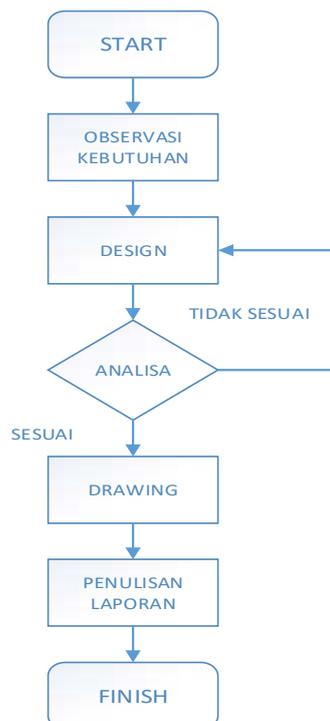
Industri budidaya jamur tiram sebagai salah satu contoh industri yang saat ini sedang berkembang. Alasannya adalah jamur tiram dapat dimanfaatkan sebagai makanan. Mulai dari sekedar cemilan sampai bahan utama makanan sehari-hari. Sayangnya kebutuhan konsumen akan jamur tiram masih belum dapat terpenuhi karena industri budidaya jamur tiram masih di kuasai oleh industri rumah tangga dengan peralatan yang minim. Sehingga produksinya perharinya sangat sedikit. Proses pengadukan, pemadatan dan pengisian media tanam pada umumnya dilakukan secara terpisah, sehingga untuk pengadukan campuran bahan baku dan pemadatan yang optimal membutuhkan waktu yang lebih lama, maka diperlukan sebuah mesin yang mengintegrasikan ketiga proses tersebut agar waktu produksi semakin cepat.

1.2 Tujuan

- Merancang Mesin yang Terintegrasi dengan proses Mixer, Press, dan Fill
- Merancang mesin dengan metode pengadukan dan pengepressan yang efektif.
- Mengurangi cycle time per baglog.

2. Metode Perancangan

2.1 Diagram Alir Proses Perancangan



Gambar.1 Diagram Alir Proses Perancangan

2.2 Observasi Kebutuhan

Observasi kebutuhan dilakukan pada awal perancangan untuk mencari informasi terkait data –data yang diperlukan untuk merancang produk yang akan dibuat. Melihat langsung cara kerja dan pembuatan jamur tiram, dengan demikian penulis dapat mengetahui secara langsung kebutuhan rancangan dari masalah yang ada di lapangan. Setelahnya menganalisa kemampuan produk yang telah ada dan membuat target spesifikasi produk yang akan dibuat. Dalam memenuhi spesifikasi tersebut diperlukan teori –teori yang mendukung dalam menentukan mekanisme gerak produk ini.

2.3 Design

Proses design dilakukan dengan mengkaji mekanisme gerak dengan membuat part – part yang akan menunjang mekanisme penggerak mesin. Proses selanjutnya membuat beberapa alternatif dan mengkaji kelebihan serta kekurangan dari design tersebut. Design terbaik akan dipilih untuk melanjutkan proses perancangan.

2.4 Analisa

Analisa dilakukan untuk menentukan gaya pengaduk, tekanan pada saat pengepressan, panjang ekstruder, sistem transmisi yang digunakan, serta daya motor yang di perlukan.

2.5 Drawing

Drawing dilakukan setelah semua ukuran part telah diketahui. Membuat gambar kerja per part dari produk yang telah di design.

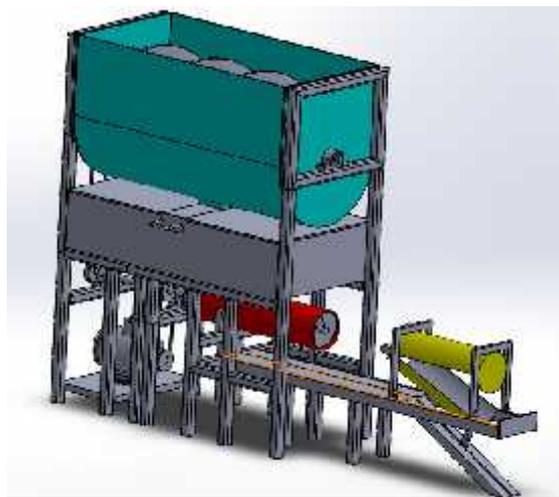
2.6 Penulisan Laporan

Penulisan laporan merupakan tahap akhir dari proses perancangan ini, dengan menyusun semua yang telah dilakukan dalam merancang produk ini. Penulisan laporan dibantu oleh dosen pembimbing, agar diperoleh isi laporan yang baik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Design Mesin Mixer, Press dan Filler Baglog Jamur Tiram

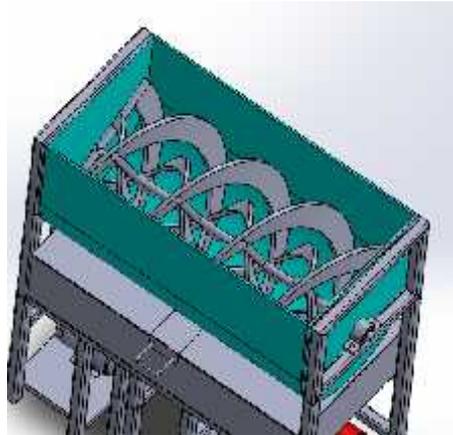
Setelah melakukan beberapa pilihan alternatif konsep yang akan diterapkan pada mesin, maka telah ditetapkan satu design yang tepat dalam memenuhi kebutuhan konsumen dan tujuan dibuatnya alat ini.



Gambar.2 Design Mesin Mixer, Press dan Filler Baglog Jamur Tiram

3.2 Bagian - Bagian Utama mesin

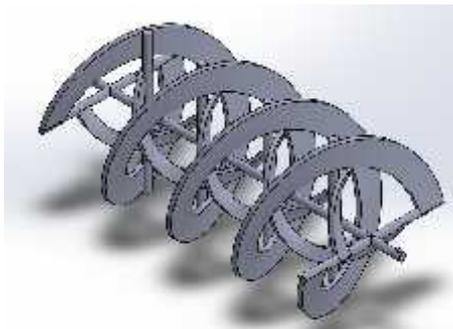
3.2.1 Mixer



Gambar.3 Mixer

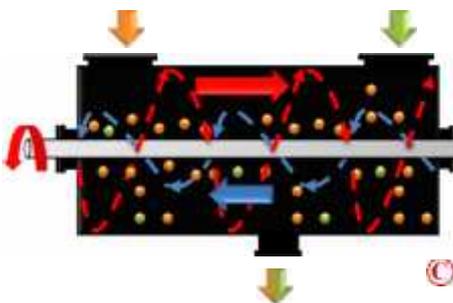
Mixer adalah salah satu komponen penting dalam membuat bahan baku media tanam dapat tercampur dengan sempurna. Point penting dalam perancangan mixer adalah bagaimana bentuk blade yang dapat mencampur bahan secara merata. Ukuran dari wadah mixer adalah 1200 x 640 x 690 mm.

3.2.2 Mixer Blade



Gambar.4 Blade Mixer

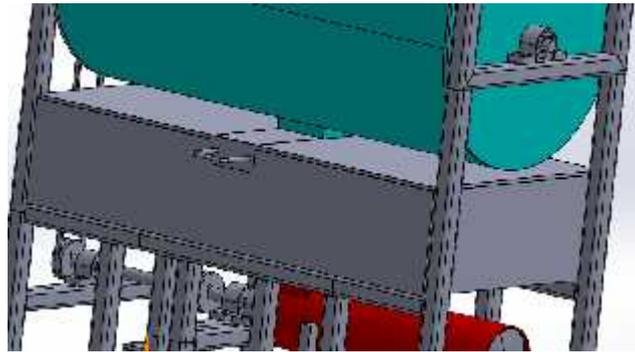
Design sebuah blade untuk mencampurkan bahan baku dapat digunakan berbagai macam tipe blade yang sesuai dengan jenis bahan baku. Penulis memilih tipe helical ribbon mixer blade.



Gambar.5 Proses Mix dengan helical ribbon mixer

Ribbon mixer merupakan sebuah blade yang terdiri dari 1 poros pusat dan 2 tipe blade berbentuk helix yang berputar secara stasioner. Jika poros utama berputar maka Blade helix yang lebih besar akan menggerakkan bahan ke arah kanan tabung, begitu juga dengan blade helix yang lebih kecil akan menggerakkan bahan ke arah kiri. Dengan berlawananannya arah adukan maka bahan akan teraduk secara merata. Ribbon mixer sangat ideal dalam mencampurkan bahan yang mengalir bebas, low density, seperti bahan baku pembuatan baglog yang terdiri dari serbuk kayu, bekatul, kapur, pupuk P dan air.

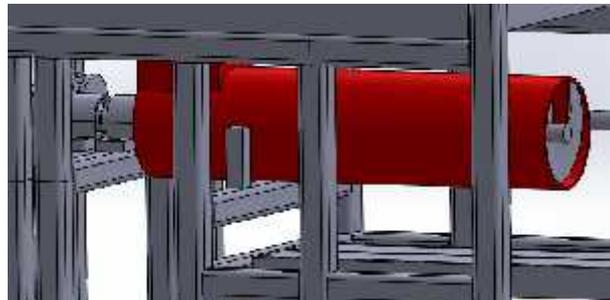
3.2.3 Tempat penampungan Hasil Mixer



Gambar.6 Tempat Penampungan Hasil Mixer

Bagian ini berfungsi untuk menampung terlebih dahulu hasil bahan baku yang telah dicampur sebelum dilakukan proses pengepressan.

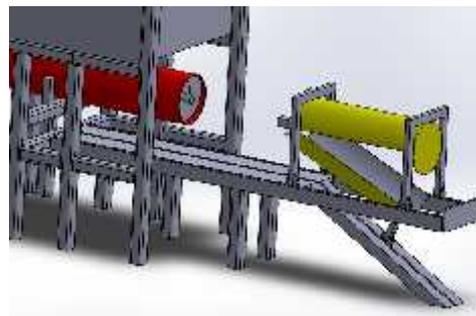
3.2.4 Extruder



Gambar.7 Extruder

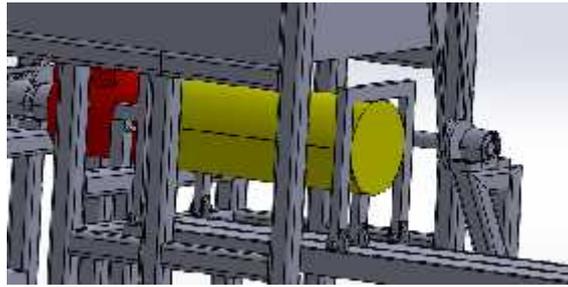
Bagian pengepressan bahan baku setelah di mix yaitu dengan menggunakan extruder. Fungsi dari extruder adalah untuk memadatkan bahan baku baglog dengan batang berulir. Penulis memilih memakai extruder karena dianggap paling sesuai jika ingin digabungkan dengan proses mixer dalam satu mesin jika dibandingkan dengan mekanisme press secara vertikal menggunakan punch.

3.2.5 Filler Baglog



Gambar.8 Filler Baglog

Setelah pengepressan oleh extruder, bahan baku akan di tampung pada wadah yang telah diberikan plastik. Cara kerjanya dengan membungkuskan plastik pada extruder, lalu bagian filler ini akan digerakkan secara manual dengan man power untuk digerakkan memasuki tabung extruder.

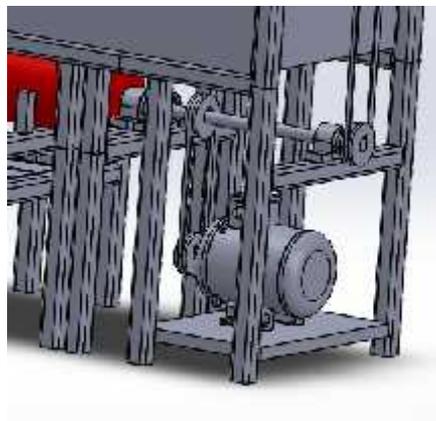


Gambar.9 Proses press dan filler baglog

Setelah tabung tersebut penuh maka gaya dari extruder akan mendorong tabung filler pada jalurnya sehingga baglog yang telah terisi dapat diambil.

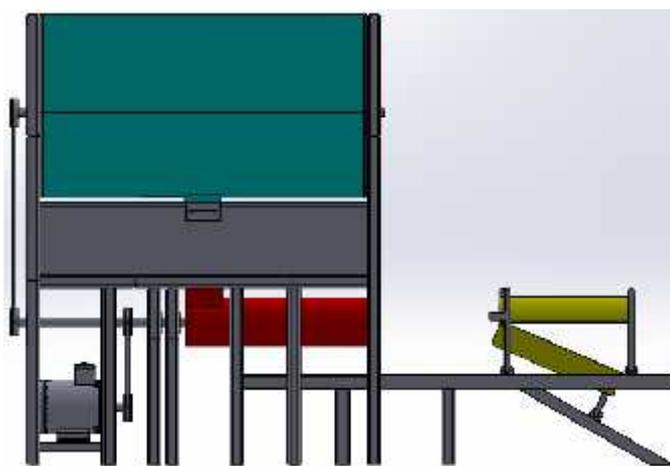
3.2.6 Sumber dan transmisi mesin

Bagian ini adalah bagian yang paling penting karena merupakan penggerak mesin dan penghubung antara motor, dengan yang digerakkan.



Gambar.10 Motor

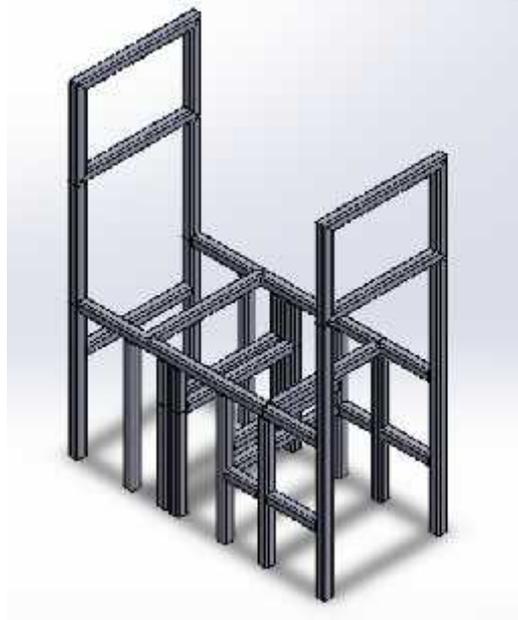
Mesin ini menggunakan penggerak berupa 1 motor listrik yang dapat menggerakkan 2 proses sekaligus pada mesin ini yaitu proses mixer dan pengepresan.



Gambar.11 Tampak samping mesin

Transmisi pada mesin menggunakan puley dan belt yang dihubungkan dengan poros.

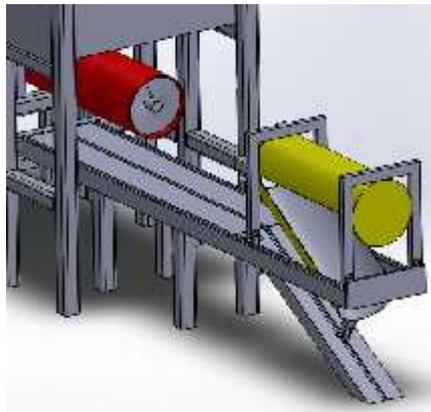
3.2.7 Rangka Utama



Gambar.12 Rangka Utama

Rangka merupakan bagian penting dalam sebuah mesin karena bertugas menopang mesin itu sendiri. Rangka yang digunakan pada mesin ini adalah batang hollow dengan ukuran 50 x 50 mm.

3.2.8 Jalur Filler Baglog



Gambar.13 Jalur Filler Baglog

Jalur yang menggerakkan tabung baglog menggunakan batang pejal dengan ukuran 1615 x 250 x 50 mm. Fungsi diberikannya jalur roda agar memudahkan pengguna dalam menggeser tabung baglog tersebut.

4. KESIMPULAN

1. Design ini dapat melakukan 3 proses dalam 1 mesin yaitu mixer, press dan filler.
2. Dengan ribbon mixer dan extruder dapat menghasilkan pengadukan dan pengepressan yang merata.
3. Dengan tergabungnya 3 proses yang awalnya terpisah, dapat meningkatkan proses pembuatan baglog jamur tiram.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan *full paper* seminar nasional ini mungkin tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Mas Panji , Sebagai pelaku industri rumah tangga produksi jamur tiram.
2. Bapak Sunarto, Drs., S.T., M.T. Sebagai Dosen Pembimbing.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Shantika and E. Saefudin, "Perancangan Mesin Pengaduk Media Tumbuhnya Jamur Tiram Dengan Kapasitas 150 kg per Proses," *Semin. Nas.*, vol. VIII, pp. 74–80, 2009.
- [2] <https://en.wikipedia.org>, *Mixing (process_engineering)*.
- [3] <http://encyclopedia.che.engin.umich.edu>, *Mixers - Ribbon Mixer*.

RANCANG BANGUN MODEL TURBIN AIR CROSS FLOW YANG MEMANFAATKAN AIR TERBUANG DARI TURBIN PROPELLER

Ikhsan Satria Putra¹, Paulus Sukusno²
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru UI Depok, 16425, Indonesia
Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530
Email: Ikhsan.satriaputra@gmail.com

Abstrak

Penggunaan sumber energi di Indonesia mempunyai peran penting terutama pada sektor industri listrik. Penggunaan energi terbarukan sebagai sumber energi listrik di Indonesia hanya 12.86% dan 87.14% masih menggunakan energi tidak terbarukan. Namun tidak seluruh wilayah di Indonesia dapat merasakan manfaat dari energi tersebut. Masih ada 1,815 desa di Indonesia yang belum mendapatkan pasokan listrik, maka dilakukan penelitian-penelitian agar daerah-daerah sulit terjangkau dapat merasakan energi listrik. Salah satunya adalah membuat Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro.

Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) telah melakukan penelitian dan membuat model sistem PLTMH head rendah, sehingga telah tersedia sistem PLTMH dengan head 2 sampai dengan 3 meter dengan menggunakan turbin propeller. Namun PLTMH ini belum memanfaatkan air terbuang dari turbin propeller dimana air terbuang tersebut masih mempunyai energi. Penelitian ini diawali dengan meninjau ulang penelitian yang telah dilakukan oleh Politeknik Negeri Jakarta (PNJ), studi literatur, perancangan, pembuatan, pengambilan data dan pengolahan data. Tujuan akhir dari penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan daya output listrik sistem PLTMH dengan memanfaatkan air terbuang dari turbin propeller sebagai sumber energi turbin cross flow.

Kata Kunci: *energy, propeller, cross-flow, micro-hydro*

Abstract

The use of energy sources in Indonesia has an important role especially in the industrial sector electricity. The use of renewable energy as a source of electrical energy in Indonesia is only 12.86% and 87.14% still use non-renewable energy. But not all regions in Indonesia can get the benefit from this energy. There are still 1,815 villages in Indonesia who had not received an electricity supply, so researches are made to make unaffordable areas to feel electric energy. One of them is Micro Hydro Power Plant.

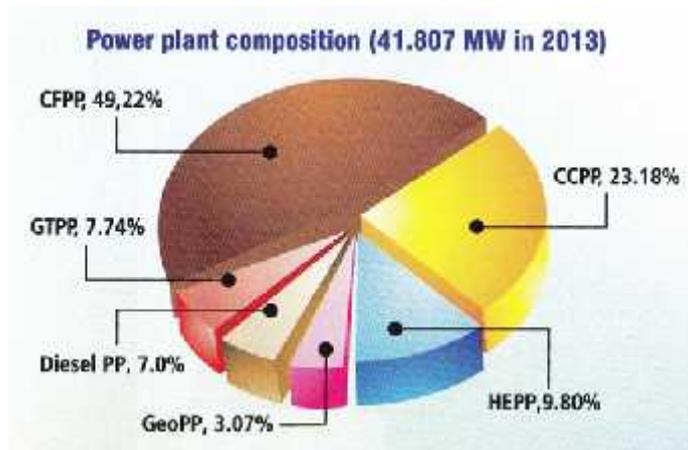
State Polytechnic of Jakarta (PNJ) has conducted research and development low head of micro hydro power plant, so has been available micro hydro power plant model system with head 2 to 3 meter by using propeller turbine. However, this micro hydro power plant model system has not utilized the wasted water from turbine propellers which the wasted water still has energy. This research begins with reviewing the research that has been done by State Polytechnic of Jakarta (PNJ), literature study, designing, making, data retrieval and data processing. The final goal of this research is expected to increase the power output of PLTMH system by utilizing the wasted water from the turbine propeller as the source of cross flow turbine energy.

Kata Kunci: *energy, propeller, cross-flow, micro-hydro*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan sumber energi di Indonesia mempunyai peran penting terutama pada sektor industri listrik. Penggunaan energi terbarukan sebagai sumber energi listrik di Indonesia hanya 12.86% dan 87.14% masih menggunakan energi tidak terbarukan. Namun tidak seluruh wilayah di Indonesia dapat merasakan manfaat dari energi tersebut. Masih ada 1,815 desa di Indonesia yang belum mendapatkan pasokan listrik [1].



Gambar.1 Persentase pembangkit di Indonesia [2]

Pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) adalah salah satu penerapan pembangkit listrik mandiri yang dapat digunakan untuk memasok listrik ke beberapa lokasi yang sulit terjangkau seperti desa-desa pedalaman yang tentunya mempunyai potensi energi air.

Politeknik Negeri Jakarta (PNJ) telah membuat suatu prototipe sistem PLTMH yang telah dimanfaatkan untuk penelitian yaitu sistem PLTMH yang praktis dan handal dengan pengaruh sudut sudu *propeller* terhadap efisiensi sistem PLTMH [3]. Penelitian tersebut di atas belum memanfaatkan aliran air yang terbuang dari sistem, padahal aliran air tersebut masih dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan daya listrik PLTMH *head* rendah dengan cara memanfaatkan aliran air yang terbuang dengan membandingkan *output* daya listrik dengan penambahan turbin *cross-flow* pada pipa *output* turbin *propeller* yang tidak terendam dan pipa *output* turbin *propeller* yang terendam dan mengetahui dimensi dari turbin *crossflow*.

2. METODE PENELITIAN

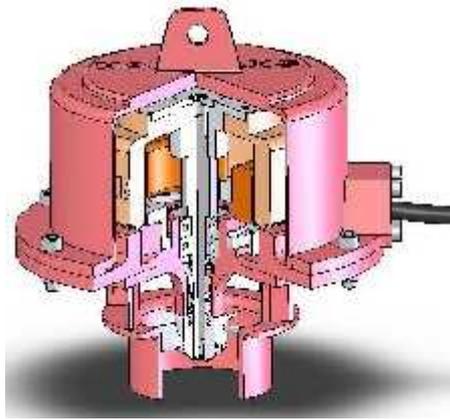
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Pengertian PLTMH adalah pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air sebagai media utama untuk penggerak turbin dan generator. Tenaga mikrohidro, dengan skala daya yang dapat dibangkitkan 5 kilo Watt hingga 50 kilo Watt. Pada PLTMH proses perubahan energi kinetik berupa (kecepatan dan tekanan air), yang digunakan untuk menggerakkan turbin air dan generator listrik hingga menghasilkan energi listrik [4].

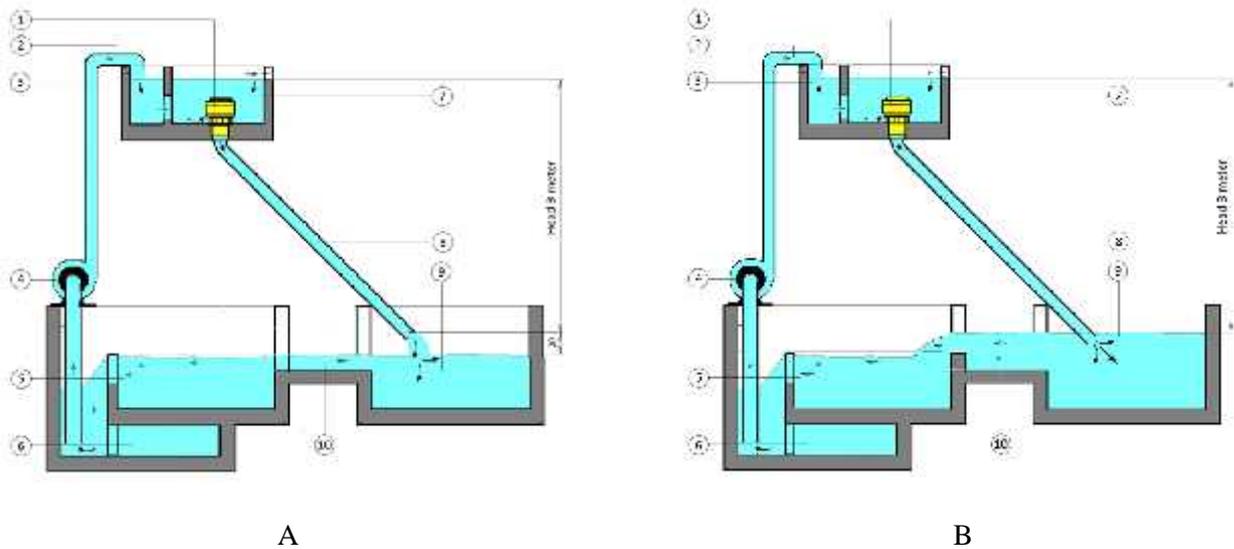
Pembangkit listrik tenaga air skala mikro pada prinsipnya memanfaatkan beda ketinggian dan jumlah debit air per detik yang ada pada aliran air saluran irigasi, sungai atau air terjun. Aliran air ini akan memutar poros turbin sehingga menghasilkan energi mekanik. Energi ini selanjutnya menggerakkan generator dan generator menghasilkan listrik. Sebuah skema mikrohidro memerlukan dua hal yaitu, debit air dan ketinggian jatuh (*head*) untuk menghasilkan tenaga yang dapat dimanfaatkan. Hal ini adalah sebuah system konversi energi dari bentuk ketinggian dan aliran (energi potensial) kedalam bentuk energi mekanik dan energi listrik.

2.2. Model PLTMH di Lab Teknik Energi Politeknik Negeri Jakarta

Prototipe PLTMH di laboratorium teknik konversi energi menggunakan turbin tipe *propeller* TC 60 dengan model celup. Output aliran turbin *propeller* terdapat 2 jenis yaitu terendam dan tidak terendam [3]. Tipe turbin yang digunakan adalah turbin *propeller* Tipe TC 60 dengan spesifikasi pabrikan; Kapasitas air 600 liter/menit, *head* 3 m, diameter pipa hisap 3 inch, daya output 100 W [5].



Gambar.2 Tipe turbin celup diameter sudu 60 mm (TC 60)



Gambar.3 A. Skema sistem PLTMH head 3 meter saluran air keluar melalui pipa yang tidak terendam air.
B. Skema sistem PLTMH head 3 meter saluran air keluar melalui pipa yang terendam air.

Keterangan Gambar:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Turbin Air (TC 60) | 6. Bak reservoir |
| 2. Pipa suplay air | 7. Bak penampung air masuk turbin |
| 3. Bak penenang | 8. Pipa hisap air keluar turbin |
| 4. Pompa | 9. Bak air input turbin |
| 5. Bak pengukur debit air
(<i>suppressed weir</i> bentuk V) | 10. Aliran ke pengukur debit air |
| | 11. Bak air output turbin |

2.3. Turbin Air

Turbin air terbagi menjadi 2 jenis, yaitu turbin impuls dan turbin reaksi. Turbin impuls adalah jenis turbin yang cara kerjanya merubah seluruh energi air (yang terdiri dari energi potensial + tekanan + kecepatan) yang tersedia menjadi energi kinetik untuk memutar turbin, sehingga menghasilkan energi puntir. Turbin reaksi adalah jenis turbin yang cara kerjanya merubah energi air yang tersedia menjadi energi puntir.

Turbin aliran Ossberger atau turbin *cross-flow* merupakan turbin impuls dengan tipe aliran radial. Turbin ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu *runner* turbin dan *nozzle* dibangun dari dua buah piringan atau *disk* parallel yang dihubungkan bersama-sama dengan beberapa buah rim berbentuk kurva yang tersusun secara seri. *Nozzle* adalah penampang persegi panjang, memancarkan air masuk memenuhi seluruh lebar turbin dengan sudut absolut 16°. Air membentur sudu, mengalir melalui sudu, dan meninggalkan sudu melalui suatu ruangan kosong antara *rim* sebelah dalam lalu masuk kembali ke *rim* di sisi yang lain kemudian akhirnya keluar.

Pada saat ini, dianjurkan untuk menggunakan turbin *cross-flow*, karena Daya guna kincir air dari jenis yang paling unggul sekalipun hanya mencapai 70% sedang efisiensi turbin *crossflow* mencapai 82% [6].

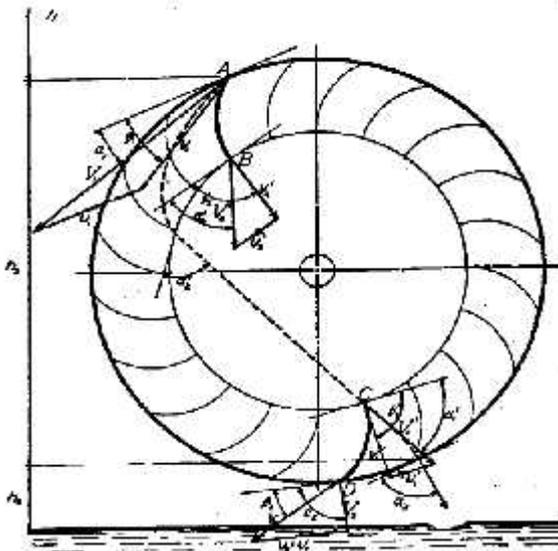
2.4 Data Perencanaan

Data yang diperlukan untuk melakukan perencanaan didapatkan dari laporan akhir dari pengujian sistem PLTMH.

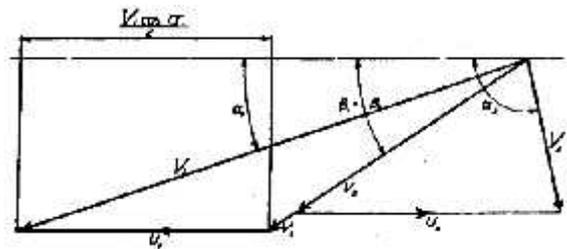
Tabel.1 Data hasil pengujian

No.	Parameter	Ujung pipa terbuka	Ujung pipa terendam air
1.	Debit [liter/detik]	10	10
2.	Head [m]	3	3
3.	Kedalaman bendungan [cm]	37	37
4.	Tinggi bendungan – permukaan [cm]	10,5	10,5
5.	Tegangan out-put [Volt]	120	120
6.	Arus listrik [Ampere]	0,74	0,77
7.	Daya beban pada lampu bohlam [W]	88,8	92,4

2.5 Perencanaan Turbin



Gambar.4 Lintasan air melalui turbin



Gambar.5 Diagram Kecepatan

Perancangan atau perhitungan parameter-parameter turbin *crossflow* menggunakan persamaan-persamaan yang digunakan oleh Mockmore [7].

2.5.1 Sudut Sudu Turbin

Sudut sudu β_1 bisa ditentukan dari α_1 , C_1 , dan U_1 seperti terlihat pada gambar.4 dan gambar.5.

Jika, $U_1 = \frac{1}{2} \cos \alpha_1$ [Persamaan.1]

maka, $\tan \beta_1 = 2 \tan \alpha_1$

Dengan asumsi : $\alpha_1 = 16^\circ$

Maka, $\beta_1 = 30^\circ$

2.5.2 Lebar dan Diameter *Runner* Turbin

Lebar sudu dan diameter *runner* turbin dapat ditentukan dengan persamaan,

$$L = \frac{144 Q N}{862 C k H_{eff} \sqrt{2g}} \quad \text{[Persamaan.2]}$$

Head effective adalah *head* aktual / *head* sebenarnya dikurangi dengan *head* rugi-rugi atau dengan,

$$H_{eff} = H_{aktual} - H_{losses} \quad \text{[Persamaan.3]}$$

Dimana,

$$H_{losses} = \frac{1}{3} H_{aktual}$$

Q = Debit

N = Kecepatan Turbin

C = Koefisien *nozzle* = 0,98

k = koefisien = 0,087

g = gravitasi

Maka,

$$L = \frac{144 Q N}{862 \times 0,98 \times 0,087 \times H_{eff} \times \sqrt{2g}}$$

Dan,

$$N = \left(\frac{862}{D_1} \right) \sqrt{H_{eff}} \quad \text{[Persamaan.4]}$$

Maka,

$$L = \frac{144 Q}{0,98 \times 0,087 \times \sqrt{H_{eff}} \times \sqrt{2g} \times D_1}$$

$$L \cdot D_1 = \frac{210,5 Q}{\sqrt{H_{eff}}} \quad \text{[Persamaan.5]}$$

$$L \cdot D_1 = \frac{210,5 \times 0,3531}{\sqrt{6,56168}} = 29 \text{ inch} = 0,018 \text{ m}^2$$

Dari Hasil perhitungan $L \cdot D_1 = 0,018 \text{ m}^2$ akan didapatkan beberapa ukuran lebar, diameter dalam dan diameter luar (D_2) *runner*,

$$D_2 = \frac{2}{3} D_1 \quad \text{[Persamaan.6]}$$

Tabel.2 Data lebar dan diameter turbin

No.	L [cm]	D_1 [cm]	D_2 [cm]
1.	10	18	12
2.	6	30	20
3.	4	45	30

2.5.3 Ketebalan *Runner* Turbin

Dari data yang sudah didapatkan dipilih $L = 6$ [cm], $D_1 = 30$ [cm] dan $D_2 = 20$ [cm] sebagai contoh perhitungan. Ketebalan *runner* turbin (s_1) dapat ditentukan dengan persamaan,

$$s_1 = k D_1 \quad \text{[Persamaan.7]}$$

$$s_1 = 0,087 \times 11,811 \text{ inch}$$

$$s_1 = 1,027557 \text{ [inch]} = 2,6 \text{ [cm]}$$

2.5.4 Jarak Antar *Runner* Turbin

Perhitungan jarak antar *runner* turbin (t) dapat menggunakan persamaan,

$$t = \frac{s_1}{\sin \beta_1} \quad \text{[Persamaan.8]}$$

$$t = \frac{1,027557}{\sin 30^\circ}$$

$$t = 2,05514 \text{ [inch]} = 5,22 \text{ [cm]}$$

2.5.5 Jumlah *Runner* Turbin

Penentuan jumlah *runner* turbin (n) dapat menggunakan rumus,

$$n = \frac{\pi D_1}{t} \quad \text{[Persamaan.9]}$$

$$n = \frac{3,14 \times 11,811}{2,05514}$$

$$n = 18,04 \approx 18 \text{ buah}$$

2.5.6 Kecepatan Putaran Turbin

Kecepatan putaran turbin dapat ditentukan dengan persamaan,

$$N = \left(\frac{862}{D_1} \right) \sqrt{H_{eff}} \quad \text{[Persamaan.10]}$$

$$N = \left(\frac{862}{11,811} \right) \sqrt{6,56168}$$

$$N = 186,95 \text{ [rpm]}$$

2.5.7 Transmisi Mekanik

Pada penelitian ini sistem transmisi yang digunakan adalah sistem transmisi tidak langsung Karena putaran turbin lebih kecil dari putaran generator. Sistem transmisi ini menggunakan *v-belt* dan *pulley*. Generator yang digunakan adalah generator 0,25 hp yang memerlukan kecepatan putaran sebesar 1000 rpm. *Pulley* yang digunakan pada turbin mempunyai jari-jari 20 cm. dengan persamaan rasio transmisi,

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad \text{[Persamaan.11]}$$

Dimana,

n_1 = Putaran turbin

n_2 = Putaran generator

r_1 = Jari-jari *pulley* turbin

r_2 = Jari-jari *pulley* generator

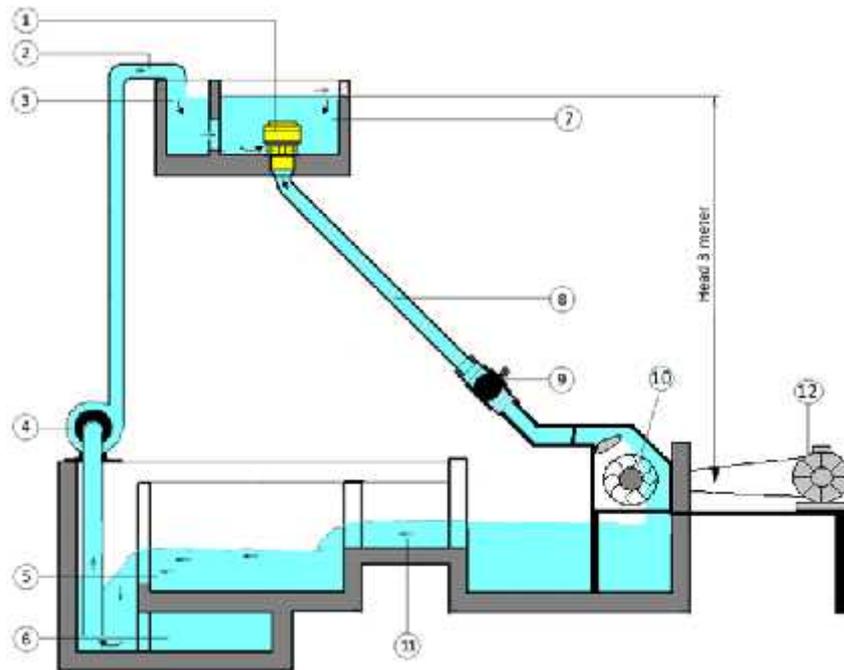
Maka,

$$\frac{186,95}{1000} = \frac{r_2}{20}$$

$$r_2 = 3,74 \text{ [cm]}$$

2.5.8 Perencanaan Plant

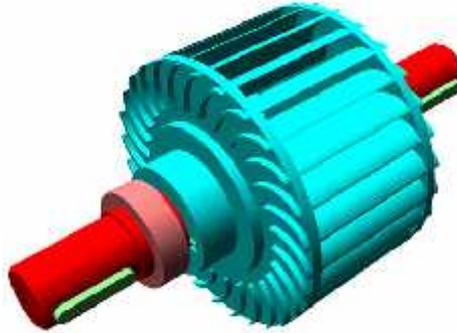
Penelitian ini membutuhkan *plant* khusus yang mana digunakan adalah *plant* yang telah ada di laboratorium teknik konversi energi. Berikut adalah gambaran *plant* yang telah direncanakan.



Gambar.6 Rencana modifikasi pada *plant* yang ada di laboratorium teknik energi

Tabel.2 Keterangan gambar rencana modifikasi pada *plant* yang ada di laboratorium teknik energi

Keterangan Gambar	
1. Turbin Air (TC 60) Set.	7. Bak penampung air masuk turbin
2. Pipa suplay air	8. Pipa hisap air keluar turbin
3. Bak penenang	9. Katup control kecepatan aliran
4. Pompa	10. Turbin <i>crossflow</i>
5. Bak pengukur debit air (<i>suppressed weir</i> bentuk V)	11. Aliran ke pengukur debit air
6. Bak reservoir	12. Generator



Gambar.7 Runner turbin *crossflow*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perencanaan tersebut maka didapatkan parameter-parameter desain dari turbin *crossflow* yang ditampilkan dalam Tabel.3

Tabel.3 Data hasil perencanaan turbin *crossflow*.

No.	L [cm]	D ₁ [cm]	D ₂ [cm]	S ₁ [cm]	t [cm]	n	N [rpm]	r ₂ [cm]
1.	10	18	12	1,57	3,13	18	311,584	6,23
2.	6	30	20	2,6	5,22	18	124,634	2,5
3.	4	45	30	3,91	7,83	18	186,95	3.74

Dari Hasil perhitungan $L.D_1 = 0,018m^2$ akan didapatkan 3 desain turbin *crossflow*. Dari ketiga desain tersebut dipilih lebar 10 cm dan diameter 18 cm sebagai alat yang direalisasikan.

4. KESIMPULAN

Dari hasil perencanaan yang telah ditampilkan pada Tabel.3 dapat disimpulkan

- Dengan *head* 3 meter dan debit 10 l/s terdapat 3 desain turbin yang berbeda-beda. Dari ketiga desain tersebut *runner* dengan lebar dan diameter 10 cm dan 18 cm adalah *runner* yang menghasilkan putaran tercepat dan dipilih pada proses kelanjutan penelitian ini.
- Semakin kecil diameter *runner* maka akan semakin tipis ketebalan dari *runner* tersebut dan semakin cepat putaran maka diameter *pulley* pada generator akan semakin besar.
- Penelitian ini akan dilakukan pengujian dengan beban dan menelitian perubahan pada kecepatan putaran turbin.

Daftar Pustaka

- [1] ESDM, *Statistik Ketenagalistrikan*. 2015;(28).
- [2] PT. PLN. *Generating New and Renewble Energi*. 2013.
- [3] Sukusno P, Jannus P, Belyamin, Fachruddin. *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Yang Praktis dan Handal Head 2 dan 3 m*. Lap Hibah Penelitian Strategis Nasional, DIPA PNJ. 2009, Depok.
- [4] Pasalli YR, Rehiara AB. *Design Planning of Micro-hydro Power Plant in Hink River*. 2013 Manokwari.
- [5] Permadi E. *Profil CV. Cihanjuang Inti Teknik*. 2009, Cimahi, Bandung.
- [6] Haimerl, L.A. *The Cross Flow Turbine*. 1960, Jerman Barat
- [7] Mockmore, C.A dan Fred Merryfield, "The Banki Water Turbine". Oregon State College, 1949.

PERANCANGAN PENCAHAYAAN PADA *TURBINE HOUSE* UNIT 1 PT. INDONESIA POWER PLTU BANTEN 3 LONTAR

Anita Rachmalia¹, Syafvinna Mei Nicha², P. Jannus³

¹ Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,

Politeknik Negeri Jakarta, rachmaliaanita11@gmail.com

² Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

³ Dosen Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Pencahayaan merupakan salah satu beban essential, yaitu beban yang berhubungan dengan keselamatan manusia dan peralatan. Pada Turbine House PLTU Banten 3 Lontar, tingkat pencahayaan tidak sesuai dengan SNI 03-6197-2000, dimana tingkat pencahayaan minimal untuk industri pekerjaan kasar sebesar 200 Lux. Tingkat pencahayaan yang tidak sesuai dengan standar membuat proses kerja tidak aman sehingga timbul potensi terjadinya kecelakaan kerja.

Penelitian ini membahas perancangan ulang sistem pencahayaan pada Turbine House PLTU Banten 3 Lontar. Perancangan dilakukan dengan tiga langkah: Pertama, mengganti lampu yang khusus diaplikasikan di industri dan sesuai dengan jenis pekerjaan. Kedua, mengetahui jumlah fluks luminus berdasarkan luas ruangan, koefisien depresiasi dan koefisien penggunaan, menentukan jumlah lampu yang akan digunakan dan menentukan titik lampu agar mendapatkan pencahayaan yang optimal. Ketiga, membuat desain sistem pencahayaan dan instalasi listrik.

Jika sebelum dilakukan perancangan ulang sistem pencahayaan terdapat kondisi yang tidak aman, maka setelah dilakukan perancangan ulang kondisi tidak aman tersebut dapat dihilangkan, sehingga resiko terjadi kecelakaan kerja juga akan hilang. Perancangan ulang sistem pencahayaan juga mengoptimalkan penggunaan daya listrik untuk pencahayaan.

Kata Kunci: Tingkat pencahayaan, perancangan sistem pencahayaan, potensi kecelakaan kerja, daya listrik.

Abstract

Lighting is one of the essential loads, the burdens associated with human safety and equipment. In Turbine House PLTU Banten 3 Lontar, the lighting level is not in accordance with SNI 03-6197-2000, where the minimum lighting level for 200 lavish hardwork industry. The level of illumination that is not in accordance with the standard makes the work process unsafe resulting in the potential for workplace accidents.

This research discussed the redesign of lighting system at Turbine House PLTU Banten 3 Lontar. The design is done with three steps: First, replace the lamp that is specifically applied in the industry and in accordance with the type of work. Secondly, to know the number of luminous fluxes based on the area of the room, the depreciation coefficient and the coefficient of usage, determine the number of lamps to be used and determine the point of the lamp in order to obtain optimal illumination. Third, make lighting system design and electrical installation.

If prior to the redesign of the lighting system there are unsafe conditions, then after the redesign the unsafe conditions can be removed, so there will be no work accidents. The redesign of the lighting system also optimizes the use of electrical power for lighting.

Keywords: Lighting level, lighting system design, work accident potential, electrical power.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencahayaan merupakan salah satu beban essential, yaitu beban yang berhubungan dengan keselamatan manusia dan peralatan. Pencahayaan buatan digunakan ketika penerangan alami tidak dapat memenuhi persyaratan penerangan ruang dalam suatu bangunan [1]. Pada PLTU Banten 3 Lontar pencahayaan mendapatkan daya dari daya pemakaian sendiri.

Berdasarkan standar SNI 03-6197-2000, ada 3 jenis pekerjaan, yaitu pekerjaan kasar, sedang, dan halus. Saat melakukan pengamatan langsung di *Turbine House* Unit 1 PLTU Banten 3 Lontar, semua pekerjaan yang dilakukan disana termasuk pekerjaan yang kasar. Pekerjaan kasar tersebut berupa instalasi pipa, motor, pompa. Pada industri dengan jenis pekerjaan kasar membutuhkan tingkat pencahayaan sebesar 200 lux. Namun pada *Turbine House* Unit 1 PLTU Banten 3 Lontar, tingkat pencahayaan rata-rata masih dibawah standar yaitu sebesar 1,08 lux dari nilai standar 200 lux . Tingkat

pencahayaannya yang tidak sesuai dengan standar dapat menyebabkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja [4].

Kondisi pencahayaan yang masih dibawah standar tersebut tidak sesuai dengan Peraturan Menteri Perburuahan Nomor 7 Tahun 1964 Pasal 2, dimana disebutkan bahwa setiap bangunan perusahaan harus memenuhi syarat-syarat salah satunya yaitu pencahayaan yang cukup untuk menghindari kemungkinan bahaya kecelakaan.

Untuk meningkatkan tingkat pencahayaan pada Turbine House Unit 1 PLTU Banten 3 Lontar agar sesuai dengan standar SNI 03-6197-2000, maka penulis melakukan perancangan ulang sistem pencahayaan yang bertujuan untuk mengurangi resiko kecelakaan kerja dan mengoptimalkan penggunaan daya pemakaian sendiri. Langkah awal untuk merancang ulang sistem pencahayaan ini adalah dengan mengatur tata letak lampu serta menentukan jumlah titik-titik penerangan sesuai dengan perhitungan standar serta mengganti jenis lampu dengan nilai flux luminasi yang lebih besar dan daya yang lebih rendah.

Dengan ini penulis mengangkat judul “Perancangan Pencahayaan pada Turbine House Unit 1 PLTU Banten 3 Lontar” sebagai tugas akhir.

1.2 Tujuan

1. Menentukan jenis dan jumlah lampu yang sesuai dengan jenis kegiatan pada *Turbine House*
2. Membuat sistem pencahayaan tingkat pencahayaan pada *Turbine House* menjadi 200 lux sesuai dengan SNI 03-6197-2000
3. Mengoptimasi penggunaan daya listrik untuk pencahayaan

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana membuat sistem pencahayaan yang sesuai dengan SNI 03-6197-2000 pada *Turbine House* di Unit 1 PLTU Banten 3 Lontar?
2. Bagaimana menentukan lampu yang sesuai dengan jenis kegiatan pada *Turbine House*?
3. Bagaimana mengoptimalkan penggunaan daya listrik untuk pencahayaan?

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam ruang lingkup judul tugas akhir “Perancangan Pencahayaan Turbine House Unit 1 PT. Indonesia Power PLTU 3 Banten Lontar”:

1. Standar pencahayaan yang sesuai dengan SNI 03-6197-2000
2. Spesifikasi lampu yang sesuai
3. Peletakkan lampu yang sesuai
4. Skema instalasi kelistrikan dan mengetahui kebutuhan listrik yang diperlukan.
5. Optimasi daya listrik untuk pencahayaan

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tingkat Pencahayaan

2.1.1 Perhitungan Tingkat Pencahayaan

a. Tingkat Pencahayaan Rata-rata (E)

Tingkat pencahayaan pada suatu ruangan pada umumnya didefinisikan sebagai tingkat pencahayaan rata-rata pada bidang kerja. Tingkat pencahayaan rata-rata Erata-rata (lux), dapat dihitung dengan persamaan:

$$E = \frac{F_{total} \times K_p \times K_d}{A} \quad \text{[Persamaan 1]}$$

Dimana,

E = Tingkat pencahayaan rata-rata (lux)

F_{total} = Fluks luminus total dari semua lampu yang menerangi bidang kerja (lumen)

K_p = Koefisien penggunaan

K_d = Koefisien depresiasi

A = Luas bidang kerja (m^2)

b. Menentukan faktor indeks ruang

$$K = \frac{A}{t(p+l)} \text{ lux} \quad [\text{Persamaan 2}]$$

Dimana:

- K = faktor indeks ruang
- t = tinggi lampu dari bidang kerja (m)
- p = panjang ruang (m)
- l = lebar ruangan (m)
- A = luas ruangan (m²)

c. Koefisien Penggunaan (Kp).

Faktor penggunaan didefinisikan sebagai perbandingan antara fluks luminus yang sampai di bidang kerja terhadap keluaran cahaya yang dipancarkan oleh semua lampu. Besarnya koefisien penggunaan untuk sebuah armatur diberikan dalam bentuk tabel yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat armatur yang berdasarkan hasil pengujian dari instansi terkait.

d. Koefisien Depresiasi (Kd).

Koefisien depresiasi atau sering disebut juga koefisien rugi-rugi cahaya atau koefisien pemeliharaan, didefinisikan sebagai perbandingan antara tingkat pencahayaan setelah jangka waktu tertentu dari instalasi pencahayaan digunakan terhadap tingkat pencahayaan pada waktu instalasi baru. Untuk ruangan dan armatur dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi diambil sebesar 0,8.

e. Jumlah Armatur

Untuk menghitung jumlah armatur, terlebih dahulu dihitung fluks luminus total yang diperlukan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang direncanakan, dengan menggunakan persamaan :

$$F_{\text{total}} = \frac{E \times A}{K_p \times K_d} \quad [\text{Persamaan 3}]$$

Kemudian jumlah armatur dihitung dengan persamaan:

$$N_{\text{total}} = \frac{F_{\text{total}}}{F_1 \times n} \quad [\text{Persamaan 4}]$$

Dimana,

- F₁ = fluks luminus satu buah lampu (lumen)
- n = jumlah lampu dalam satu armature

2.1.2 Kebutuhan Daya

Daya listrik yang dibutuhkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan rata-rata tertentu pada bidang kerja dapat dihitung mulai dengan persamaan yang digunakan untuk menghitung armatur. Setelah itu dihitung jumlah lampu yang dibutuhkan dengan persamaan:

$$N_{\text{lampu}} = N_{\text{armatur}} \times n \quad [\text{Persamaan 5}]$$

Daya yang dibutuhkan untuk semua armatur dapat dihitung dengan persamaan :

$$W_{\text{total}} = N_{\text{lampu}} \times W_1 \quad [\text{Persamaan 6}]$$

Dimana,

- W₁ = Daya setiap lampu (Watt)

Dengan membagi daya total dengan luas bidang kerja, didapatkan kepadatan daya (Watt/m^2) yang dibutuhkan untuk sistem pencahayaan tersebut.

2.1.3 Kemampuan Hantar Arus

Kemampuan hantar arus yang dipakai dalam pemilihan penghantar adalah 1,25 kali dari arus nominal yang melewati penghantar tersebut. Apabila kemampuan hantar arus sudah diketahui maka tinggal menyesuaikan dengan table untuk mencari luas penampang yang diperlukan.

2.1.4 Optimasi Daya untuk Pencahayaan

$$\text{Power Saving} = (Kw_1 - Kw_2) \times h \quad [\text{Persamaan 7}]$$

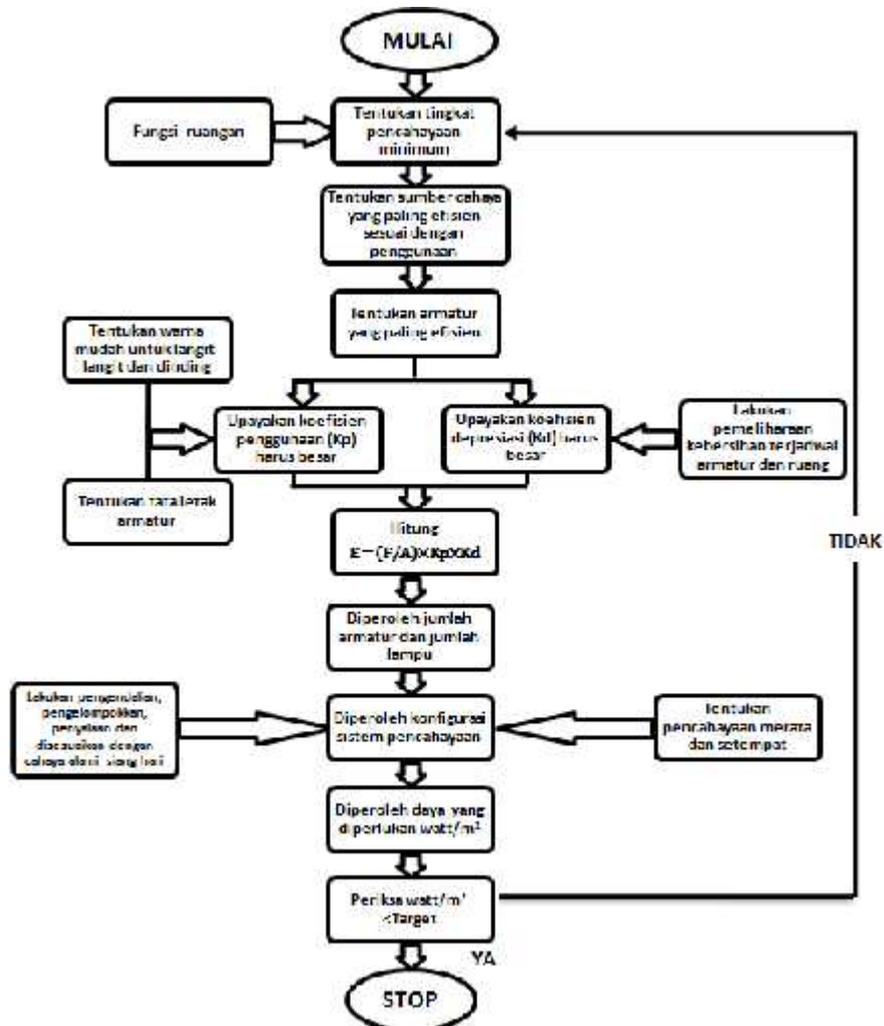
Dimana,

Kw_1 = Daya untuk pencahayaan sebelum di rancang ulang (Kw)

Kw_2 = Daya untuk pencahayaan setelah di rancang ulang (Kw)

h = Jam nyala (jam)

2.2 Diagram Alir Metode Pelaksanaan

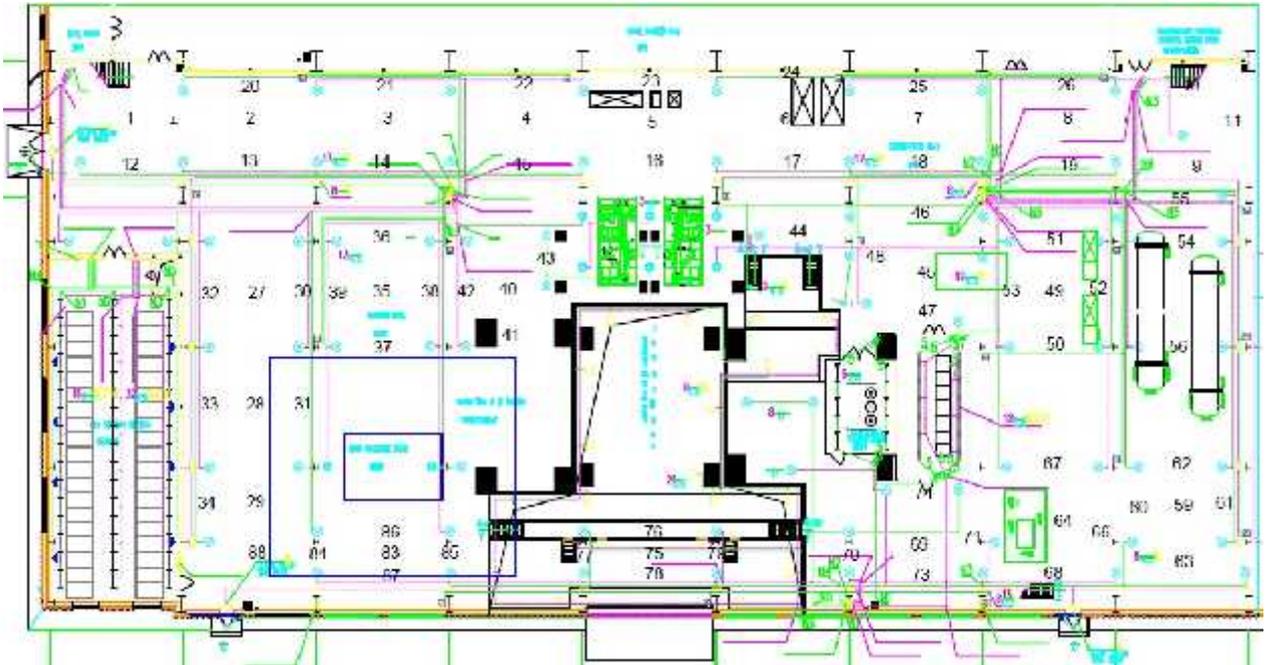


Gambar 1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Tingkat Pencahayaan Kondisi Real

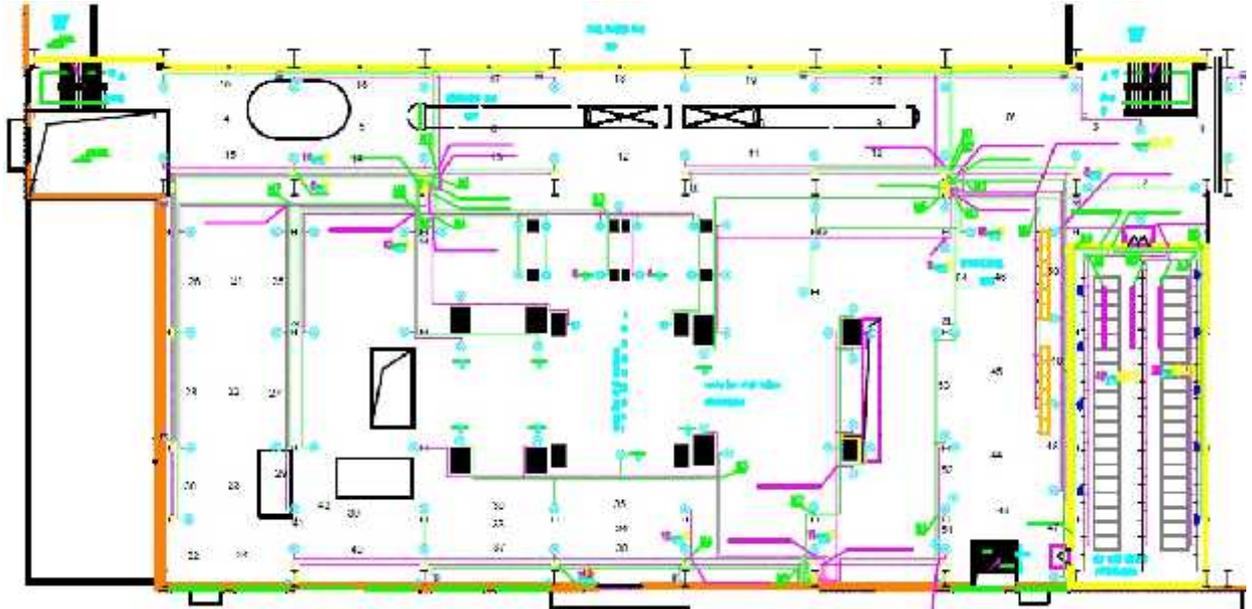
Hasil pengukuran tingkat pencahayaan pada seluruh area *Turbine House* Unit 1 PLTU Banten 3 Lontar disajikan dalam bentuk tabel berikut:



Gambar 2. Lantai 1 *Turbine House*

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan Lantai 1 *Turbine House*

Titik	Lux	Titik	Lux	Titik	Lux	Titik	Lux	Titik	Lux	Titik	Lux
1	76.1	16	16.4	31	12.5	46	32.3	61	428	76	448
2	29.5	17	25.6	32	17.6	47	52.3	62	37.8	77	952
3	11.4	18	12.2	33	17.4	48	75	63	110	78	1110
4	18.3	19	6.41	34	37.3	49	15.5	64	56	79	475
5	9.1	20	39.6	35	43.2	50	25.6	65	83.8	80	279
6	9.6	21	16.2	36	37.8	51	74.8	66	58.3	81	126
7	17.5	22	6.6	37	43.2	52	47.7	67	41	82	49.5
8	9.4	23	3.95	38	63.5	53	19.8	68	30.9	83	13
9	71.7	24	4.3	39	76.6	54	4.8	69	30.1	84	9.2
10	41.3	25	7.3	40	46.7	55	59	70	9.7	85	5
11	50.3	26	7.1	41	82	56	11.8	71	45.4	86	16
12	87.1	27	16.8	42	61.5	57	62.1	72	-	87	17.2
13	28.4	28	15.8	43	24.7	58	73.4	73	10	88	28.6
14	38.4	29	27.7	44	62	59	168	74	17.2		
15	32.3	30	15.3	45	71.6	60	181	75	580		



Gambar 3. Lantai 2 Turbine House

Tabel 2. Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan Lantai 2 Turbine House

Titik	Lux	Titik	Lux	Titik	Lux	Titik	Lux
1	94.8	16	15.3	31	22.8	46	42
2	62.9	17	3	32	20.5	47	20.6
3	66.2	18	6.4	33	9.8	48	8
4	185	19	2.2	34	73.5	49	54
5	58.7	20	14.8	35	120	50	120
6	86.3	21	13.8	36	18.8	51	36.9
7	11.5	22	19	37	16.9	52	26.2
8	1.2	23	19	38	570	53	26.7
9	4.2	24	22	39	16	54	27
10		25	16.8	40	14.9	55	21.3
11	7.4	26	15.3	41	13.1	56	27.7
12	16	27	7.5	42	30.7	57	30.8
13	57	28	12.9	43	54.5	58	12.2
14	12.6	29	51	44	26	59	34.6
15	26.6	30	35.1	45	44.4	60	16.3



Gambar 4. Lantai 3 Turbine House

Tabel 3. Hasil Pengukuran Tingkat Pencahayaan Lantai 3 Turbine House

Titik	Lux	Titik	Lux	Titik	Lux	Titik	Lux
1	42.7	11	166	21	6.88	31	11.2
2	91.8	12	155	22	21.4	32	5.84
3	86.7	13	156	23	12.5	33	12.2
4	45.8	14	155	24	28.1	34	5.74
5	29.2	15	168	25	35.5	35	23.7
6	20.4	16	178	26	14.9	36	5.55
7	35.1	17	21	27	27.5	37	10.4
8	54.4	18	24.8	28	9.35	38	16.5
9	195	19	8.86	29	17.9	39	24.9
10	139	20	7.3	30	3.68	40	21.6

3.2 Perencanaan Teknis Sistem Pencahayaan Buatan

1. Tingkat Pencahayaan Minimum

Berdasarkan SNI 03-6197-2000, industri dengan tingkat pekerjaan kasar memiliki standar pencahayaan minimum sebesar 200 lux, dengan temperature warna cool white (3.000-5.300 K) atau daylight (>5.300 K). Pekerjaan kasar tersebut berupa instalasi pipa, motor, pompa.

2. Sumber Cahaya yang Sesuai dengan Ruangan

Philips Highbay Coreline Gen 3

Tipe BY121P G3 LED205S/840 PSU WB GR

Input Power: 155 Watt

LED Module 20.500 lm

Color Temperature 4.000 K

Color Rendering Index >80

Weight 4,8 kg

Median Useful Life 50.000 h

Pemilihan lampu ini berdasarkan rekomendari dari Philips. Penggunaan lampu LED bertujuan agar dapat mengoptimasi daya pemakaian listrik untuk pencahayaan itu sendiri.

3. Koefisien Penggunaan (Kp)

Untuk mendapatkan nilai koefisien penggunaan, maka harus diketahui terlebih dahulu indeks ruang dari masing-masing lantai Turbine House. Berdasarkan rumus pada persamaan 2, indeks ruang (k) untuk lantai 1 dan 2 yaitu 4, untuk lantai 3 yaitu 0,86, sedangkan untuk lantai 4 yaitu 2,0.

Berdasarkan tabel kp yang didapat dari pabrik lampu, untuk lantai 1 dan 2, nilai kp yang didapat sebesar 0,9. Untuk lantai 3, didapat nilai kp sebesar 0,621 dan untuk lantai 4, didapat nilai kp sebesar 0,95.

4. Koefisien Depresiasi (Kd)

Berdasarkan SNI 03-6575-2001, ruangan dan armature dengan pemeliharaan yang baik pada umumnya koefisien depresiasi sudah ditentukan yaitu sebesar 0,8.

5. Jumlah Fluks Luminus dan Jumlah Lampu yang Diperlukan

Untuk lantai 1 dan lantai 2, didapat nilai *flux luminous* sebesar 810.000 lumen dengan jumlah lampu sebanyak 40 lampu. Atas dasar untuk memenuhi kebutuhan tingkat penerangan saat kondisi *emergency*, maka jumlah lampu ditambah menjadi 50 lampu. Untuk lantai 3, didapat nilai *flux luminous* sebesar 293478 lumen dengan jumlah lampu sebanyak 14 lampu. Untuk lantai 4, didapat nilai *flux luminous* sebesar 767105 lumen dengan jumlah lampu sebanyak 40 lampu. Untuk memenuhi kebutuhan tingkat penerangan saat kondisi *emergency*, maka jumlah lampu ditambah menjadi 50 lampu.

6. Sistem Pencahayaan

Pada lampu normal, sistem pencahayaan yang digunakan adalah sistem pencahayaan merata. Sedangkan untuk lampu *emergency* menggunakan sistem pencahayaan setempat karena disesuaikan dengan kondisi area kerja.

7. Jumlah Daya Terpasang

a. Kebutuhan Daya

Kebutuhan daya untuk keseluruhan lantai pada *Turbine House* dengan jumlah lampu 164 lampu didapatkan daya sebesar 14,57 KW.

b. Daya Listrik Maksimum untuk Pencahayaan per Meter Persegi

Dengan menggunakan rumus pada persamaan 6, didapat bahwa :

) Lantai 1, 2 dan 4, daya listrik maksimum sebesar 2,658 W/m²

) Lantai 3, daya listrik maksimum sebesar 2,977 W/m²

Daya listrik maksimum untuk pencahayaan tidak melampaui angka maksimum yang telah ditentukan yaitu sebesar 20 W/m².

8. Pembagian Beban pada MCB

Pembagian beban pada MCB terdapat perubahan. Kondisi awal menggunakan MCB 3 Fasa 63 A dan MCB 1 Fasa 21 A. Untuk kondisi saat perancangan ulang sistem pencahayaan, lampu normal dan lampu *emergency* pada lantai 1, 2 dan 4, pembagian beban pada MCB dibagi menjadi 3 kelompok beban, dengan MCB utama 64 A dan MCB masing-masing kelompok beban 16 A. Sedangkan untuk lampu normal dan lampu *emergency* pada lantai 3, pembagian beban pada MCB dibagi menjadi 2 kelompok beban, dengan MCB utama 64 A dan MCB masing-masing kelompok beban 16 A.

9. Penentuan Kabel Listrik

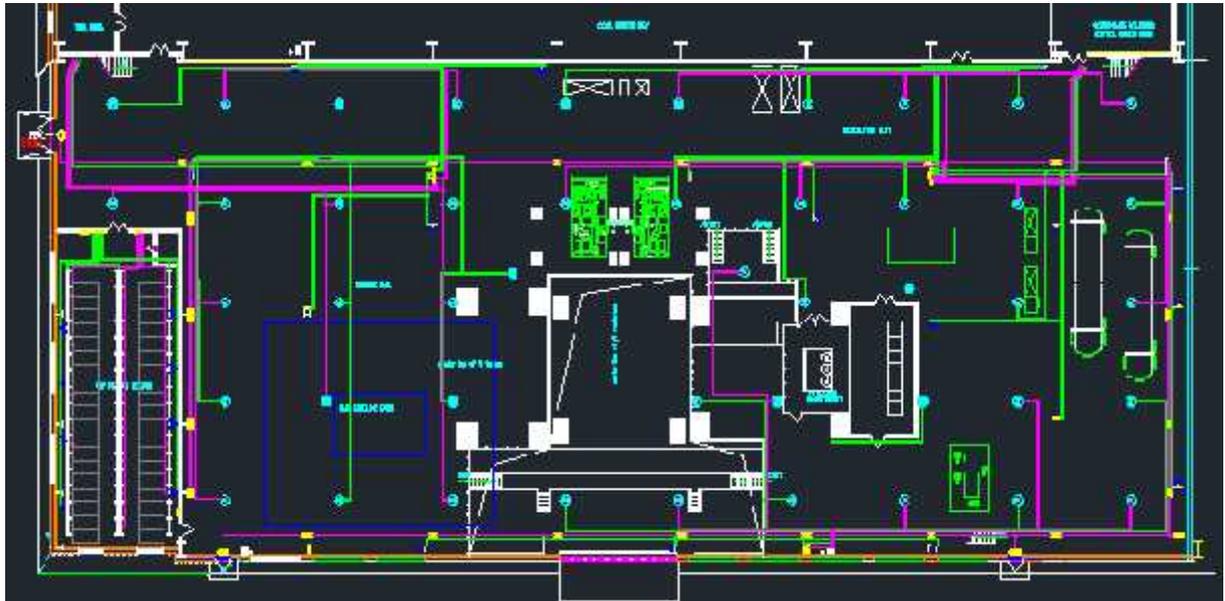
Dengan Kemampuan Hantar Arus sebesar 60 A, maka akan digunakan Kabel NYM 3 × 10 mm². Penggunaan kabel tersebut karena dapat digunakan di lingkungan yang kering, lembab, dan basah. Kabel ini juga biasa digunakan untuk instalasi tetap pada bangunan [5].

10. Optimasi Daya untuk Pencahayaan

Untuk *normal line*, sebelum dilakukan perancangan ulang, daya listrik untuk pencahayaan yang dibutuhkan sebesar 43.5 KW. Sementara untuk *emergency line*, membutuhkan daya listrik 27.23 KW. Setelah dilakukan perancangan ulang, daya listrik yang dibutuhkan untuk pencahayaan sebesar 12.71 KW. Maka optimasi daya yang didapat setelah dilakukan perancangan ulang sistem pencahayaan sebesar 738,567 KWh/hari atau 269,580 MWh/tahun. Sedangkan untuk *emergency line*, optimasi daya yang didapat sebesar 348,552 KWh/hari atau 127,22 MWh/tahun [Persamaan 7].

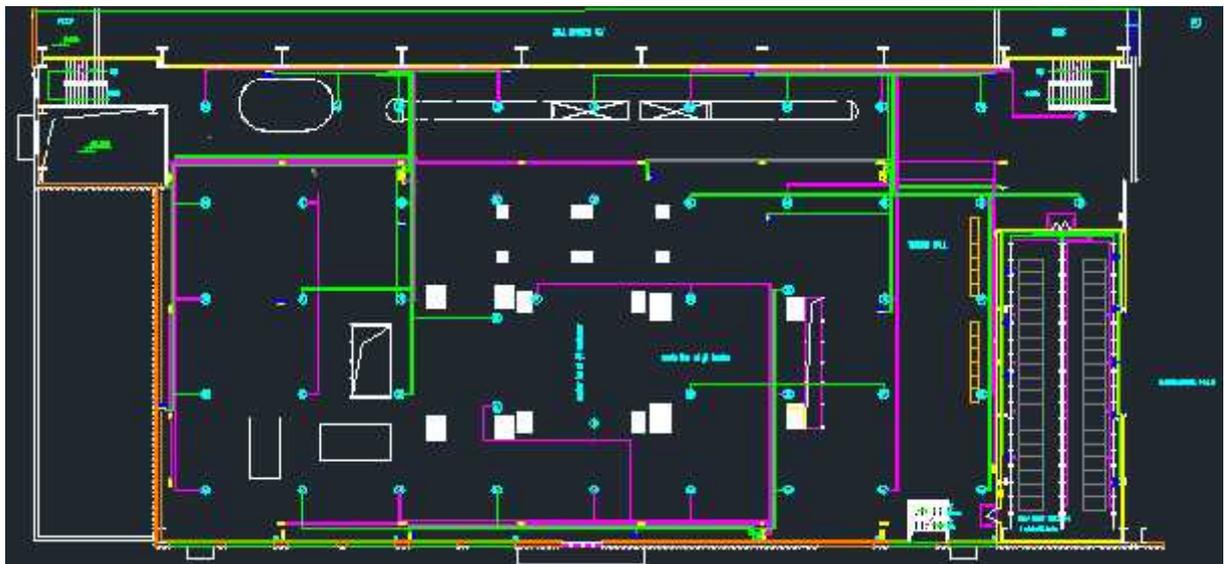
3.3 Perancangan Pencahayaan Di Turbine House yang Sudah Sesuai dengan Standar SNI 03-6197-2000

Lantai 1



Gambar 5. Perancangan Pencahayaan Lantai 2 Turbine House

Lantai 2



Gambar 6. Perancangan Pencahayaan Lantai 2 Turbine House

Lantai 3



Gambar 7. Perancangan Pencahayaan Lantai 3 Turbine House

Lantai 4



Gambar 8. Perancangan Pencahayaan Lantai 4 Turbine House

4. KESIMPULAN

1. Lampu yang sesuai untuk industri dengan jenis pekerjaan kasar adalah lampu Philips Highbay Coreline Gen 3 Tipe BY121P G3 LED205S/840 PSU WB GR. Selain memiliki fluks lumen yang besar sehingga cocok untuk kondisi ruang yang besar, lampu ini juga hanya memiliki daya 155 watt dengan *lifetime* 50000h.
2. Berdasarkan SNI 03-6197-2000, untuk lantai 1,2 dan 4 fluks luminus total yang dibutuhkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang sesuai pada industri jenis pekerjaan kasar dengan luas ruang 2916 m² adalah 810000 lumen. Dengan menggunakan lampu yang direkomendasikan, dibutuhkan 50 lampu termasuk untuk lampu dalam keadaan *emergency*. Sedangkan untuk lantai 3, fluks luminus total yang dibutuhkan untuk mendapatkan tingkat pencahayaan yang sesuai pada industri jenis pekerjaan kasar dengan luas ruang 729 m² adalah 293478 lumen. Dengan menggunakan lampu yang direkomendasikan, dibutuhkan 14 lampu termasuk untuk lampu dalam keadaan *emergency*.
3. Perancangan pencahayaan ini mampu menghemat daya listrik sebesar 738,576 Kwh/hari untuk normal line, sementara untuk *emergency* line mampu menghemat 348,552 Kwh/hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harten, P.Van. 1981. "Instalasi Listrik Arus Kuat". Bandung: Binacipta.
- [2] Badan Standarisasi Nasional 2000. SNI-03-6197-2000: Konservasi Energi pada Sistem Pencahayaan, Jakarta: BSN.
- [3] Badan Standarisasi Nasional 2001. SNI-03-6574-2001: Tata Cara Perancangan Pencahayaan Darurat, Tanda arah dan Sistem Peringatan Bahaya pada Bangunan Gedung, Jakarta: BSN.
- [4] Peraturan Menteri Perburuhan No. 7 Tahun 1964 tentang Syarat Kesehatan, Kebersihan, serta Penerangan dalam Tempat Kerja.
- [5] Badan Standarisasi Nasional 2000. Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000), Jakarta: BSN.
- [6] F. Suryatmo. 1998. "Teknik Listrik Instalasi Penerangan". Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [7] David A. Colling. 1990. "Industrial safety: management and technology", Universitas Michigan: Prentice Hall.

RANCANG BANGUN ARM ROBOT 5 DOF DENGAN REMOVABLE END-EFFECTOR

Azka Aulia Rizqi¹, Sunarto²

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

azka.03@hotmail.com

Abstrak

Arm robot ini menerapkan konsep modern technology dimana tugas manusia dapat di ganti dengan robot dengan tujuan meminimalisir error yang disebabkan oleh manusia. Robot saat ini paling banyak di temukan dalam industri-industri besar dan memiliki fungsi tunggal dan spesifik terhadap suatu pekerjaan. Dalam perancangan ini akan di analisa penggunaan robot dalam industri perumahan. Rancang bangun arm robot dirancang memiliki 5 dof (degree of freedom atau sudut kebebasan) yang multifungsional dan menggunakan bantuan mikrokontroler ATmega16 sehingga memudahkan komunikasi antara perangkat keras arm robot dengan perangkat lunak yang digunakan untuk mengontrol gerakan robot. Digunakan 5 unit motor servo sebagai sendi-lengan aktuator untuk pergerakan robot. Arm robot yang dirancang memiliki fungsi antara lain; memindahkan dan memegang suatu benda yang dapat diterapkan di suatu pekerjaan atau menjadi bahan pelajaran. Arm robot ini didesain menggunakan software SolidWorks dan dibuat proses manufakturnya dengan metode design for manufacturing dan design for assembly agar pembuatan arm robot ini efektif dan end-effector pada robot juga didesain removable agar dapat dilakukan lepas-pasang pada berbagai jenis bentuk gripper. Pergerakan arm robot ditentukan sesuai dengan kebutuhan, lingkungan dan situasi suatu pekerjaan yang dipilih lalu di analisis untuk menentukan efisiensi dari pergerakan untuk dibuatkan programnya. Rancang bangun ini menghasilkan suatu robot lengan yang memiliki jangkauan vertikal 600 mm, jangkauan horizontal 550 mm dan memiliki program yang dibuat khusus untuk suatu pekerjaan.

Kata Kunci: Perancangan, Robot, Arm Robot, Robot 5DOF, Industri, Manufaktur

Abstract

The Arm Robot is the implementation of the modern technology concept where human-task are replaceable with robot to minimize the errors that are caused by human. Robotics are most found in big industries and have single function with specific task. On this research, the uses of robots will be analyzed on home-industries. The arm robot will be designed to have 5 dof (degree of freedom), multifunctional and with the help of ATmega16 microcontroller to ease up the communication between hardware of robot and the software that is used to control its movements. 5 servomotors are used as the joint actuator for the movements of the robot. The arm robot designed is intended to have a function like moving and holding an object that can be applied in industries or becoming learning material. The arm robot is design using SolidWorks software and the manufacture process will be made by using the design for manufacturing and design for assembly method, which therefore, the making of the robot will be effective and the end-effector on the robot will be designed to be removable so that it can put-on and off to a different kinds of gripper. The movements of the arm robot is based on the needs, the environment and the situation on the task that is chosen and will be analyzed to get the efficiency so that it can be programmed. This design produces a robotic arm that has a vertical range of 600mm, a horizontal range of 550mm and has certain type of program used for a particular task.

Keyword: Design, Robot, Arm Robot, Robot 5DOF, Industry, Manufacture.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ada banyak definisi yang dikemukakan oleh para ahli mengenai robot. Orang awam beranggapan bahwa robot mengandung pengertian suatu alat yang menyerupai manusia, dimana struktur tubuhnya terbuat dari logam. Dari berbagai definisi, robot dapat dinyatakan sebagai sebuah sistem mekanik yang dikendalikan oleh seperangkat sistem komputer menurut sequence program yang ditanam pada komputer tersebut untuk melakukan berbagai tugas sesuai dengan perintah baik secara semi ataupun otomatis penuh [1].

Pada awalnya aplikasi robot hampir tidak dapat dipisahkan dengan industri sehingga muncul istilah industrial robot. Definisi yang populer ketika itu, robot industri adalah suatu robot lengan (*arm robot*) yang diciptakan untuk berbagai keperluan dalam meningkatkan produksi, memiliki bentuk lengan-lengan kaku yang terhubung secara seri dan memiliki sendi yang dapat bergerak berputar (rotasi) atau memanjang/memendek (gerak translasi). Satu sisi lengan yang disebut sebagai pangkal ditanam pada bidang atau meja yang statis (tidak bergerak), sedangkan sisi yang lain yang disebut sebagai ujung (*end effector*) dapat ditambah dengan tool tertentu sesuai dengan tugas robot, seperti gripper [2].

Saat ini penerapan teknologi robot di Indonesia, secara umum di bidang industri, masih sangat terbatas dan disebabkan dua faktor yaitu tenaga ahli yang kurang dan biaya operasional yang mahal. Oleh karena itu, masih diperlukan penelitian atau perancangan robot yang baru.

Suatu produksi yang masih menggunakan pekerja manusia masih dapat dikatakan rentan terhadap kelelahan [3]. Robot pada industri di gunakan untuk meminimalisir error yang dilakukan oleh pekerja manusia. Biasanya error ini dilakukan dalam pekerjaan yang memerlukan konsistensi agar pekerjaan dapat berulang-ulang tanpa membuat kesalahan (*error*) [4]. Karena robot sudah diprogram, salah satu keunggulan yang digunakan adalah sifat repeatability yaitu dapat bekerja berulang-ulang dengan gerakan yang sama sehingga dapat dikatakan konsisten.

Pada saat ini, sudah banyak robot lengan dengan fungsi yang berbeda beda. Namun, masing masing robot lengan hanya memiliki fungsi tunggal dan dibutuhkan penemuan robot yang dapat multifungsi, dengan arti lain dapat melakukan berbagai pekerjaan [5].

Penerapan robot pada perusahaan rumah (*home-industry*) di Indonesia masih cenderung ditemukan sedikit dikarenakan ketidapahaman dan faktor ilmu pada tenaga kerja. Salah satu perusahaan rumah yaitu pembuatan deterjen cair.

CV. Widana Parfum Laundry, berdiri sejak tahun 2013, adalah perusahaan rumah yang bergerak di bidang deterjen cair untuk pencucian baju yang terletak di Depok. Dengan merek penjualan bernama '*Super Chemical ID*', perusahaan perumahan ini adalah supplier deterjen yang memiliki 10 agen yang menjual produk tersebut. Dalam sebulan, perusahaan ini mampu memproduksi sekitar 200 sampai 300 produk girijen deterjen yang di distribusikan ke 10 agen. Namun, perusahaan perumahan ini memiliki permasalahan dengan minimumnya sumberdaya manusia yang dimiliki untuk melakukan produksi deterjen. Salah satu proses produksi yang memiliki efisiensi kecil dan mempunyai banyak kesalahan manusia (*human-error*) adalah proses pouring. Proses pouring adalah proses dimana komposisi bahan kimia deterjen dicampur sesuai dengan volume dan beratnya di satu wadah lalu di campur dengan menggunakan mesin mixer. Saat ini perusahaan masih menggunakan tenaga manusia untuk menuangkan dan mengukur dengan gelas ukur sehingga dibutuhkan waktu yang lama untuk mencapai ketepatan ukur. Hal ini disebabkan oleh *fatigue* yang dimiliki manusia yang mengakibatkan ketidak-konsisten pada pergerakan penuangan [6]. Karena ketidak konsistenan itu, dilakukan penuangan yang berulang-ulang sampai mendapatkan ketepatan ukur yang diinginkan.

Dalam penulisan makalah ini, robot lengan 5dof yang dirancang bangun akan melakukan proses penuangan dengan ketepatan ukur yang konsisten sehingga proses *pouring* yang dilakukan memiliki *error* yang rendah.

1.2 Tujuan

Beberapa tujuan dari penelitian ini adalah:

- Merancang *arm robot 5 dof*
- Membuat sistem kontrol arm robot dengan menggunakan *android*.
- Mengoptimalkan *end effector gripper* dengan membuatnya *removable*.

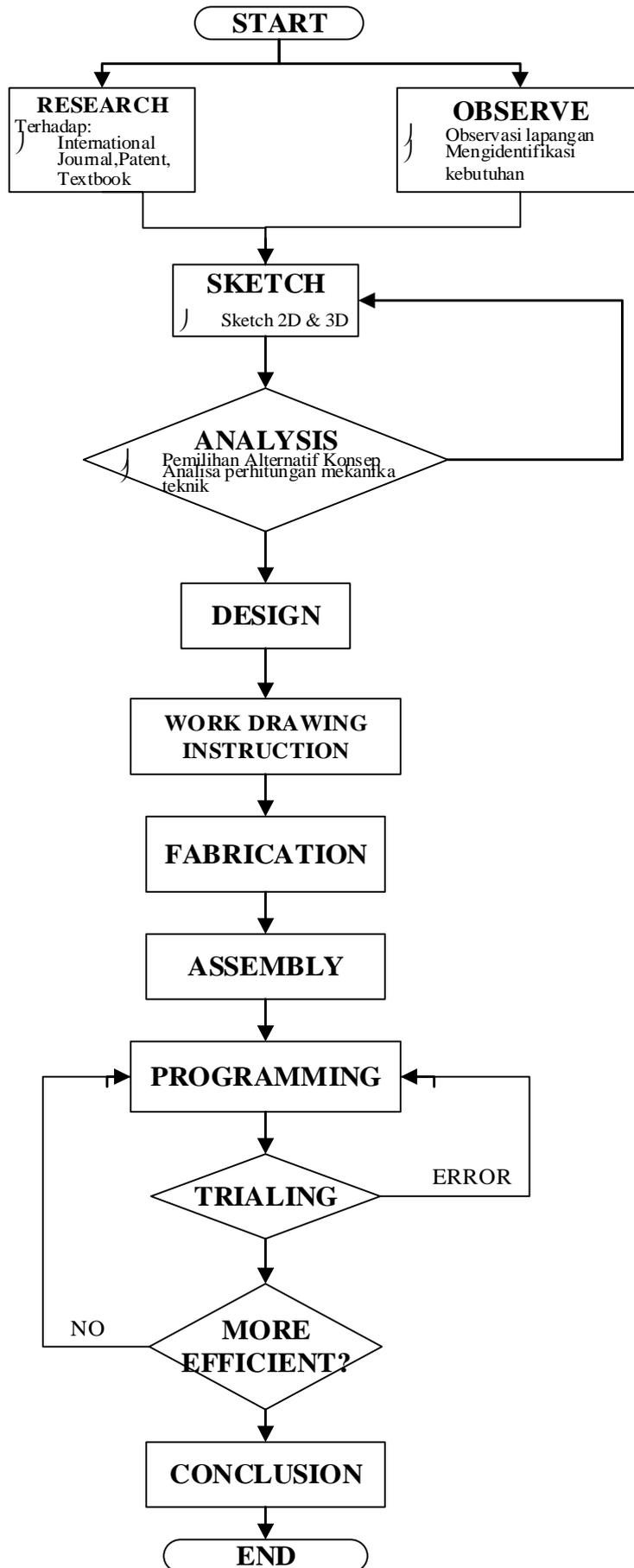
- e) Mengoptimalkan efisiensi pergerakan *arm robot* dan meminimalisir kesalahan atau *error* pada proses menuangkan bahan kimia pada proses pembuatan deterjen cair (*liquid detergent*).

1.3 Batasan Permasalahan

Beberapa batasan masalah adalah:

- a) Menggunakan AtMega-16 sebagai *microcontroller arm robot*.
- b) Menggunakan SoftwareCodeVision AVR untuk program *arm robot*.
- c) *Joint* atau sendi pada *arm robot* dan *gripper* menggunakan motor servo.
- d) Menggunakan *software SolidWorks* untuk mendesain robot.

2. METODE PERANCANGAN

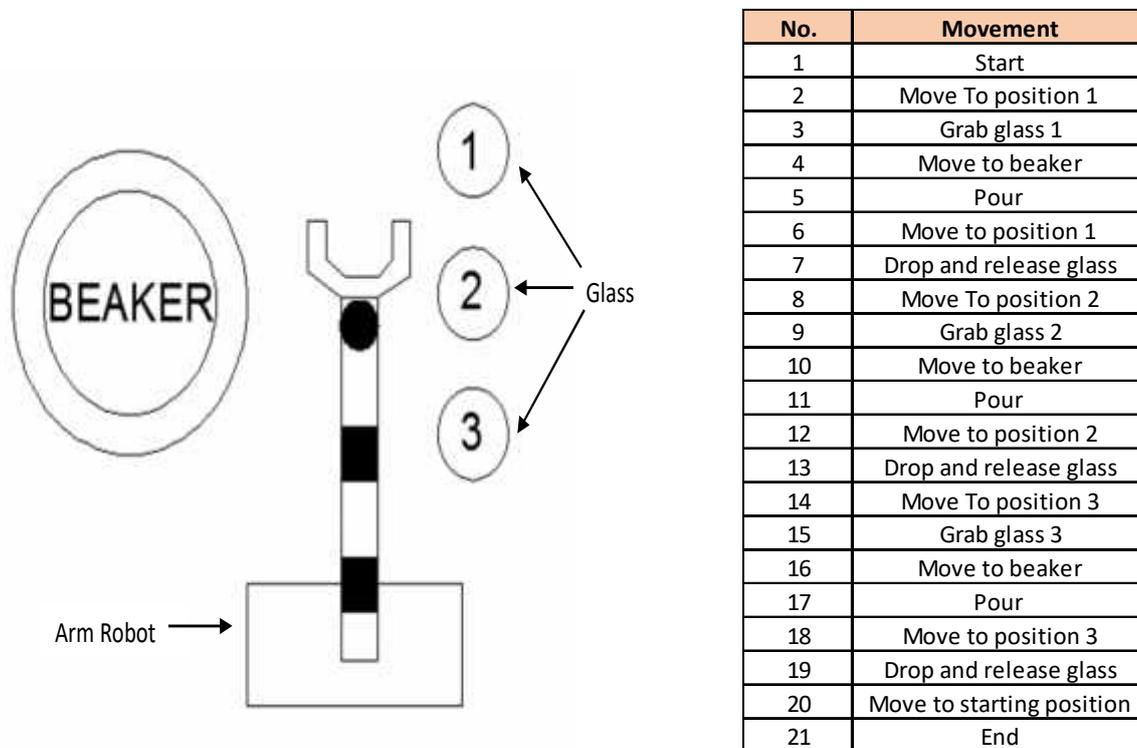


Gambar 2.1 Diagram Alir Perancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pergerakan Lengan Robot

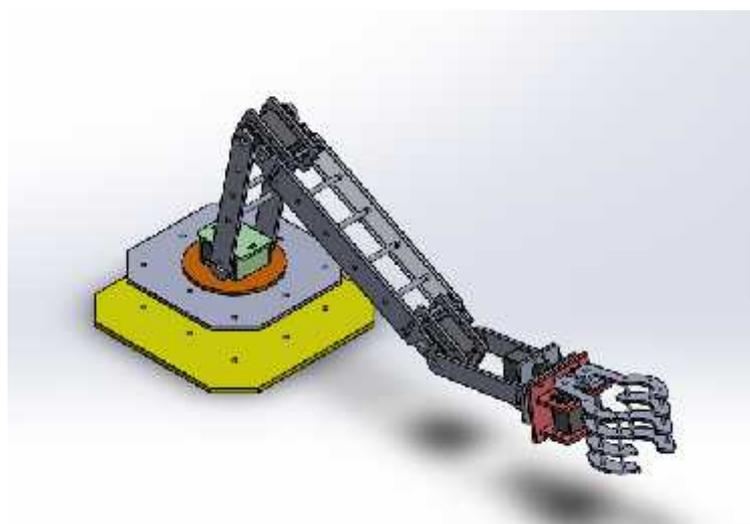
Berikut adalah algoritma pergerakan yang di program di mikrokontroler robot lengan. Robot lengan di posisikan di antara gelas *beaker*, gelas tempat semua bahan kimia dari deterjen dicampur, dengan 3 gelas yang memiliki 3 jenis bahan kimia.



Gambar 3.1. Algoritma Pergerakan Arm Robot

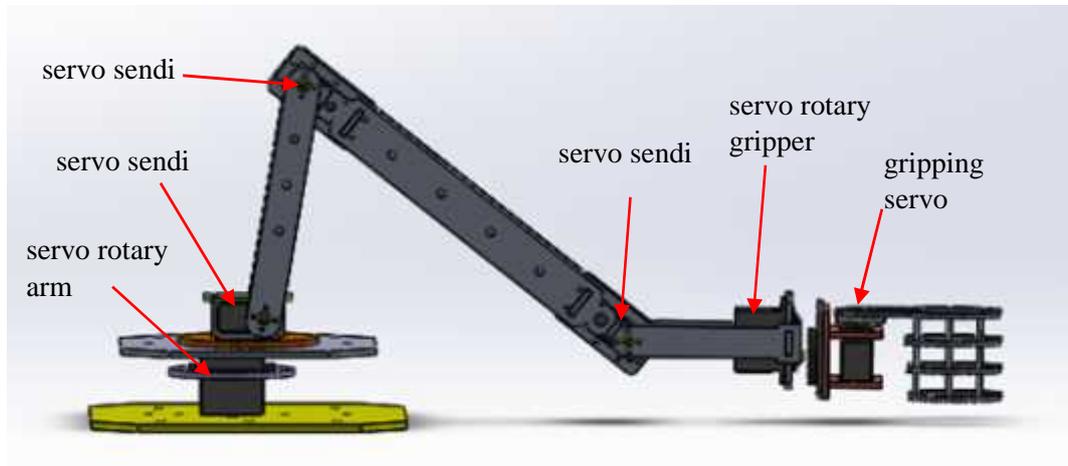
3.2 Desain Arm Robot

Berikut adalah desain akhir robot lengan dengan tampak isometric.



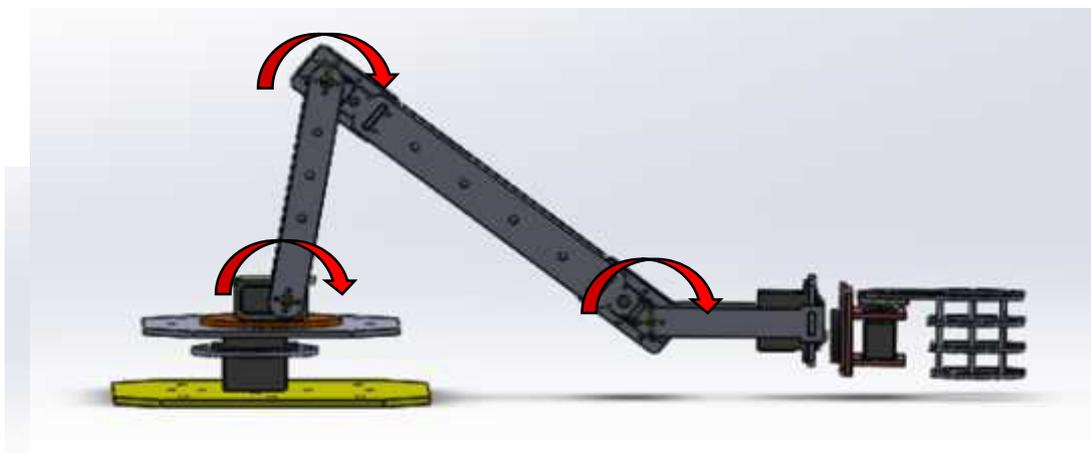
Gambar 3.2 Tampak Isometrik Arm Robot 5 Dof

Berikut adalah desain akhir robot lengan dengan tampak samping. Pada gambar berikut, terlihat posisi-posisi motor servo pada robot lengan.

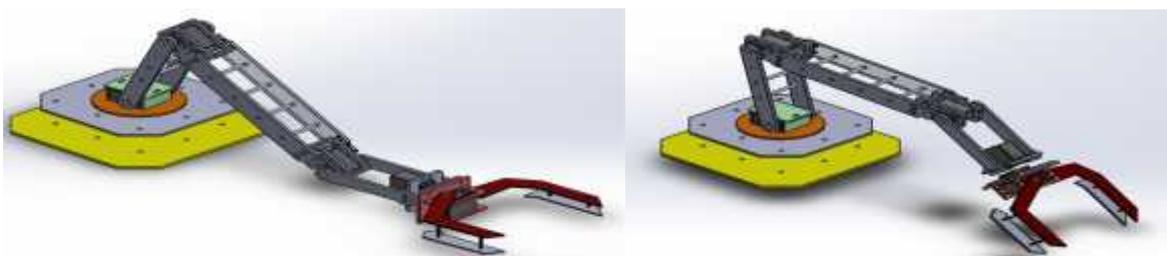


Gambar 3.3 Posisi Servo Pada Arm Robot

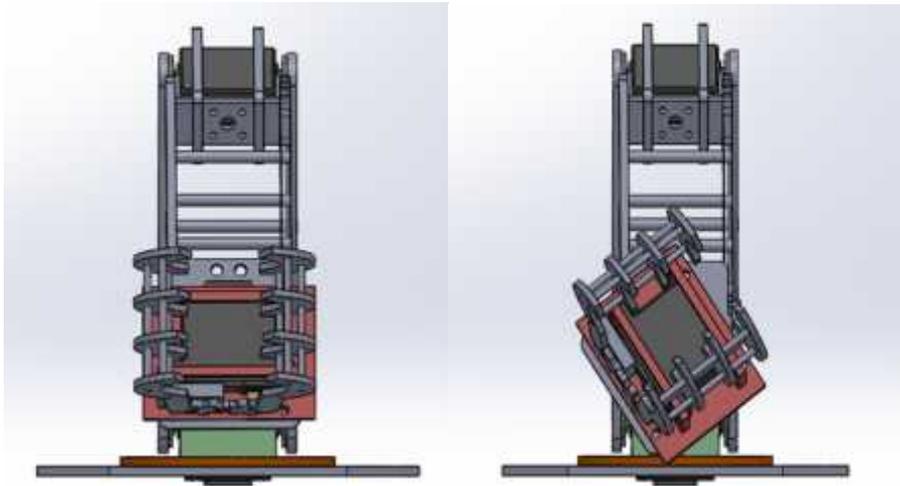
Pada gambar berikut, terlihat posisi-posisi motor servo pada robot lengan dengan arah pergerakannya.



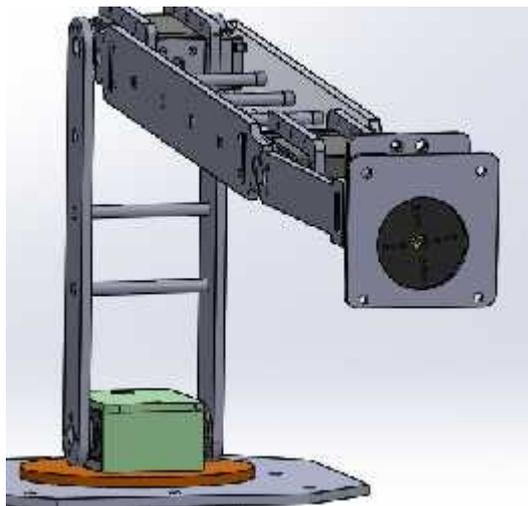
Gambar 3.4 Panjang Maksimum Arm Robot



Gambar 3.5 Pergerakan Gripper Pada Arm Robot



Gambar 3.6 Arm Robot Dengan Gripper yang Berbeda



Gambar 3.7 Arm Robot Tanpa Gripper

3.3 Arm Robot Yang Telah Di Bangun

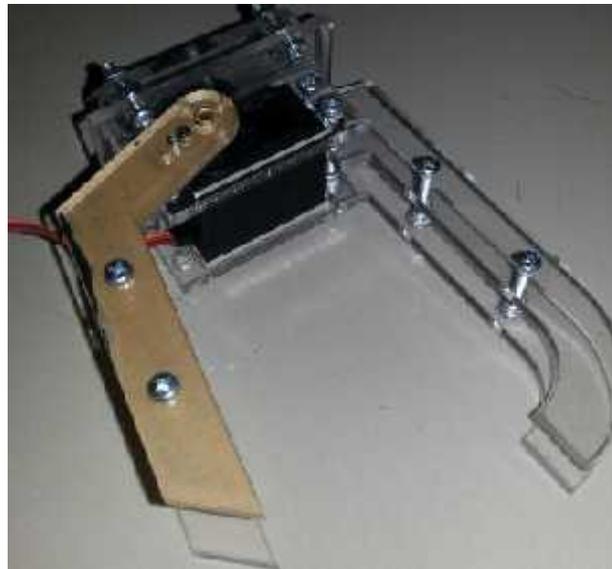
Berikut adalah gambar robot lengan (*arm robot*) yang telah dibangun.



Gambar 3.8 Hasil Rancang Bangun Arm Robot Tanpa Gripper



Gambar 3.9 Hasil Rancang Bangun Arm Robot Dengan Gripper



Gambar 4.0 Hasil Rancang Bangun Gripper Arm Robot

3.4 Spesifikasi Arm Robot

Arm Robot Memiliki Spesifikasi sebagai berikut:

No. Of DOF	5
Vertical Reach	550 mm
Horizontal Reach	600 mm
Material	Acrylic 4mm Thickness
Torque	10kgf-cm
OperatingSpeed	0.17sec / 60 degrees
Microcontroller	At-Mega 16
Power Supply	12V 5A

Tabel 3.1. Spesifikasi Arm Robot

4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan sbb.:

1. *Arm robot* memiliki motor servo berjumlah 5, sehingga sudut kebebasan (*Degree Of Freedom*) berjumlah 5.
2. *Arm Robot* memiliki *end-effector (gripper)* yang dapat dilepas-pasang.
3. *Arm robot* dapat di control pada perangkat lunak berbasis sistem OS (*Operating System*) Android.
4. Jangkauan vertical maksimum yang dapat dicapai *arm robot* 550 mm.
5. *Arm robot* dapat melakukan proses penuangan bahan kimia *surfactant* dalam proses *pouring* dengan konsisten dan pergerakan lengan yang konsisten.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan *full paper* seminar nasional ini mungkin tidak akan terselesaikan tanpa ada bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Sunarto, ST., MT., sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Mochamad Sholeh, S.T., M.T., sebagai Ketua Program Studi Teknik Manufaktur.
3. Bapak Kadek Bagus Widana Putra ST., MT. sebagai pemilik usaha CV. Widana Parfum Laundry.
4. Saudara Ihsan Ghifari A.Md yang telah membantu dalam pembuatan algoritma program.
5. Teman-teman S1 Terapan Teknik Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta 2013 yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan *full paper* seminar nasional ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Ats, A. Herisaputra, F. Y. Limpraptono, and I. K. Somawirata, "Perancangan Dan Pembuatan Robot Beroda Dan Berlengan Yang Dilengkapi Dengan Kamera Video Berbasis," vol. 2, no. 1, pp. 3–6, 2011.
- [2] S. Makris *et al.*, "CIRP Annals - Manufacturing Technology Dual arm robot in cooperation with humans for fl exible assembly," *CIRP Ann. - Manuf. Technol.*, 2017.
- [3] R. Basu and S. Padage, "Development of 5 DOF Robot Arm -Gripper for sorting and investigating RTM Concepts," *Mater. Today Proc.*, vol. 4, no. 2, pp. 1634–1643, 2017.
- [4] T. Elektro and F. T. Industri, "PERANCANGAN ROBOT PENGECAT."
- [5] C. Castejón, G. Carbone, J. C. G. Prad, and M. Ceccarelli, "A multi-objective optimization of a robotic arm for service tasks," *Stroj. Vestnik/Journal Mech. Eng.*, vol. 56, no. 5, pp. 316–329, 2010.
- [6] D. W. Nugraha, "Perancangan Sistem Kontrol Robot Lengan," *Mektek*, no. 3, pp. 180–188, 2010.

RANCANG BANGUN SIMULATOR SCADA UNTUK PENGOPERASIAN BOILER BERBAHAN BAKAR GAS DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO dan LabVIEW

Irene Mellina Panggabean¹, Jonathan Pascal², Songki Prasetya³

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
irenemellinapanggabean26@gmail.com

Abstrak

Boiler adalah salah satu komponen penting penghasil uap yang akan digunakan sebagai penggerak utama turbin dalam unit pembangkitan listrik bertenaga uap (PLTU). Kualitas dan kuantitas uap akan ditentukan dari sistem pembakaran dengan memperhatikan laju massa bahan bakar, laju massa udara dan jumlah air yang masuk ke dalam boiler (level air). Permasalahan yang diangkat adalah bagaimana mengendalikan variabel untuk menghasilkan kualitas dan kuantitas uap yang sesuai dengan spesifikasi turbin yang dapat dijadikan bahan ajar untuk mata kuliah pengoperasian. Karenanya penelitian ini membahas mengenai rancang bangun simulator boiler dengan data desain serta data operasional aktual. Pada simulator ini dirancang sistem boiler yang dapat secara langsung di kontrol dan dioperasikan melalui sistem SCADA (Supervisory Control And Acquisition Data) mini dengan menggunakan Arduino sebagai mikrokontroler dan LabVIEW sebagai HMI (Human Machine Interface) seperti sistem yang terdapat pada PLTU

Melalui simulator ini didapatkan data kualitas dan kuantitas uap terhadap perubahan variabel laju massa bahan bakar, level air dan laju massa udara serta pengendalian sistem yang terpantau secara real time. Dengan demikian hasil yang diharapkan selain dapat menjadi media praktik sistem operasi dan kontrol juga dapat memberikan pengalaman kepada mahasiswa dalam pengoperasian pembangkit terutama pada sistem boiler secara nyata di lapangan.

Kata Kunci : Simulator, Boiler, Arduino, LabVIEW, HMI.

Abstract

Boilers are one of the important components of steam producers to be used as main drivers of turbines in steam powered power stations (PLTU). The quality and quantity of steam will be determined from the combustion system with respect to the fuel mass rate, the air mass rate and the amount of water entering the boiler (water level). The problem raised is how to control the variables to produce steam quality and quantity in accordance with turbine specifications that can be used as teaching materials for the course of operation. Therefore this research discusses the design of boiler simulator with design data and actual operational data. In this simulator is designed boiler system that can be directly controlled and operated through mini SCADA (Supervisory Control And Acquisition Data) system by using Arduino as microcontroller and LabVIEW as HMI (Human Machine Interface) like system contained in PLTU

Through this simulator data obtained the quality and quantity of steam to change the variable rate of fuel mass, water level and air mass rate and control the system monitored in real time. Thus the expected results besides can be a media practice of the operating system and control can also provide experience to the students in the operation of the plant, especially on the real boiler system in the field.

Keywords : Simulator, Boiler, Arduino, LabVIEW, HMI.

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2014, total kapasitas pembangkit nasional non BBM adalah sebesar 52 GW. Dilihat dari konsumsi bahan bakar, pembangkit berbahan bakar batubara dan gas mempunyai nilai yang paling tinggi, yaitu masing-masing sebesar 50% (26 GW) dan 23% (12 GW) [1]. Pemakaian batubara dalam proses pembangkitan listrik merupakan yang tertinggi. Hal dilakukan karena pembangkit dengan bahan bakar batubara akan memenuhi beban dasar, sedangkan pembangkitan berbahan bakar gas digunakan sebagai pembangkit beban menengah dan beban puncak.

Boiler merupakan peralatan konversi energi tingkat satu yang bertindak sebagai komponen penghasil uap utama [2], untuk proses pembangkitan listrik tenaga uap dengan bahan bakar gas alam. Konversi dimulai dengan proses pembakaran di ruang bakar yang mengkonversikan bahan bakar menjadi energi panas. Kemudian, *boiler feed pump* akan memberikan air umpan untuk masuk ke dalam boiler. Melalui perpindahan panas, energi diteruskan kepada pipa dalam boiler lalu dialirkan menuju fluida kerja sehingga fluida kerja berubah fase menjadi uap. Dan dengan temperatur dan tekanan yang mencukupi spesifikasi turbin, uap masuk dan berekspansi ke dalam turbin.

Jumlah energi (*enthalpy*) uap yang dihasilkan oleh *boiler* dikonversikan kembali oleh turbin menjadi energi mekanis pada generator, dan akhirnya generator akan menghasilkan energi listrik. Hal ini membuktikan bahwa, energi (*enthalpy*) uap akan berbanding lurus dengan daya turbin yang akan dihasilkan [3]. Kualitas dan kuantitas uap akan ditentukan dari sistem pembakaran dengan memperhatikan jumlah air yang masuk ke dalam *boiler*, jumlah bahan bakar dan udara dalam sistem pembakaran [4]. *Boiler* dikontrol dan dioperasikan melalui HMI (*Human Machine Interface*) dengan sistem SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*).

SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) sebuah sistem yang memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data dari *plant* dan memberikan instruksi pada aktuator di *plant* tersebut [5]. Dalam hal ini, seorang operator dapat mendistribusikan perintah dan data kepada setiap aktuator di *plant* juga dapat melihat perubahan kondisi secara *real time* tanpa harus terjun langsung ke lapangan. Penelitian akan ini membahas mengenai rancang bangun simulator *boiler* untuk dapat digunakan sebagai media pembelajaran operasi pembangkitan listrik bertenaga uap. Simulator ini dirancang sistem *boiler* yang dapat secara langsung di kontrol dan dioperasikan melalui sistem SCADA.

II. METODOLOGI

Untuk itu, dalam melakukan penelitian ini dilakukan beberapa metode, yaitu:

1. Perancangan perangkat keras

Perangkat keras yang dibuat untuk memenuhi SCADA sistem dengan kondisi *real time*, dibagi menjadi dua tahap :

Tahap 1, Pemilihan karakter *Prototype boiler*, dan perhitungan energi, kapasitas, pressure dan temperatur.

Karakter boiler pada PLTU Gas Sub-Critical : Sirkulasi secara natural, bahan bakar gas alam, vertikal boiler water tube

Energi yang dibutuhkan untuk membuat air mendidih (*boiling*):

$$Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T \quad [6]$$

$$q = \frac{Q}{20 \text{ min} \times 60 \frac{s}{\text{min}}} \quad [6]$$

Dimana, Q = Total energi yang dibutuhkan untuk air mendidih (kJ).

m = Total massa air (Kg).

Cp = Kapasitas panas (kJ.Kg/C).

T = Perubahan suhu dari 25 ke 100 (°C).

q = Total energi yang dibutuhkan per detik (Kg/s).

Energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan uap :

$$\dot{Q} = m (h_2 - h_1) \quad [7]$$

Massa uap yang dihasilkan per detik :

$$\dot{m} = \frac{q}{\Delta h} \quad [7]$$

Dimana, h = entalpi (kJ/Kg).

h = perbedaan entalpi (kJ/Kg).

\dot{m} = massa uap per detik (Kg/s).

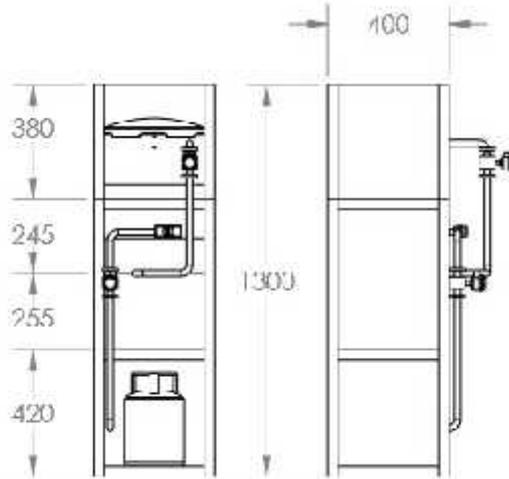
\dot{Q} = perpindahan panas (kJ/s).

Tahap 2, menurut Persyaratan Ketel Uap Mini (SNI 05-6702- 2002) [8] untuk konstruksi ketel uap mini dan kelengkapannya. Klasifikasi yang dipakai pada ketel uap mini ini tidak boleh melebihi batasan berikut :

-) Diameter dalam badan 406 mm (16 inci).
-) Permukaan kena panas 1,9 m² (20 ft²) tidak berlaku untuk ketel uap listrik.

) Volume kotor $0,14 \text{ m}^3$ (5 ft^3) tidak termasuk selubung (casing) dan insulasi.
Parameter SNI dalam rancang bangun ketel uap mini yang penulis gunakan antara lain :

- a. **Rancangan (Desain)**, penulis merancang sistem boiler secara vertikal. Agar prototype boiler ini dapat digunakan secara mobile. Air umpan dan bahan bakar diletakkan dibawah tungku pembakaran.



Gambar 2.1 Desain *prototype boiler*

- b. **Pengisian air umpan**, untuk mengisi air umpan ke dalam *prototype boiler*, digunakan wadah dengan dimensi $20 \times 25 \times 28 \text{ cm}$ untuk menampung air. Kemudian digunakan pompa sentrifugal dengan tipe impeller semi tertutup, dengan kemampuan mengalirkan 1600 l/jam air, daya $220\text{VAC}/50 \text{ Hz}$ ke dalam *steam pressure cooker*.
- c. **Penduga (Alat ukur)**
 1. Termokopel Tipe K
Jika dua buah logam digabungkan menjadi satu, maka akan menimbulkan beda potensial yang besarnya bergantung pada temperatur yang akan diukur. Beda potensial inilah yang menyebabkan resistansi logam makin rendah.
 2. Turbin Meter
Turbine meter terdiri dari banyak bilah, rotor bekerja akibat aliran fluida. Kecepatan sudutnya berbanding lurus dengan laju aliran. Laju ini dapat ditentukan dengan menginduksikan magnet dengan satu bilah turbin, sehingga nantinya akan terjadi g.g.l induksi. Tegangan-tegangan ini yang nantinya akan dihitung sehingga laju aliran dapat terbaca dengan akurasi $0,1\%$ [9].
 3. Level fluida
Untuk mengukur ketinggian fluida dalam bejana penulis menggunakan metode konduktivitas listrik. Melalui metode ini, empat buah konduktor masing masing dipasang dengan ketinggian yang berbeda. Apabila fluida belum mencapai salah satu konduktor tersebut, maka konduktor akan bernilai besar karena lintasan listrik keduanya adalah udara. Namun, jika cairan mencapai salah satu konduktor tersebut, maka konduktivitasnya akan turun hal ini memungkinkan karena air merupakan penghantar listrik yang buruk [9].
- d. **Katup Pengaman**, penulis menggunakan dua jenis katup pengaman untuk dua kondisi yang berbeda: Check Valve dan PSV (*Pressure Safety Valve*).
- e. **Piranti Otomatis (Sistem Kontrol)**, Sistem SCADA penelitian ini menggunakan Arduino Uno sebagai MTU (Master Terminal Unit) sebagai pusat kontrol dan LabVIEW sebagai HMI. Dengan menggunakan SCADA, penulis mengatur Kapasitas pompa, dengan menggunakan kontrol kecepatan konstan dengan throttle valve. Pompa diatur untuk tetap konstan, semetara untuk mengatur kapasitas *feed water* yang masuk

digunakan *throttle valve* [4]. Kemudian *throttle valve* akan diaplikasikan sebagai *blowdown* sistem.

- ↳ Kapasitas maksimal pompa AC 220 Volt/50 Hz = 1600 l/h.
- ↳ Diameter pipa yang digunakan = 1/2 inch.
- ↳ Volume bejana total = 0,1069 m³.

Diasumsikan,

- ↳ kapasitas maksimum boiler = 5 l = 0,005 m³ maka, level maksimal = 9 cm.

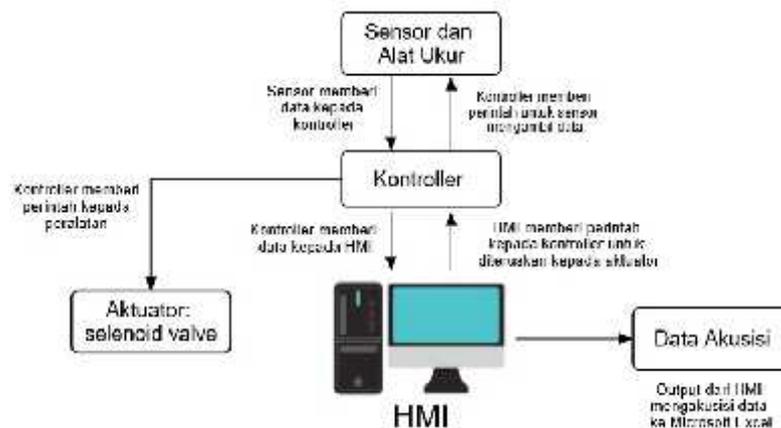
Set point dibuat untuk menjaga level tetap konstan di 6 cm dengan *blowdown valve* membuka 50%. Jika level lebih dari 9 cm maka, valve akan membuka 100%, jika level kurang dari 3 cm maka valve akan membuka 0%. Sehingga diharapkan :

$D = 0,27 \text{ m}$; $A = 0,84 \text{ m}^2$; $V = 1600 \text{ l/h} = 0,445 \text{ l/s}$.

Level (cm)	Persentase Valve Membuka (%)	Kapasitas masuk ke boiler (l/s)
9	100	0
8,5	75	0,0934
6	50	0,186
4,5	25	0,280
3	0	0,373

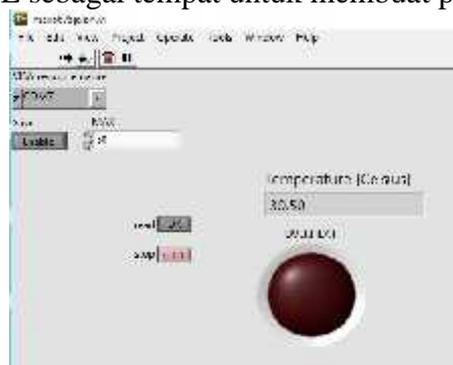
2. Perancangan perangkat lunak

Berikut ini adalah diagram alir perencanaan sistem perangkat lunak :



Gambar 2.2 Diagram alir perencanaan perangkat lunak.

LabVIEW mampu digunakan sebagai HMI, karena LabVIEW memiliki fungsi yang mampu berkomunikasi dengan beberapa jenis controller, diantaranya Arduino. Dengan menggunakan program grafis virtual (VIs ; Virtual Instruments) dan flow-chart (diagram blok), pengguna dapat berinteraksi dengan program di display utama dengan banyak fungsi dan kontrol utama [10]. Sementara Arduino menggunakan bahasa C sebagai bahasa perintah, untuk itu kita perlu memiliki software Arduino IDE sebagai tempat untuk membuat program [11].



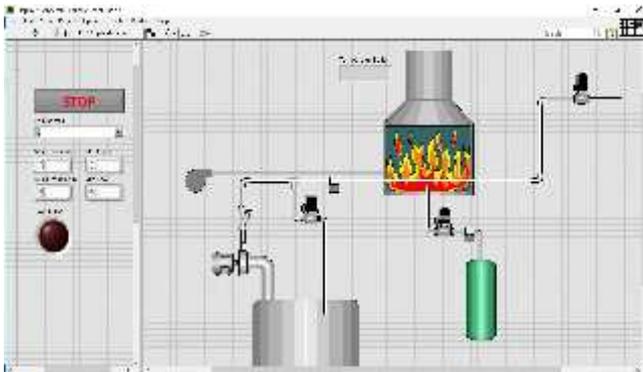
Gambar 2.3 Display LabVIEW

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

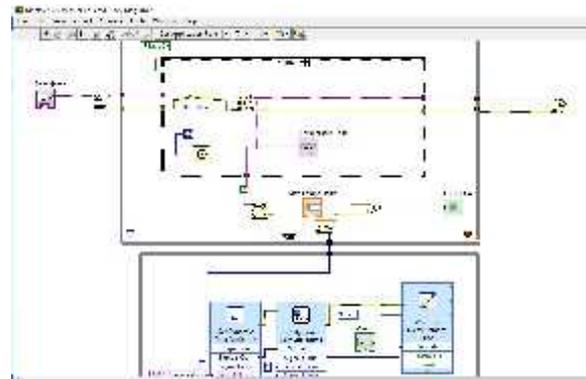
1. Hasil

Level (cm)	Persentase Valve Membuka (%)	Kondisi
9	100	HIGH ALARM, Full Open
8,5	75	75%
6	50	50%
4,5	25	25%
3	0	LOW ALARM, Full Closed

2. Tampilan Utama SCADA Pengoperasian Boiler dengan Menggunakan LabVIEW



Gambar 3.1 LabVIEW display SCADA boiler



Gambar 3.2 Diagram blok dengan VI

Display akan di bentuk menyerupai sistem SCADA di pembangkit. Penulis menyusun rangkaian VIs dengan basic virtual DSC (Datalogging Supervisory Control) yang sudah tersedia dalam fullpack LabVIEW 2014 berikut dengan setiap item virtual komponen. Nilai maksimal dan minimal temperatur serta level dapat diatur secara manual begitu juga dengan sistem buka tutup pada valve blowdown sistem dari boiler. Disertai dengan tombol emergency stop untuk memberhentikan semua kegiatan sistem. Beberapa item seperti nilai maksimal dan minimal, nilai buka-tutup selenoid valve dibuat dengan sistem analog yang dapat diatur sehingga nantiya mendapatkan komposisi yang pas antara bahan bakar dengan kecepatan aliran air yang masuk ke dalam boiler.

2. Data Akuisisi

	A	B	C
1	time	MAX Temperature [C]	Temperature [C]
2	22/06/2017 22:31:36,638	50	49
3	22/06/2017 22:31:40,500	50	48
4	22/06/2017 22:31:43,851	50	49
5	22/06/2017 22:31:48,672	50	49
6	22/06/2017 22:31:48,511	50	48
7	22/06/2017 22:31:48,657	50	48
8	22/06/2017 22:31:48,594	50	49
9	22/06/2017 22:31:50,208	50	48
10	22/06/2017 22:31:57,956	50	49
11	22/06/2017 22:31:52,412	50	49
12	22/06/2017 22:31:54,100	50	48

Gambar 3.2 Data Akuisisi dengan menggunakan Microsoft Excel



Gambar 3.3 Write to Measure File

Data akuisisi dibuat dengan menggunakan fungsi Write to Measure File pada VI Control Palette – File I/O – Write to Measurement yang sudah tersedia pada Full Pack LabVIEW 2014. Fungsi ini pada umumnya terhubung langsung dengan Microsoft Office Excel namun

pada kondisi ini, agar file dapat dibuka di berbagai perangkat maka di setting dengan format umum Ms Office Excel yaitu .xls.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini didapat kesimpulan sementara yang akan dikembangkan selanjutnya yang terdiri beberapa item sebagai parameter membuat simulator SCADA untuk pengoperasian boiler dengan Arduino dan LabVIEW:

1. Ukuran prototype boiler :
 -) Bentuk Kontruksi Ketel Uap = Vertikal
 -) Radius rencana = 15 cm
 -) Diameter badan ketel = 30 cm
 -) Luas permukaan kena panas std SNI ($<1.9 \text{ m}^2$) = 0,84 m².
2. Sistem SCADA dapat berjalan dengan baik dan dapat diaplikasikan sebagai sarana belajar sistem operasi pembangkit.
3. Program LabVIEW 2014 mampu digunakan sebagai HMI untuk proses interface dengan proses yang ada di plant.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Sugiyono, A., et al., *Indonesia Energy Outlook 2016*. 2016, BPPT: Jakarta.
2. teir, S., *Basic of Steam Generation*. 2002, Helsinki University of Technology Departement of Mechanical Engineering: Finlandia.
3. Marsudi, D., *Pembangkitan Energi Listrik Edisi Kedua*. 2011, Jakarta: Erlangga.
4. Veatch, B.A., *Powerplant Engineering*. 1 ed. 1966, New York, USA: Springer Science+Business Media, Inc.
5. Boyer, S.A., *SCADA ; Supervisory Controls And Data Aquistion*. 2004, ISA - The Instrumentations, System And Automation society.
6. Andrianto, M., Fahriansyah, and U. Hanifah, *A preliminary analysis on development design of mini boiler for tofu industry*. IMEEEC-2016, 2016.
7. Roger Kinsky M.Eng.Sc., B.E., B.sc., Dip.Ed., *Heat Engineering*. Third ed. 1989, Australia: McGraw-Hill Book Company Australia Pty Limited.
8. Hakim, L. and P. Subekti, *Rancang Bangun Ketel Uap Mini Dengan Pendekatan Standar Sni Berbahanbakar Cangkang Sawit Untuk Kebutuhan Pabrik Tahu Kapasitas 200 Kg Kedelai/Hari* JURNAL APTEK 7.
9. Bolton, W., *Sistem Intrumentasi dan Sistem Kontrol*. 2004, Jakarta: Erlangga.
10. Bishop, R.H., *Learning With LabVIEW 8*. 2007, London: Pearson Prentice Hall.
11. Artanto, D., *Interaksi Arduino dan LabVIEW*. 2012, Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

RANCANG BANGUN ALAT UJI LAJU KEAUSAN WHEEL PADA HOIST CRANE DENGAN BEBAN MAKSIMUM 20 TON DI PT. GENTA BUANA TRIPADU

Nurdiansyah¹, Laras Ayu Angraeni¹, Yuda Bagaskara¹, Seto Tjahyono²

1. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, nurdiansyah032@gmail.com
2. Dosen Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Laju keausan adalah salah satu faktor penting dalam menentukan lifetime dari sebuah wheel pada hoist crane. PT Genta Buana Tripadu selaku produsen hoist crane, membutuhkan alat uji laju keausan wheel yang mampu menghasilkan data uji yang valid. PT Genta Buana Tripadu telah memiliki alat uji laju keausan yang mempunyai beberapa kekurangan sehingga data yang dihasilkan tidak dapat divalidasi. Kekurangan yang ada pada alat saat ini diantaranya: pembebanan pada wheel tidak stabil, vibrasi pada pulley terlalu besar, terjadi bengkok pada lintasan roda, dan terjadi kerusakan bearing selama uji coba. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan redesign dengan perbaikan pada rancangan trolley, spesifikasi dan pengaturan kelurusan pada rel, serta pemilihan bearing sesuai dengan beban kerja. Sehingga dapat dihasilkan alat uji yang memiliki kehandalan dan dapat memberi pembebanan yang stabil selama waktu pengujian berlangsung. Alat uji yang dirancang mengacu pada standar F.E.M 1.001 dan DIN 15070 dengan konsep rancangan sebagai berikut. Wheel akan dipasang pada trolley, dimana terdapat 4 wheel pada rel atas dan jumlah yang sama pada rel bawah untuk menjaga keseimbangan pergerakan horizontal trolley. Trolley akan diberikan beban sebesar 20 ton dari hidrolik dan pembebanan tersebut akan terbagi ke setiap roda sebesar 5 ton. Pergerakan horizontal Trolley didukung oleh tarikan wire rope yang digerakan oleh drum yang berputar. Putaran bergerak searah dan berlawanan arah jarum jam mengikuti putaran dari motor. Pergerakan vertikal trolley yang terjadi akibat adanya keausan pada wheel dimungkinkan dengan dihilangkannya penguncian pada pelat yang menunjang pembebanan. Dengan kestabilan pergerakan dan pembebanan yang dihasilkan oleh alat uji tersebut, dapat dihasilkan data hasil uji laju keausan yang valid.

Kata Kunci: Lifetime, Hoist Crane, Keausan, F.E.M 1.001, DIN 15070

Abstract

Wear rate is one of important factor to determine lifetime of a wheel of hoist crane. PT Genta Buana Tripadu as the manufacturer of hoist crane, need the wear rate testing apparatus of wheel that can generate a valid result. PT Genta Buana Tripadu is already have wear rate testing apparatus that can not generate a valid result because of several shortages. Those shortages are such as: unstable loading, extreme vibration at the pulley, bending rail, and wrecked of the bearing during testing. Based on the problems above, the testing apparatus need to be redesigned by improve its trolley design, rail specification and alignment, along with the proper selection of the type of bearing used. So a reliable wear rate testing apparatus that can give stable loading during the testing time can be produced. The testing apparatus design is refer to FEM 1.001 and DIN 15070 standard. The design concept is : thw wheel will be put in the trolley, there are 4 pieces on each side (upper side and lower side) to maintain the stability of horizontal movement of the trolley. Trolley will be given 20 tons of load from hydrolic so each wheel will accept 5 tons of load. Horizontal movement of the trolley is supported by the tow of wire rope that moved by rolling drum. The drum rotate clockwise and counter clockwise based on the rotation of the electric motor. Vertical movement of the trolley that might occur is enabled by removing the lock of upper plate and lower plate that support the loading. With the stability of the movement and loading that provided by the new testing apparatus, a valid result of wear rate testing will be generate.

Key words: Lifetime, Hoist Crane, Wear, FEM 1.001, DIN 15070

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hoist Crane adalah salah satu jenis pesawat angkat yang digunakan sebagai alat pengangkat dalam sebuah proses manufaktur di industri. Dalam menjaga performa mesin *Hoist Crane*, diperlukan pengujian yang dapat menguji kualitas atau performa komponen yang terdapat pada sebuah *Hoist Crane*. Permasalahan yang terjadi pada *Hoist Crane* adalah laju keausan pada komponen yang berinteraksi maupun bergesekan akibat beban dan putaran. Komponen yang dimaksud adalah *wheel* (roda) yang merupakan komponen terpenting pada sebuah *Hoist Crane*. Berdasarkan permasalahan yang terjadi, dibutuhkan alat uji yang dirancang untuk menguji laju keausan pada *wheel* sehingga didapatkan data laju keausan yang menunjang *lifetime* dari komponen *wheel* tersebut.

Alat uji yang dirancang harus memenuhi standar FEM 1.001 dan DIN 15070 dengan durasi pengujian minimal selama 500 jam (24 jam non-stop) dengan pengambilan data setiap 50 jam. Alat uji yang dirancang merupakan *redesign* dari alat uji sebelumnya, sehingga alat uji tersebut harus dibuat dengan mempertimbangkan kehandalan selama proses pengujian serta mudah dalam proses pengoperasian dan perawatan. Oleh karena itu, alat uji tersebut mampu menghasilkan data laju keausan yang akurat.

Sebuah alat uji laju keausan membutuhkan beberapa aspek yang diperhatikan harus untuk mendukung pengujian yang baik sehingga memberikan hasil yang mendekati keadaan sesungguhnya. Dari alat uji yang telah diproduksi sebelumnya, terdapat beberapa masalah yang dapat menjadi dasar pengambilan kesimpulan tentang aspek-aspek tersebut. Aspek pertama adalah, alat uji laju keausan akan dioperasikan selama 500 jam (*non stop*), maka ketahanan pakai alat uji tersebut haruslah sesuai dengan kebutuhan jam pengujian. Sehingga keterkaitan antar komponen harus diperhatikan demi tercapainya waktu pengoperasian mesin yang dibutuhkan.

Aspek selanjutnya adalah, tekanan yang diberikan pada spesimen sedapat mungkin harus dijaga agar tetap stabil dan kerataan permukaan rel alat uji yang buruk akan menurunkan tekanan pada spesimen pada keadaan cekung dan sebaliknya. Hal-hal yang dapat mempengaruhi kerataan permukaan rel ialah kekerasan material yang dipilih dan rancangan kerangka penyokong rel yang baik untuk menghindari terjadinya defleksi pada rel. Selain itu kelurusan rel alat uji juga akan berpengaruh pada pemerataan tekanan yang mengenai permukaan spesimen.

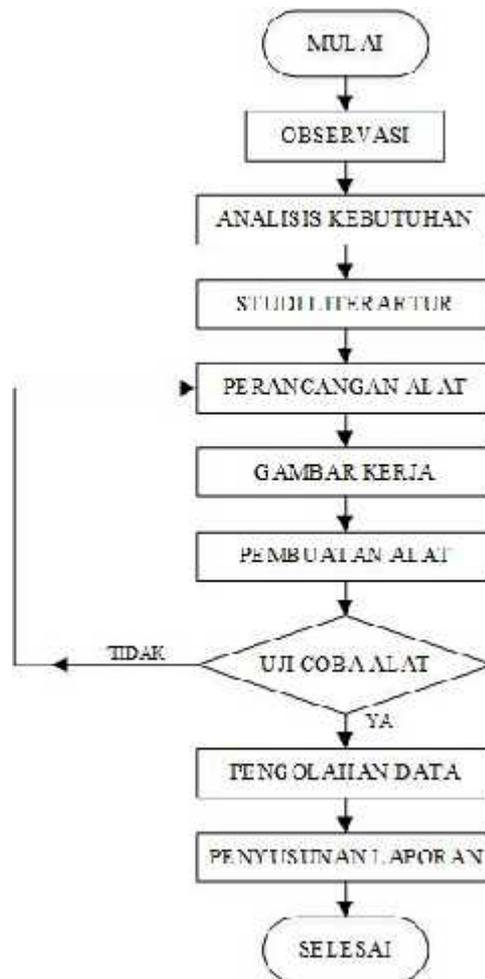
PT. Genta Buana Tripadu memiliki alat uji laju keausan yang belum optimal dimana terdapat kendala pada beberapa komponen mesin. Permasalahan yang terjadi pada alat uji sebelumnya adalah pembebanan pada *wheel* tidak stabil, terjadi vibrasi yang besar pada komponen *pulley* sehingga mempengaruhi sistem gerak mesin, lintasan *wheel* mengalami defleksi akibat tidak sanggup menahan beban dan kerusakan pada *bearing* yang terdapat di dalam *wheel* selama proses pengujian berlangsung.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan *redesign* pada alat uji agar didapatkan alat uji laju keausan yang handal selama melakukan pengujian minimal 500 jam dan menahan beban maksimal 20 ton sesuai dengan standar pengujian FEM 1.001 dan DIN 15070.

1.2 Tujuan

Tujuan dari rancang bangun ini untuk memenuhi kebutuhan mesin uji laju keausan *wheel hoist* yang handal dan dapat bekerja selama 500 jam (*non stop*), sehingga dapat menghasilkan data laju keausan *wheel hoist* yang valid dan dapat ditentukan *lifetime* dari komponen tersebut guna menunjang kegiatan produksi PT. Genta Buana Tripadu.

2. METODE PERANCANGAN

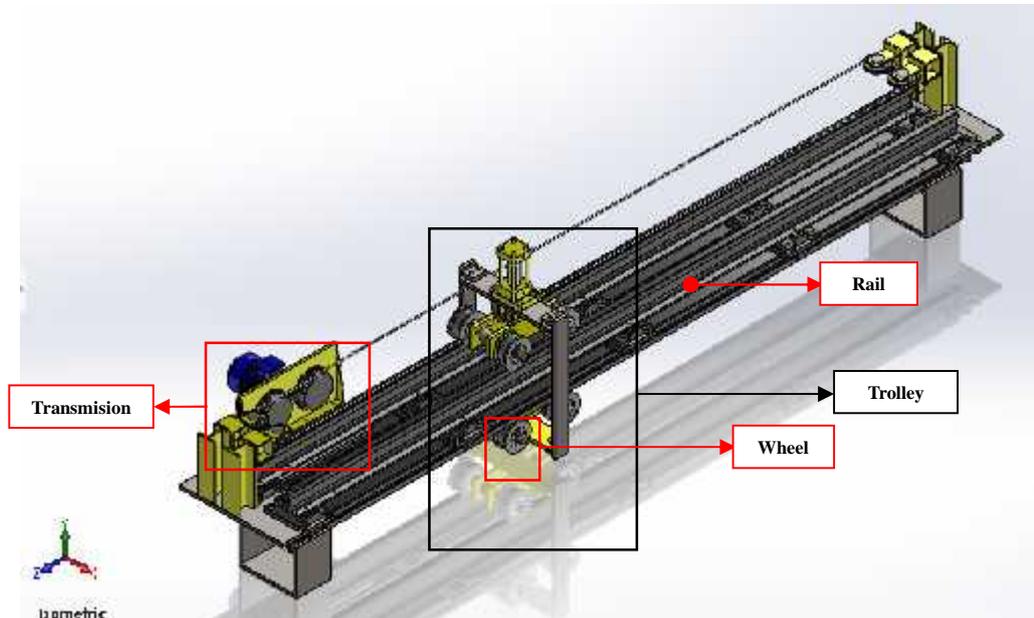


Gambar 1. Diagram Alir Proses Perancangan

Lokasi objek : Proses perancangan dan produksi di PT. Genta Buana Tripadu dan Bengkel Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Tempat dan Waktu Pengujian : Bengkel Mesin Politeknik Negeri Jakarta (Gedung M) tanggal 17 juli – 2 agustus 2017

3. HASIL & PEMBAHASAN

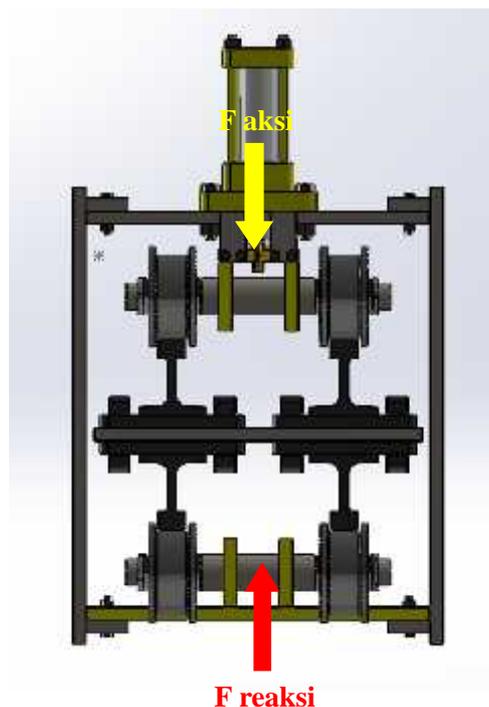
3.1 Desain alat uji



Gambar 2. Desain alat uji

3.2 Desain Trolley

Pada *trolley* akan terdapat benda uji (*wheel*) juga mekanisme pembebanan hidrolis. Hidrolis akan menekan middle plate yang tersambung pada *wheel set* bagian atas. Lalu gaya reaksinya akan menekan upper plate keatas sehingga menekan *wheel set* bagian bawah ke permukaan rel. Rancangan *trolley* yang dibuat memungkinkan terjadinya pergerakan vertikal untuk menjaga kestabilan tekanan ketika terjadi keausan pada permukaan benda uji.



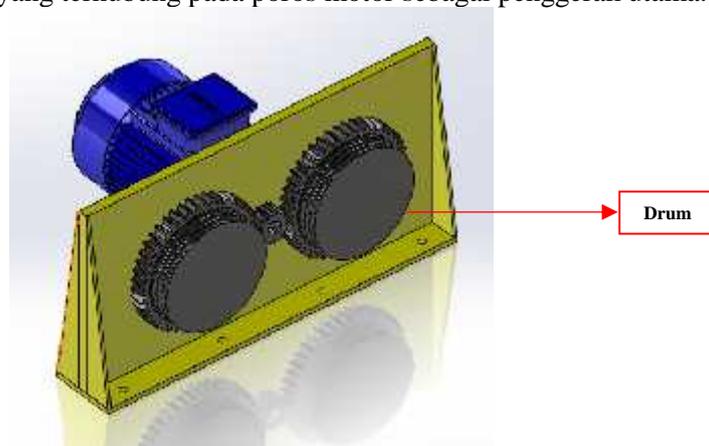
Gambar 3. Desain Trolley

Agar *trolley* dapat berjalan dengan baik selama waktu pengujian yang telah ditentukan, maka dilakukan analisis dan perhitungan pada rancangan komponen *trolley* seperti berikut:

-) Jumlah benda uji (*Wheel Hoist*) yang ada pada *trolley* jumlah benda uji akan menentukan keseimbangan *trolley* karena benda uji yang berinteraksi langsung dengan rel/ lintasan pada alat uji. Maka jumlah benda uji pada rel bagian atas dan bagian bawah haruslah sebanding.
-) Gaya yang dibebankan pada masing-masing benda uji harus menyebar secara merata agar tiap benda uji mendapat gaya pembebanan yang sama. hal ini dapat dicapai dengan merancang jarak lengan gaya dengan perbandingan panjang yang sama yang ditentukan dengan persamaan :
 $M = 0$ [Persamaan 1]
 $R_a = R_b$ [Persamaan 2]
-) Penentuan tebal pelat agar pelat tidak mengalami kebengkokan setelah dikenakan beban, tebal pelat ditentukan dengan persamaan :
Error! Reference source not found. [Persamaan 3]
-) Bearing untuk bantalan *wheel* dipilih jenis bearing *tapper roller* tipe 32310 karena kapasitas bebannya yang relatif lebih besar dari *ball bearing*. Untuk kehandalan bearing, maka perkiraan umur *bearing* tipe *tapper roller* yang digunakan, didapat dengan menggunakan persamaan:
Error! Reference source not found. dengan **Error! Reference source not found.** [Persamaan 4]
-) Penentuan diameter *shaft* roda pada alat uji diatas ditentukan dengan persamaan:
 $M = \text{Error! Reference source not found.}$ [Persamaan 5]

3.3 Transmisi

Pada transmisi digunakan *drum* yang berfungsi sebagai penggulung dan penarik *trolley*. *Drum* tersebut memiliki roda gigi untuk melakukan transmisi daya. Kemudian roda gigi dihubungkan dengan pinion yang terhubung pada poros motor sebagai penggerak utama.



Gambar 4. Transmisi

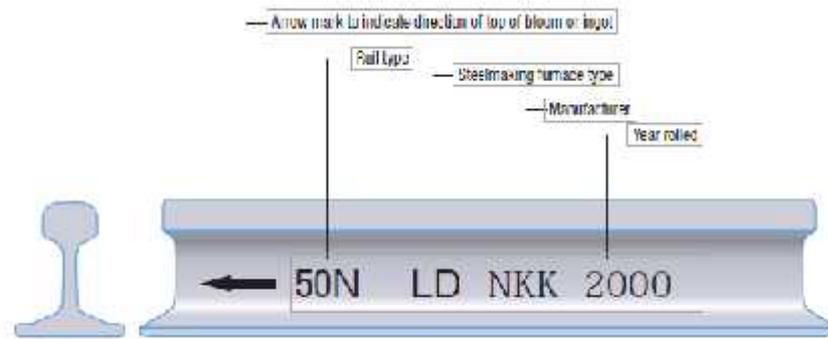
Daya motor yang bekerja akibat *drum* yang menerima gaya tangensial akibat beban yang diberikan oleh *trolley* dihitung dengan persamaan:

$$T = \text{Error! Reference source not found.} \quad \text{[Persamaan 6]}$$

$$P = T \text{ Error! Reference source not found.} \quad \text{[Persamaan 7]}$$

3.4 Lintasan Uji

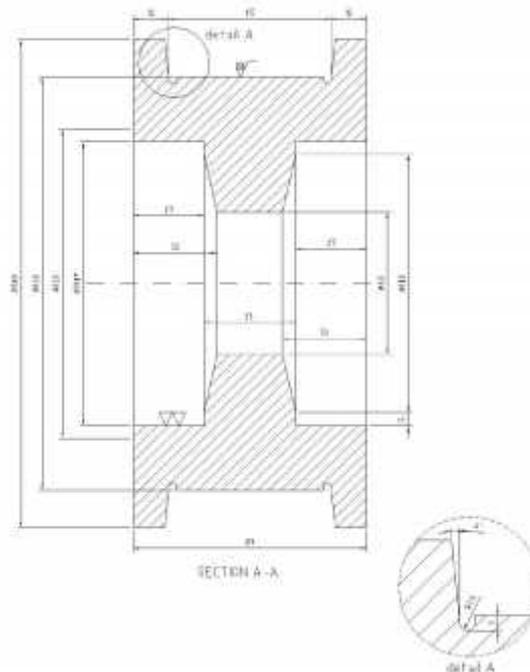
Lintasan yang digunakan untuk beda uji adalah rel NKK dengan tipe 50 N LD.



Gambar 5. Rail NKK 50N LD

3.5 Spesifikasi benda uji (*wheel hoist*)

-) Type SWA 160
-) Material S45C
-) Maksimum pembebanan 5 Ton
-) Diameter roda 160mm
-) Dimensi ;



Gambar 6. Dimensi Benda Uji

3.6 Pengujian

Pengujian akan dilakukan setelah machining dan perakitan alat uji keausan selesai. Roda akan diuji selama 500 jam dengan pemeriksaan keadaan roda pada jeda 100 jam sekali. Pemeriksaan tersebut dilakukan dengan melakukan pembongkaran pada trolley kemudian mengukur diameter seluruh roda (specimen) yang berjumlah 8 buah.

4 KESIMPULAN

1. Pembebanan yang diberikan stabil.
2. Tidak terjadi kebengkokan pada komponen-komponen *trolley* akibat pembebanan yang diberikan.
3. Tidak terjadi getaran yang hebat pada pulley dan wirerope penarik *trolley* karena rel memiliki alignment yang baik dan tidak terjadi defleksi melebihi batas maksimum pada rel.
4. Sistem transmisi dapat menggerakkan *trolley* dengan baik.
5. Tapper rolling bearing dapat menahan beban kerja dengan baik selama waktu pengujian yang telah ditentukan (bearing tidak mengalami kerusakan).
6. Alat uji keausan tersebut cukup handal untuk pemakaian mencapai 500 jam.

5 UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan *full paper* seminar nasional ini penulis mendapatkan saran dan bimbingan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Belyamin, M.Se, Eng., B.Eng., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Bapak Mochammad Sholeh, ST. MT selaku Ketua Prodi S1-Terapan Teknik Manufaktur.
3. Bapak Seto Tjahyono, S.T, M.T selaku dosen pembimbing Skripsi.
4. Bapak Ahmad Iskandar, selaku pembimbing industri dan direktur PT. Genta Buana Tripadu

6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Federation Europeenne De La Manutention (F.E.M.) 1.001 3rd edition.1987. *Rules for the design of hoisting appliances*
- [2] Industrial Designer & Engineer Association (IDEA). 2010. DIN 15070 (Crane Wheel).
- [3] Khurmi, R. S. dan J. K. Gupita. 2005. *A Text Book of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House Limited.
- [4] Sularso, dan Kiyokatsu Suga. 1987. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. PRADNYA PARAMITA

RANCANG BANGUN JIG PEMIDAHAN TIANG PENYALUR PETIR

Ahmad Bukhari Muslim, Ahmad Nurlian Jamil

R. Sugeng Mulyono

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Ahmadnurlian@gmail.com, Neo.bukharita@gmail.com

Abstrak

Jig Pemindah Tiang Penyalur Petir adalah alat bantu khusus yang digunakan untuk memindahkan tiang penyalur petir dengan menggunakan bantuan crane. Pembuatan jig ini dilatarbelakangi oleh adanya tiang penyalur petir di area pembangunan aula dan lapangan badminton di area PT TMMIN yang harus dipindahkan ke luar area pembangunan agar tidak mengganggu pembangunan. Pemindahan tiang penyalur petir sebelumnya (seperti saat instalasi awal atau saat pemindahan ke area baru) masih menggunakan cara manual yang membutuhkan banyak tenaga, kurang efektif dan kurang aman. Jig ini dirancang khusus untuk mengangkat tiang penyalur petir dengan tinggi maksimal 20 meter dan berat dari tiang penyalur petir maksimal 500 kg. Jig ini memiliki komponen antara lain kerangka jig atas, kerangka jig bagian tengah, karet, sling, eyebolt, plat penguat. Cara kerja jig ini yaitu sling pada kerangka jig atas di pasang ke pengait crane, lalu sling kerangka atas jig disambungkan ke kerangka bawah, lalu crane diangkat, setelah letak jig sudah berada pada posisi yang tepat (kerangka atas jig berada 1 m di atas ujung tiang penyalur petir, kerangka bagian tengah berada di antara pijakan kaki penyalur petir), kemudian kerangka jig tengah dikencangkan dengan baut, kemudian tiang penyalur petir dipindahkan. Metodologi yang digunakan, yaitu analisa kebutuhan, pemilihan material, pemilihan mekanisme, perhitungan kekuatan, gambar kerja dan pembuatan mesin. Jig ini meningkatkan efektifitas waktu dengan pekerjaan metode manual 5 jam menjadi 1 jam pengerjaan, tenaga dan keamanan saat pemindahan tiang penyalur petir

Kata kunci: jig, tiang penyalur petir, pemindahan

Abstract

Jig Lightning Distributor Pole is a special tool used to move the petard petroleum pole with the help of a crane. The making of this jig background is the lightning pole in the construction area of the hall and the badminton field in PT TMMIN area which must be moved outside the construction area so as not to disrupt the construction of the hall and badminton field. Removal of previous lightning bases (such as initial installation or transfer time to new areas) still uses manual methods that require a lot of power, are less effective and less secure. Jig is specifically for lifting the lightning striking pole with a maximum height of 20 meters and the weight of the maximum lightning pole line 500 kg. This jig has components such as top pan jig, middle section jig, rubber, sling, eye bolt, reinforcement plate. The work of this jig is the sling on the top jig panel in pairs to the crane hook, then the top jig sling pan is connected to the bottom side, then the crane is lifted, after the jig position is in the right position (top jig is 1 m above the end of the pole Lightning, middle center between lightning footsteps), then the center of the jig panel is fastened with bolts, then the lightning pole is removed. This jig increases the effectiveness of time with manual procedure used 5 hours become 1 hour to finished it, energy and safety during the transfer of lightning distributor poles

Keywords: jig, Lighting Arrester pole, movement

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT TMMIN dari tahun ke tahun terus mengembangkan fasilitas untuk karyawannya, terutama di plant 3 karawang. Plant yang baru berdiri pada tahun 2012 ini terus mengadakan pembangunan fasilitas setiap tahunnya. Pada tahun 2017 ini, PT.TMMIN karawang plant 3 banyak mengadakan pembangunan fasilitas umum dan olahraga, salah satu yang sedang berlangsung adalah pembangunan aula dan lapangan badminton.

Namun di tengah pembangunan aula dan lapangan badminton, terdapat kendala yaitu terdapat tiang penyalur petir di dalam lokasi rencana pembangunan. Tiang penyalur petir ini harus dipindahkan agar tidak mengganggu pembangunan aula dan lapangan badminton. Kondisi tanah yang tidak rata dan bergelombang karena sedang dalam pembuatan pondasi bangunan membuat pemindahan tiang penyalur petir dengan cara manual dan menggunakan scaffolding tidak bisa digunakan karena factor tanah dan keterbatasan ruang gerak. Atas dasar permasalahan ini, maka kami mengajukan “Rancang Bangun Jig Pemindahan Tiang Penyalur Petir”. Sehingga tujuan rancang bangun ini adalah membuat jig yang dapat meningkatkan efektifitas waktu dengan pekerjaan metode manual 5 jam menjadi 1 jam pengerjaan , mengurangi jumlah pekerja dengan menggunakan anggaran yang terbatas.

1.2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metode yang digunakan dalam rancang bangun jig pemindahan tiang penyalur petir adalah sebagai berikut.

1. Merancang Alat

Merupakan metode yang diawali dengan membuat design, memilih design, membandingkan analisa pesaing, menentukan spesifikasi, merancang berdasarkan konsep perancangan, mewujudkan dalam bentuk gambar yang siap untuk di fabrikasi, proses fabrikasi dan membuat laporan

2. Musyawarah

Diskusi bersama dengan pihak konsumen dalam pemilihan design sesuai keinginan dan kemampuan konsumen.



Gambar 1. Diagram Alir

1.3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1.3.1 Kajian Pembeding

Kajian ini digunakan sebagai parameter pembeding dalam menganalisis permasalahan yang terdapat pada alat yang sudah ada, berdasarkan pada kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah alat sejenis yang dijadikan pembeding :

1.3.1.1 Drop Hammer



Gambar 2. Drop Hammer



Gambar 3. Unsafe Action

Cara Kerja :

Cara kerja pemindahan tiang menggunakan *drop hammer* ialah, dengan menggunakan (1) *crane* yang disambungkan dengan (2) *Sling* yang mempunyai 2 fungsi yaitu untuk meluruskan (3) *Drop hammer* ke (5) Landasan dan yang kedua untuk mengangkat tiang dari posisi horizontal agar memasuki *head* pada (3) *Drop Hammer*.

Kelebihan :

1. Untuk diameter yang besar bisa menggunakan alat ini.
2. Mudah untuk mengatur energi per blow dengan mengatur tinggi yang sudah ditentukan.
3. Adanya Landasan untuk mengatur tiang agar kemiringannya sesuai dengan standard.

Kelemahan

1. Kemungkinan rusaknya bangunan disekitar lokasi akibat getaran pada permukaan tanah.
2. Adanya pekerjaan tambahan pada saat pengoperasian yang bisa mengakibatkan accident (seperti pada gambar 3.2)

1.3.1.2 Truck Spade





Gambar.3 Truck Spade



Gambar.4 Penyesuaian



Gambar.5 Penggalian

Cara Kerja :

Pada *Truck Spade* ini menggunakan sistem (1) hidrolis untuk melakukan pemindahan pohon ke tempat lain, yaitu *operator* akan menyesuaikan dengan diameter pohon lalu proses penggalian (gambar 3.5) akan dimulai menggunakan (2) *Pendant*, setelah dirasa cukup maka pohon tersebut akan diangkat dan diletakkan pada badan truck.

Kelebihan :

1. *Truck Spade* ini bisa digunakan untuk memindahkan pohon sampai diameter 100 inci.
2. Mudah pada saat pengoperasian.
3. Efisiensi waktu sangat baik, karena bisa memindahkan banyak pohon dengan cepat.
4. Tidak perlu melepas pasang baut pada tiang *Lightning Distributor*
5. Maintenance terbilang mudah

Kelemahan

1. Perlu adanya *costum* pada lingkaran dalam *curve blade* untuk menyesuaikan diameter tiang.
2. Harga terbilang mahal karena menggunakan sistem hidrolis.

1.3.1 Perhitungan

1. Menentukan titik berat dan diameter pencengkaman

Panjang tiang penyalur petir 20 m, dengan diameter 6 inch, 5 inc, 4 inch dan 3 inch berturut-turut dari bawah keatas. Berat tiang penyalur petir secara keseluruhan adalah 600 kg. Pencengkaman yang aman yaitu pada titik berat objek yang akan diangkat agar terjaga keseimbangannya, dengan menggunakan rumus :

Titik berat pada sumbu x

$$V_{\text{Tabung}} = 1/2 R^2 t \quad \text{[Persamaan 1]}$$

$$X_0 = (v_1 \cdot x_1 + v_2 \cdot x_2 + v_3 \cdot x_3 + v_4 \cdot x_4) / (v_1 + v_2 + v_3 + v_4) \quad \text{[Persamaan 2]}$$

Titik berat pada sumbu y

$$V_{\text{Tabung}} = 1/2 R^2 t$$

$$Y_0 = (v_1 \cdot y_1 + v_2 \cdot y_2 + v_3 \cdot y_3 + v_4 \cdot y_4) / (v_1 + v_2 + v_3 + v_4) \quad \text{[Persamaan 3]}$$

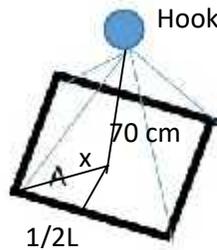
Dengan menggunakan rumus tersebut maka di dapat titik berat tiang penyalur petir berada :

Sumbu x = 8.77 m (dari pangkal tiang penyalur petir)

Sumbu $y = 0.762 \text{ m}$
Sehingga dari titik berat tersebut, cengkaman tiang terletak pada tiang penyalur petir yang berdiameter 5 inch

2. Menentukan sudut angkat sling dan dimensi jig

Salah satu yang akan mempengaruhi dimensi jig yang akan dibikin adalah sudut angkat sling, sling pada house spider akan di sangkutkan ke *hook crane* dengan jarak 70cm. Sudut sling berdasarkan table, kekuatan maksimal dicapai jika sudut angkat mendekati 90 derajat (sudut A) dan letak titik pengangkatan di tengah jig. Pada rancangna ini , kemiringan sling menggunakan sudut 60 derajat.



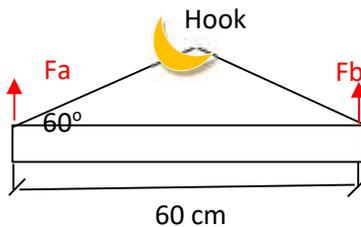
Dengan menggunakan rumus =

$$\begin{aligned} \tan A &= 70 \text{ cm}/x && \text{[Persamaan 4]} \\ \tan 60 &= 70 \text{ cm}/x \\ X &= 40.414 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka didapat dimensi dari jig yang akan digunakan =

$$\begin{aligned} \cos 45 &= 0.5 L / 40.414 && \text{[Persamaan 5]} \\ \cos 45 \times 40.414 &= 0.5 L \\ 28.577 \text{ cm} &= 0.5 L \\ 57.154 \text{ cm} &= L \\ 60 \text{ cm (pembulatan)} &= L \end{aligned}$$

3. Menentukan besar gaya yang bekerja pada housing spider

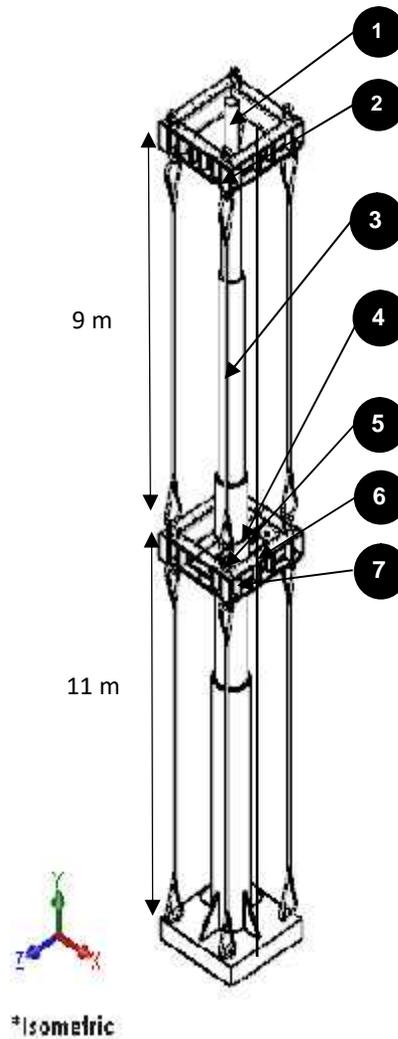


$$\begin{aligned} \text{Dengan menggunakan rumus} &&& \\ M_a &= 0 && \text{[Persamaan 6]} \\ 0 &= \cos 30.125 \times 60 \text{ cm} \\ F_a &= 6495.1908 \text{ N} \end{aligned}$$

4. Menentukan profile yang digunakan jig

Dari perhitungan gaya yang bekerja pada hosing spider, maka kita bisa menentukan profile yang akan digunakan yaitu menggunakan profile U dengna ukurna 100x50x4 mm, dengan menggunakan sling dengan diameter 10 mm

1.3.2 Konsep Rancang Bangun Jig Pemindah Tiang Penyalur Petir



Gambar 7. Jig Pemindah Penyalur petir

Nama Part dan Fungsinya

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Tiang Penyalur Petir | : Sebagai <i>object</i> yang akan dipindahkan. |
| 2. <i>Spider House</i> | : Sebagai penghubung ke mobile crane dengan 4- leg <i>wire sling</i> melalui <i>eyebolt</i> (4) dan <i>hook mobil crane</i> serta sebagai control untuk menggerakkan <i>spider clamp</i> (6) |
| 3. <i>Wire Sling</i> | :Penghubung antara <i>spider house</i> (2), <i>eye-bolt</i> (4) dan <i>spider clamp</i> (6) |
| 4. <i>Eye-bolt</i> | : Sebagai salah satu tempat terikatnya <i>wire sling</i> (3) |
| 5. <i>Clamp</i> | : Mekanisme pencekaman untuk pemindahan <i>object</i> (1) |
| 6. <i>Spider Clamp</i> | : Sebagai <i>jig</i> yang berfungsi untuk mencekam <i>object</i> . |
| 7. <i>Rib</i> | : Memperkuat lengan di baja UNP 100 |

1.4. KESIMPULAN

- Rancang Bangun Jig Pemindahan Tiang Penyalur Petir ini dapat memenuhi permintaan *customer*,

mempercepat proses pemindahan, mengurangi *cost* kerja, mengurangi pekerja dan proses pemindahan yang aman.

- Rancang bangun jig dirancang mampu mengangkat tiang penyalur petir pada diameter pipa 5 inchi dengan spesifikasi tinggi maksimal 20 meter dan berat maksimal 600 kg dengan bantuan mobil crane.

1.5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Pramono, Agus Edy. 2013. *Buku Ajar Elemen Mesin I*. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- [2]. Pramono, Agus Edy. 2016. *Buku Ajar Elemen Mesin II*. Politeknik Negeri Jakarta. Depok.
- [3]. Khurmi, R.S., Gupta, J.K. 2005. *A Textbook Of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.

RANCANG BANGUN ALAT BANTU PENGGANTIAN *BRAKE PAD* TIPE *FLOATING CALIPER* SECARA *PNEUMATIC* UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI

Bagas Prayitno, Dimas Kesuma Jaya Sentana, Muhammad Gustiar Praniza, Richard Alexander

Imam Wahyudi, Eddy Siswanto

*Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia
Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530*

*bagasprayitno50@gmail.com, dimaskesuma22@gmail.com, mgustiar29@gmail.com,
richard.alexanders147@gmail.com*

Abstrak

Rem merupakan suatu komponen terpenting pada kendaraan bermotor, khususnya mobil. Dengan adanya rem, suatu kendaraan dapat memperlambat dan menghentikan lajunya, agar dapat berhenti disuatu tempat yang diinginkan dan terhindar dari kecelakaan. Tidak sedikit peristiwa kecelakaan pada suatu mobil yang diakibatkan tidak berfungsinya sistem rem pada kendaraan itu sendiri. Maka dari itu, pentingnya perawatan sistem rem pada mobil harus dilakukan secara berkala.

Salah satu komponen vital pada sistem rem yaitu piston rem, yang terdapat pada caliper rem, fungsi komponen tersebut yaitu untuk meneruskan gaya injak pedal rem ke brake pad melalui aliran fluida. Dengan begitu, mobil dapat memperlambat dan menghentikan lajunya. Kerusakan pada piston rem, dapat menyebabkan pengereman tidak maksimal dan kendaraan berpotensi mengalami kecelakaan.

Caliper pada sistem rem mobil mayoritas menggunakan tipe Floating Caliper (Single Piston), yaitu hanya menggunakan satu piston pendorong pada satu sisi caliper untuk meneruskan gaya injak pedal rem ke brake pad melalui aliran fluida. Sering kali saat perawatan berkala dibengkel, teknisi menekan kembali piston rem pada penggantian brake pad menggunakan SST (Special Service Tool) penekan piston buatan atau konvensional yang memakan waktu lama dan tenaga yang besar. Proses penekanan piston rem yang sebelumnya ditekan menggunakan alat bantu penekan piston rem mekanis, menjadi lebih mudah dengan menggunakan alat bantu penekan piston rem pneumatik, karena waktu dan tenaga yang digunakan berkurang.

Kata kunci: *brake pad, piston rem, pneumatik, special service tool, efisien*

Abstract

Brakes are an important component of motor vehicles, especially cars. With the brakes, a vehicle can slow down and stop its speed, in order to stop somewhere desirable and avoid the accident. Not a few accidents in a car caused by the malfunction of the brake system on the vehicle itself. Therefore, the importance of car brake system maintenance should be done periodically.

One of the vital components of the brake system is the brake piston, which is present in the brake caliper, the function of which is to continue the brake pedal force to the brake pad through the fluid flow. That way, the car can slow down and stop its speed. Damage to the brake piston, can cause no maximum braking and potential vehicles have an accident.

Caliper in the majority of car brake systems use the Floating Caliper (Single Piston) type, which uses only one piston propeller on one side of the caliper to continue the brake pedal force to the brake pad through the fluid flow. Often when maintenance is periodically repaired, the technician presses the brake piston on the brake pad replacement using a conventional or large-scale SST (Special Service Tool) or artificial piston pressurizer. Which replaces the mechanical brake piston pressing aids, as it is easier to use pneumatic brake piston pressing aids, as the time and energy used are reduced.

Keywords: *brake pad, brake piston, pneumatic, special service tool, efficient*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berbanding lurus dengan bertambahnya sifat konsumtif masyarakat terhadap kendaraan bermotor terutama mobil, bertambah pula mobil yang melakukan perawatan berkala dibengkel-bengkel resmi di Indonesia (Jakarta, 2014). Hal ini merupakan sebuah keuntungan bagi bengkel, tetapi hal itu juga harus diimbangi dengan fasilitas yang tersedia seperti SST (*Special Service Tools*).

Mekanik seringkali memakan waktu yang cukup lama dan tenaga yang besar untuk menekan piston rem tipe (*floating caliper*) saat mengganti *brake pad*, karena belum tersedianya SST (*Special Service Tools*) yang dapat menekan piston rem tipe *floating caliper* dengan cepat, aman, dan ringan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penulis memutuskan untuk menggunakan alat bantu dengan prinsip kerja *press pneumatic* yang dapat mengefisienkan penggunaan waktu kerja.

II. METODOLOGI

Sebagai penguat, berikut penulis rincikan proses pembuatan alat dari pembentukan konsep hingga perakitan :

2.1. Perancangan Konsep Alat

Konsep yang digunakan yaitu *press pneumatic*, jadi penulis menggunakan prinsip kerja pneumatik untuk memperkecil tenaga yang dikeluarkan.

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi sangat bermanfaat untuk evaluasi optimal waktu dan biaya secara keseluruhan. Terdapat dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder.

2.3. Perancangan Alat

2.3.1. Pemotongan

2.3.2. Pembubutan

2.3.3. Pengelasan

2.4. Perakitan

2.5. Uji Coba

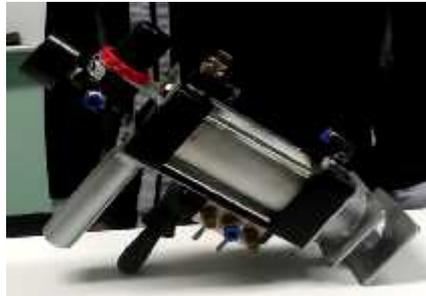
2.6. Pembuatan Laporan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3. 1 Hasil

3.1.3. Perakitan Komponen

Setelah data dan peralatan telah tersedia, langkah selanjutnya yaitu merakit alat bantu kepada tukang bubut.



Gambar 3.2. Hasil perakitan press piston pneumatic



Gambar 3.3. Pemasangan selang regulator – *handle*



Gambar 3.4. Pemasangan selang *handle* – cylinder



Gambar 3.5. Pemasangan *nozle* dan selang pada regulator



Gambar 3.6. Hasil rangkaian *Press Piston Pneumatic*

3.1.4. Uji Coba

Setelah melakukan pengujian alat di BBPLK Cevest Bekasi, penulis mendapatkan data yang disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 3.2 Pengujian di BBPLK Cevest Bekasi

Pengujian di BLK Bekasi				
No	Plat Nomor Kendaraan	Pelaksana Penguji	Waktu yang dibutuhkan	
			manual	pneumatic
1	B XXXX XXX	BAGAS	31	9
2	B XXXX XXX	DIMAS	44	10
3	B XXXX XXX	GUSTIAR	16	10
4	B XXXX XXX	RICHARD	25	11
5	B XXXX XXX	BAGAS	19	11
6	B XXXX XXX	DIMAS	44	21
7	B XXXX XXX	GUSTIAR	18	9
8	B XXXX XXX	RICHARD	17	10
9	B XXXX XXX	BAGAS	32	18
10	B XXXX XXX	DIMAS	20	10
Rata – rata				

*data dalam satuan detik

3.2. Pembahasan

Saat melakukan pengujian di BBPLK Cevest Bekasi, penulis berhasil melakukan 10 kali percobaan. Dari data yang didapat, rata – rata waktu yang diperlukan untuk mengganti satu *brake pad* secara manual adalah **26,6 detik**. sedangkan, rata – rata waktu yang diperlukan untuk mengganti satu set *brake pad* menggunakan alat bantu adalah **11,9 detik**. Dari data tersebut dapat dilihat, alat bantu yang penulis buat bisa membedakan rata – rata waktu sebesar **14,7 detik**.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari rancang alat bangun alat bantu penggantian *brake pad* tipe *floating caliper* secara *pneumatic* untuk meningkatkan efisiensi adalah:

1. Proses penekan piston caliper yang sebelumnya ditekan menggunakan alat bantu penekan piston tipe mekanis menjadi lebih mudah dengan menggunakan alat bantu penekan piston tipe *pneumatic* karena tidak menggunakan tenaga yang besar.
2. Proses penekanan piston pada saat penggantian *brake pad* yang rata-rata dikerjakan dalam waktu 26,6 detik bisa dipersingkat menjadi 11.9 detik dengan menggunakan alat bantu *press piston pneumatic*.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Toyota. 2003. New step 1 training manual. Jakarta: pt. Toyota-astra motor
2. Khurmi R.S dan Gupta J.K .2005. Atext Book of Machine Design. New Delhi :eurisia publishing house (PVT.) LTD.
3. Aritonang, Boas, Drs. 2005. Peralatan Kontrol Pada Sistem Tenaga Listrik dan Pneumatik. Medan: PPPG Teknologi Medan
4. <http://indahpermata6.blogspot.co.id/2013/06/pengertian-rancang-bangun-dan-konsep.html> [diakses tanggal 10 April 2017]
5. <https://id.wikipedia.org/wiki/Pneumatik> [diakses tanggal 12 April 2017]
6. Patient Peter, Pickup Roy, dan Powell Norman. 1985. Pengantar Ilmu Teknik Pneumatika. Jakarta : PT Gramedia.
7. <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/1413> [diakses tanggal 9 Juni 2017]

RANCANG BANGUN *PORTABLE OFF-LINE OIL FILTER* DENGAN PENAMBAHAN *WATER SATURATION SENSOR* DAN *ALAT PENDINGIN*

Putra Perdana Bandi¹; Jauhari Ali², Nopayadi³

¹Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta, Villa Bogor Indah Blok E4 nomor 3, Ciparigi, Bogor Utara, Kota Bogor, +6285779292592, putraperdanab.holcim@gmail.com.

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

³Hydraulic and Lubrication Maintenance Team, Reliability Maintenance, Pt Holcim Indonesia Tbk, nopayadi@lafargeholcim.com.

Abstrak

Fungsi oli umumnya digunakan sebagai pelumas atau digunakan sebagai penggerak pada sistem hidrolis. Untuk memastikan bahwa kinerja oli tetap normal, maka dibutuhkan sebuah filter yang berfungsi sebagai penyaring oli agar kebersihannya selalu baik.

Pada tugas akhir ini, penulis merancang bangun *off-line filter* untuk menjaga nilai kebersihan oli tanpa menurunkan nilai tekanan dan kecepatan aliran olinya. Penulis mencoba menambahkan fasilitas lain yaitu adanya *heat exchanger* yang nantinya berfungsi untuk menurunkan suhu oli, dan juga *water saturation sensor* beserta *display unit*nya yang berfungsi sebagai indikator nilai saturasi air pada oli.

Dalam penyelesaiannya penulis melakukan observasi terhadap nilai kebersihan oli, suhu oli dan saturasi air dalam oli untuk memenuhi kebutuhan konsumen dalam hal ini adalah tim perawatan hidrolis dan lubrikasi, kemudian melakukan perancangan dan realisasi. Berdasarkan hasil percobaan didapatkan bahwa hasil pemasangan alat tugas akhir dapat memperbaiki kebersihan oli pada tangki, dimana penulis melakukan percobaan pada tangki oli hidrolis. Suhu pada tangki tersebut juga dalam keadaan normal dan saturasi air dapat diindikasikan oleh sensor.

Untuk pembuatan *off-line filter* ini, penulis menggunakan peralatan-peralatan seperti pompa dan *heat exchanger* yang sudah tidak terpakai dan untuk filter oli menggunakan biaya dari pabrik.

kata kunci: filter oli, heat exchanger, water saturation sensor, saturasi air, oil cleanliness.

Abstract

The function of the oil is generally used as a lubricant or used as a driving force in the hydraulic system. To ensure that the oil performance remains normal, a filter is required that serves as an oil filter for cleanliness is always good.

In this final project, the authors designed an *off-line filter* to maintain the oil cleanliness value without decreasing the pressure value and flow rate of the oil. The author tries to add another facility that is the *heat exchanger* which will function to lower the oil temperature, and also the *water saturation sensor* along with the *display unit* that serves as an indicator of the water saturation value in the oil.

In the completion of the authors make observations on the value of oil cleanliness, oil temperature and saturation of water in the oil to meet consumer needs in this case is the hydraulic and lubrication treatment team, then do the design and realization. Based on the results of the experiment it is found that the result of the installation of the final task tool can improve the oil cleanliness in the tank, where the authors conducted experiments on the hydraulic oil tank. The temperature in the tank is also under normal circumstances and water saturation may be indicated by the sensor.

For the manufacture of this *off-line filter*, the authors use equipment such as unused pumps and *heat exchangers* and for oil filters using factory costs.

Keywords: oil filter, heat exchanger, water saturation sensor, water saturation, oil cleanliness.

1. Pendahuluan

1.1 Latar belakang

Oli pada sistem hidrolis atau lubrikasi semakin lama akan menjadi kotor karena bercampur dengan gram-gram, endapan lumpur dari tangki oli, dan kotoran-kotoran. Fungsi filter oli pada sistem pelumasan

atau pelumasan adalah untuk menyaring partikel asing yang terdapat pada oli, sebelum oli itu melumasi bagian-bagian mesin.

Komponen-komponen yang digunakan pada sebuah sistem khususnya hidrolik cenderung lebih membatasi jumlah dan ukuran kontaminasi partikel dalam oli. Kontaminasi partikel yang bersifat kasar atau lebih dari 10 μm sangat tidak direkomendasikan. Namun pada kenyataannya, filter yang berukuran saringan kecil tidak cocok dipasang, karena pada sistem hidrolik diperlukan tekanan tinggi, jika dipasang filter dengan ukuran kecil maka nilai penurunan tekanan pada filternya akan tinggi yang nantinya akan menyebabkan sistem tidak dapat bekerja maksimal karena tekanan oli yang dihasilkan tidak sesuai keinginan. Selain itu, sistem lainnya yaitu pelumasan, juga membutuhkan aliran oli yang cepat, sedangkan filter dengan saringan lebih kecil akan menghasilkan aliran oli yang lebih lambat.

Ada banyak hal yang menyebabkan meningkatnya jumlah partikel asing atau kotoran pada oli. Beberapa diantaranya adalah air breather pada tutup tangki yang bocor sehingga banyak debu pabrik semen yang masuk ke tangki penyimpanan oli, kotoran saat sistem hidrolik atau pelumasan sedang diperbaiki, dimana hose atau konektornya dilepas, sehingga banyak kotoran atau debu yang masuk, gram-gram akibat friksi dan lain sebagainya.

Off-line oil filter yang sudah ada hanya terdiri dari satu filter, pompa, dan motor listrik. Untuk oli hidrolik biasanya off-line oil filter yang digunakan mempunyai ukuran saringan 3 μm - 10 μm , sedangkan untuk oli pelumasan, filter yang digunakan memiliki ukuran saringan 10 μm -20 μm . Kasus lain yang juga kerap kali ditemukan adalah oli yang mengalir pada sistem hidrolik maupun pelumasan sering kali mengandung air. Untuk mengetahui saturasi air yang terkandung dalam oli tersebut, penulis menambahkan water saturation sensor pada alat ini. Untuk membantu menurunkan temperatur oli yang cenderung tinggi, penulis juga menambahkan fasilitas alat pendingin pada alat tugas akhirnya. Selain kontaminasi partikel asing, parameter yang harus diperhatikan adalah suhu oli tersebut.

1.2 Perumusan masalah

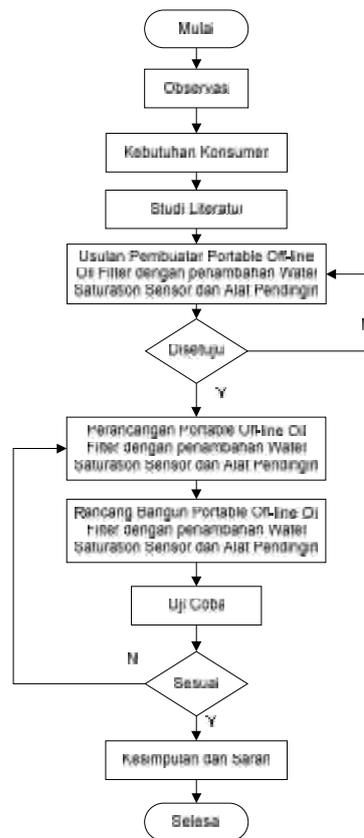
Terdapat beberapa kasus dimana nilai kontaminasi pada oli hidrolik melebihi standar yang sudah ditetapkan. Oli yang mengalir pada sistem hidrolik maupun pelumasan sering kali saturasi airnya tinggi. Hal ini mungkin saja karena pengaruh lingkungan, kondensasi, ataupun kebocoran Alat pendingin yang terpasang secara on-line yang mengakibatkan tercampurnya oli dengan cairan pendingin, yang adalah air yang disediakan oleh Cooling Tower. Untuk mengetahui saturasi air yang terkandung dalam oli tersebut, penulis menambahkan Water Saturation Sensor pada alat ini. Untuk membantu menurunkan temperatur oli yang cenderung tinggi, penulis juga menambahkan fasilitas Alat pendingin pada alat tugas akhirnya.

1.3 Tujuan

Tujuan tugas akhir ini adalah untuk merancang bangun suatu off-line filter yang berfasilitas dua macam ukuran saringan filter, dengan penambahan alat pendingin, dan water saturation sensor beserta spesifikasinya.

2. Metodologi

2.1 Diagram alir



2.2 Observasi

Pada tahap ini dilakukan observasi terhadap nilai kebersihan oli pada dimana dilakukan pengecekan rutin dalam jangka waktu tiga bulan satu kali pengecekan. Melakukan pengamatan terhadap unit off-line filter lama dan pengerjaannya di lapangan.

Untuk memastikan bahwa oli tetap bekerja dalam kondisi jernih, dengan kata lain kontaminasi partikelnya kecil, maka dilakukanlah pengecekan dengan hydac fluid control unit. Hasil yang terbaca oleh alat ini adalah dalam iso.

Pada tahap ini juga dilakukan pengamatan terhadap kondisi tangki beberapa sistem hidrolis dan lubrikasi yakni

1. Letak lubang inlet off-line oil filter pada tangki untuk menentukan diameter hose pada perancangan
2. Letak lubang outlet off-line oil filter pada tangki untuk menentukan diameter hose pada perancangan
3. Ketinggian tangki untuk menentukan ketinggian pada perancangan
4. Panjang total jalur off-line oil filter yang harus disediakan untuk menentukan panjang aliran pada perancangan.

2.3 Kebutuhan konsumen

Mencari informasi mengenai kebutuhan konsumen terkait dengan proses rancang bangun. Konsumen dalam hal ini adalah departemen hydraulics and lubrication maintenance. Sehingga di dapatkan kebutuhan yang terkait dengan tugas akhir ini.

Beberapa masalah yang terjadi adalah:

1. off-line filter portable yang hanya terdiri dari sebuah filter, sehingga kurang efisien
2. tidak adanya alat pendingin pada off-line filter lama, sehingga tidak dapat membantu menurunkan temperatur oli yang tinggi
3. tidak adanya pemberi informasi saturasi air dalam oli.

2.4 Studi literatur

Mengumpulkan data dan mencari informasi terkait tugas akhir ini dari buku, jurnal-jurnal penelitian, dan internet. Mempelajari informasi yang terkait dalam tugas akhir ini seperti:

1. Jenis-jenis kontaminasi pada oli hidrolik dan lubrikasi [1 HYDAC International. 2008. Fluid Filters. Product Range. Germany]
2. Dasar perhitungan filter oli [1 HYDAC International. 2008. Fluid Filters. Product Range. Germany]
3. Dasar perhitungan pompa [4 Ir. Sularso, MSME; Taharu, Haruo. 1987. Pompa dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan. Jakarta: PT Pradnya Paramita cetakan ke-7]
4. Dasar perhitungan heat exchanger berupa alat pendingin [3 HYDAC International. 2016. Cooling Product Catalogue. Germany]
5. Water saturation sensor [9 HYDAC Electronic. 2013. Aqua Sensor AS 1000. User Manual. Germany]

Guna penunjang solusi untuk permasalahan dalam tugas akhir ini.

2.5 Perancangan

Pada tahap ini, penulis melakukan perancangan berdasarkan kebutuhan konsumen, hasil pemilihan konsep dan studi literatur. Perancangan dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan, yaitu :

1. Menghitung kecepatan aliran oli yang dibutuhkan oleh sistem hidrolik atau lubrikasi, Dengan menggunakan rumus :

$$Re = \frac{v \times D}{\nu} \quad \text{[persamaan. 1]}$$

$$2300 > \frac{v \times D}{\nu}$$

$$v < \frac{2300 \times 68 \times 10^{-6} m^2/s}{0,0254 m}$$

$$v < 6,157 m/s$$

Pompa yang akan digunakan memiliki kecepatan 1,245 m/s sehingga sesuai dengan perhitungan, dan Re yang dihasilkan adalah

$$Re = \frac{1,585 m/s \times 0,0254 m}{68 \times 10^{-6} m^2/s}$$

$$Re = 592,044$$

2. Menghitung kebutuhan total head yang dibutuhkan oleh sistem hidrolik atau lubrikasi. Yang pertama dicari adalah head losses, yaitu kerugian tinggi-tekan akibat gesekan fluida dan dinding jalur. Mencari head losses mayor menggunakan rumus :

$$h_{lmayor} = f \times \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2g} \quad \text{[persamaan. 2]}$$

Namun sebelumnya perlu dicari friction factor (f) dapat dicari dengan rumus:

$$f = \frac{64}{Re}$$

$$Re = \frac{1,585 \text{ m/s} \times 0,0254 \text{ m}}{68 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

[persamaan. 3]

$$Re = 592,044$$

Sehingga nilai head losses mayornya adalah:

$$h_{l\text{mayor}} = 0,108 \times \frac{8 \text{ m}}{0,0254 \text{ m}} \times \frac{(1,245 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_{l\text{mayor}} = 4,36 \text{ m}$$

Untuk mencari head losses minor menggunakan rumus:

$$h_{l\text{minor}} = K \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$h_{l\text{minor}} = \frac{(1,5 + 1,5 + 1,5 + 1 + 1) \times (1,585 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

[persamaan.4]

$$h_{l\text{minor}} = \frac{6,5 \times (1,585 \text{ m/s})^2}{2 \times 9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$h_{l\text{minor}} = 0,525 \text{ m}$$

Untuk mencari head losses minor menggunakan rumus:

$$h_l = h_{l\text{mayor}} + h_{l\text{minor}}$$

[persamaan.5]

$$h_l = 4,36 \text{ m} + 0,525 \text{ m}$$

$$h_l = 4,885 \text{ m}$$

3. Mencari head akibat penurunan tekanan oleh filter oli dan alat pendingin dapat menggunakan rumus persamaan Bernoulli:

$$P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 = P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

[persamaan. 6]

$$P_2 + \rho g h_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 = P_1 + \rho g h_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2$$

$$P_2 + \rho g h_2 + \text{dianggap sama} = P_1 + \rho g h_1 + \text{dianggap sama}$$

$$P_2 + \rho g h_2 = P_1 + \rho g h_1$$

$$P_2 - P_1 = \rho g h_2 - \rho g h_1$$

$$P_2 - P_1 = \rho g (h_2 - h_1)$$

Untuk penurunan tekanan akibat filter oli nilainya adalah:

$$6.000 \text{ Pa} = 896 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot \Delta h_{pf}$$

$$\Delta h_{pf} = \frac{6.000 \text{ Pa}}{896 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}}$$

$$\Delta h_{pf} = 0,68 \text{ m}$$

Sedangkan akibat alat pendingin nilainya adalah:

$$25.000 Pa = 896 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot \Delta h_{pc}$$

$$\Delta h_{pc} = \frac{25.000 Pa}{896 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{N}{kg}}$$

$$\Delta h_{pc} = 2,84 m$$

Jadi, nilai h_p yang didapat adalah:

$$\Delta h_p = \Delta h_{pf} + \Delta h_{pc} \quad [\text{persamaan. 7}]$$

$$\Delta h_p = 0,68 m + 2,84 m$$

$$\Delta h_p = 3,52 m$$

Setelah mendapatkan semua nilai h_a , h_l dan h_p maka nilai total head sistem ini adalah:

$$H = h_a + \Delta h_p + h_l + \frac{v^2}{2g} \quad [\text{persamaan. 8}]$$

$$H_{total} = 2 m + 3,52 m + 4,885 m + \frac{(1,245 m/s)^2}{2 \times 9,81 m/s^2}$$

$$H_{total} = 10,46 m$$

4. Menghitung tekanan pompa yang dibutuhkan, dengan menggunakan rumus :

Nilai head total juga dapat digunakan untuk mendapatkan nilai tekanan yang akan dihasilkan oleh sistem

$$P_{sistem} = \rho g H_{total} \quad [\text{persamaan. 9}]$$

$$P_{sistem} = 896 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 10,46 m$$

$$P_{sistem} = 91940,8896 Pa$$

$$P_{sistem} = 0,919 bar$$

5. Menghitung daya pompa yang dibutuhkan, dengan menggunakan rumus :

Setelah mendapatkan nilai head totalnya, maka total daya yang akan muncul pada sistem

$$P_{sistem} = \rho g Q H_{total} \quad [\text{persamaan. 10}]$$

$$P_{sistem} = 896 \frac{kg}{m^3} \cdot 9,81 \frac{N}{kg} \cdot 0,0008 \frac{m^3}{s} \cdot 10,46 m$$

$$P_{sistem} = 73,5527 W$$

6. Menghitung heat load yang dibutuhkan, dengan menggunakan rumus[2] :

Heat load adalah panas dari sistem hidrolik atau lubrikasi yang akan diturunkan oleh alat pendingin

$$P_v = \frac{\Delta T \times C_{oli} \times \rho_{oli} \times Q}{60} \quad [\text{persamaan. 11}]$$

$$P_v = \frac{10^\circ C \times 1,8 KJ/Kgk \times 0,896 Kg/l \times 48,195 lpm}{60}$$

$$P_v = 13,22 KW$$

7. Menghitung momen bending untuk dudukan filter dan base bawah dengan menggunakan rumus :

$$M_b = F \cdot l \quad [\text{persamaan. 12}]$$

Untuk momen bending yang terjadi akibat berat dari pompa adalah:

$$M_{bpompa} = W \cdot l$$

$$M_{bpompa} = 200N \cdot 0,2m$$

$$M_{bpompa} = 40 Nm$$

$$M_{bpompa} = 40.000 Nmm$$

Sedangkan untuk momen bending yang terjadi akibat berat dari alat pendingin adalah:

$$M_{bcooler} = W \cdot l$$

$$M_{bcooler} = 200N \cdot 0,9m$$

$$M_{bcooler} = 180 Nm$$

$$M_{bcooler} = 180.000 Nmm$$

8. Menghitung Axial section modulus, dengan menggunakan rumus:

Axial section modulus dari base yang akan digunakan berbentuk persegi panjang

$$W_x = \frac{w \cdot h^2}{6}$$

[persamaan. 13]

$$W_x = \frac{600mm \cdot 25mm^2}{6}$$

$$W_x = 2.500 mm^3$$

9. Menghitung tekanan bengkok, dengan menggunakan rumus:

Momen bending akan menghasilkan tekanan bengkok sesuai dengan axial section modulus dari material yang akan terkena momen tersebut

$$\sigma_{bpompa} = \frac{M_b}{W}$$

[persamaan. 14]

$$\sigma_{bpompa} = \frac{40.000 Nm}{2.500 mm^3}$$

$$\sigma_{bpompa} = 16 N/mm^2$$

Sedangkan untuk alat pendingin:

$$\sigma_{bpompa} = \frac{M_b}{W}$$

$$\sigma_{bpompa} = \frac{180.000 Nmm}{2.500 mm^3}$$

$$\sigma_{bpompa} = 72 N/mm^2$$

10. Menghitung buckling stress , dengan menggunakan rumus :

$$F_{bu} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_{bu}^2}$$

[persamaan. 15]

$$100N = \frac{\pi^2 \cdot 216.000N/mm^2 \cdot I}{250000mm^2 \cdot 10}$$

$$I = \frac{250000mm^2 \cdot 10 \cdot 100N}{\pi^2 \cdot 216.000N/mm^2}$$

$$I = \frac{250000000Nmm^2}{\pi^2 \cdot 216.000N/mm^2}$$

$$I = 117,26 mm^4$$

$$I = 0,0117 cm^4$$

2.6 Realisasi

Melakukan realisasi setelah perancangan selesai. Realisasi tugas akhir ini meliputi:

- A. Rancang bangun base dan kerangka dudukan
- B. Pemasangan komponen-komponen yang diperlukan yaitu motor dan pompa, filter oli, hose, alat pendingin dan water saturation sensor
- C. Pengecatan alat tugas akhir

2.7 Uji coba

Melakukan uji coba dengan melakukan off-line filtering pada sistem yang memiliki nilai kontaminasi tinggi dan melihat penurunannya dalam beberapa hari.

Kemudian, melakukan pengamatan terhadap alat tugas akhir selama periode hari dengan mengambil data perbandingan nilai kebersihan oli sebelum penggunaan off-line oil filter dan sesudah penggunaannya.

2.8 Kesimpulan dan saran

Mengemukakan kesimpulan dan saran berdasarkan metode-metode tugas akhir yang telah dilaksanakan.

3. Hasil dan pembahasan

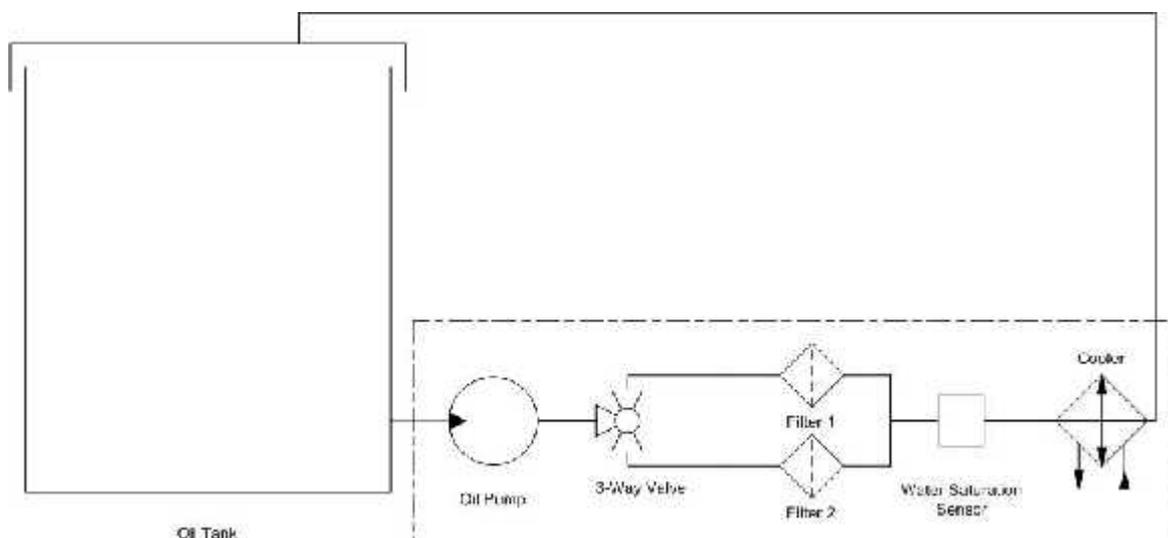
3.1 Kebutuhan konsumen

Analisa kebutuhan didasari pada kondisi oli dalam tangki pada sistem hidrolik dan lubrikasi beberapa kali kotor dan tidak adanya off-line oil filter pada beberapa sistem, oli yang kotor seringkali sangat panas sehingga butuh alat pendingin tambahan, serta tidak adanya water saturation sensor pada beberapa sistem hidrolik dan lubrikasi.

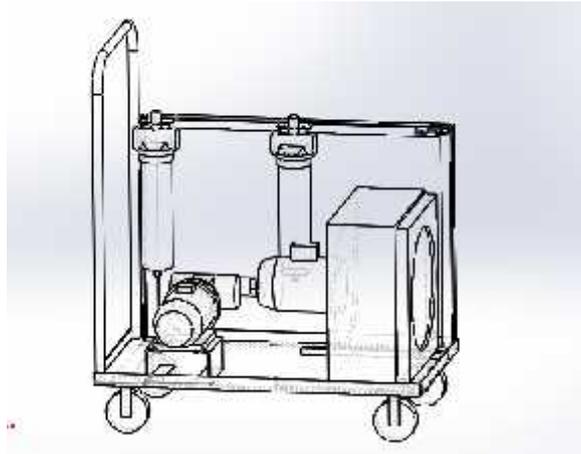
Hasil dari analisis kebutuhan diantaranya :

1. Oli pada sistem hidrolik dan lubrikasi diharapkan lebih bersih
2. Adanya alat pendingin tambahan yang dapat membantu menurunkan suhu ketika suhu oli menjadi lebih tinggi akibat kualitas oli yang kotor
3. Tidak adanya pemberi informasi saturasi air dalam oli pada beberapa sistem hidrolik dan lubrikasi.
4. Diperlukan suatu alat yang dapat memenuhi ketiga kebutuhan tersebut dan dapat digunakan secara portable

3.2 Desain alat tugas akhir



Gambar 1 skema unit off-line oil filter



Gambar 2 project unit

3.3 Realisasi

Dengan adanya unit ini, diharapkan ketika on-line filter mampat dan oli kotor, penurunan nilai kontaminasi menjadi lebih cepat, pendinginan oli menjadi lebih maksimal, dan oli yang mengandung air dapat terdeteksi dengan cepat.

Spesifikasi pompa

Berdasarkan perhitungan di perancangan mengenai kecepatan aliran [persamaan 1] dan tekanan yang diperlukan [persamaan 9], serta mempertimbangkan spare part yang dimiliki oleh departemen Hydraulic and Lubrication PT Holcim Indonesia, maka jenis pompa yang digunakan adalah kracht kf 32 rf 1 – d15 dengan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 3 Pompa dan Motor

Discharge (q) = 44 lpm

Working Pressure = 4,5 bar

Spesifikasi hose

Jenis hose yang digunakan adalah uni hose dengan standar din en 853 1sn dn 25 dan sae 100 r1at

Diameter = 1 “

Working pressure = 88 bar

Spesifikasi tersebut dinyatakan sesuai dengan mempertimbangkan tekanan [persamaan 9] yang akan dihasilkan dan spare part yang tersedia.

Spesifikasi filter

Filter yang digunakan adalah hydac filtertechnik lpf w/hc 280 g e 50 b 1.2 dan elemennya 0280 d 050 w/hc

Operating pressure = 50 bar

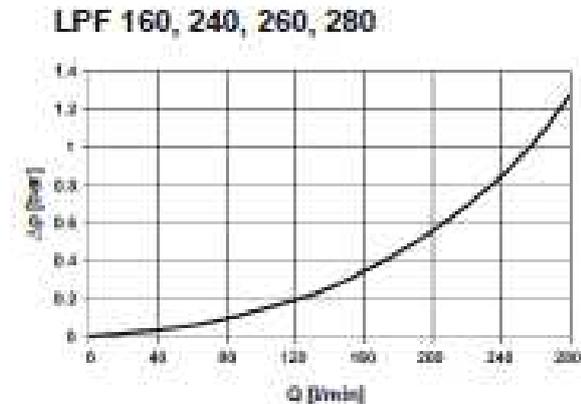
Filter ini dipilih karena filterasi untuk mencapai standar kebersihan oli hidrolis sesuai standar iso adalah 5 μm dan untuk oli lubrikasi adalah 20 μm . Nilai tekanan yang diizinkan pun masih sangat memadai dan juga mempertimbangkan ketersediaan spare part

Untuk mencari nilai penurunan tekanan pada filter ini, dapat ditentukan dengan nilai:

$$\Delta P_{total} = \Delta P_{housing} + \Delta P_{element}$$

Nilai penurunan tekanan akibat housing, dapat dilihat pada grafik yang disediakan oleh katalog yang disediakan oleh penyedia produk filter[1]:

Tabel 1 Nilai penurunan tekanan pada Housing Filter Oli dengan merek HYDAC



$$\Delta P_{housing} = 0,05 \text{ bar}$$

Sedangkan untuk penurunan tekanan dari element filternya dapat ditentukan dengan rumus yang disediakan oleh katalog juga[1]:

$$\Delta P_{element} = Q \cdot \frac{SK}{1000} \cdot \frac{viscosity}{30}$$

Tabel 2 Nilai SK (Koefisien Gradien) penurunan tekanan pada filter element

	BH4HC				W/HC
	3 μm	5 μm	10 μm	20 μm	
35	47.8	28.1	16.8	10.5	—
55	24.2	14.2	8.5	5.3	—
160	16.8	10.4	5.9	4.4	0.264
240	10.6	6.8	3.9	2.9	0.169
260	8.1	4.8	3.3	1.9	0.131
280	5.7	3.4	1.8	1.6	0.089

$$\Delta P_{element} = 48 \text{ lpm} \cdot \frac{0,089 \text{ mbar/lpm}}{1000} \cdot \frac{68 \text{ mm}^2/\text{s}}{30}$$

$$\Delta P_{element} = 0,0097 \text{ bar}$$

$$\Delta P_{total} = \Delta P_{housing} + \Delta P_{element}$$

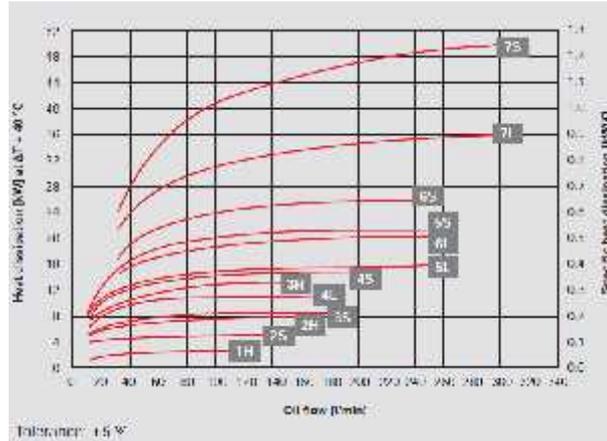
$$\Delta P_{total} = 0,05 \text{ bar} + 0,0097 \text{ bar}$$

$$\Delta P_{total} = 0,06 \text{ bar}$$

$$\Delta P_{total} = 6000 \text{ Pa}$$

Spesifikasi alat pendingin

Berdasarkan perhitungan heat load pada perancangan [persamaan 11], penentuan alat pendingin dapat dilakukan dengan mencari alat pendingin yang spesifikasinya melebihi kebutuhan. Dapat dilihat pada grafik yang didapatkan dari katalog penyedia alat pendingin HYDAC [3] di bawah ini, bahwa nilai laju panas yang dapat dihasilkan oleh tiap-tiap jenis alat pendingin adalah sebagai berikut:



Dilihat dari grafik di atas, dan mempertimbangkan ketersediaan alat pendingin di lapangan, maka spesifikasi yang digunakan adalah:



Gambar 4 Alat Pendingin

Jenis alat pendingin yang digunakan adalah hydac ac - 1n4s/1.0/f/a/1
 Fluid flow = 200 lpm
 Air flow = 2250 m³/hour
 Power consumption = 0,37 kw
 Volume = 2,3 l
 Heat dissipation = 17 kw
 Arus = 1,2 a
 Specific heat dissipation = 0,37 kw/k
 Pressure drop = 1,5 bar

Spesifikasi water saturation sensor



Gambar 5 HYDAC Water Saturation Sensor

Untuk mendeteksi saturasi air pada oli dalam tangki maka dilakukan pemasangan sensor saturasi air. Jenis sensor saturasi air yang digunakan adalah hydac aqua sensor as 1000

Data kebersihan oli sebelum pemasangan alat tugas akhir

	Date	Time	State	ISO 4	ISO 6	ISO 14	SAE A	SAE B	SAE C	SAE D	FlowState	Drive, %	SatLevel, %
2	21/02/17	2:19:17 PM	000	22	21	19	12	13	13	14	33.00	18.00	26.60
3	21/02/17	2:19:38 PM	000	22	21	19	12	12	13	14	33.00	18.00	32.20
4	21/02/17	2:19:59 PM	000	22	21	18	12	12	12	14	33.00	18.00	28.86
5	21/02/17	2:20:21 PM	000	21	20	18	12	12	12	14	33.00	18.00	29.66
6	21/02/17	2:20:42 PM	000	21	20	18	11	12	12	14	33.00	18.00	28.21
7	21/02/17	2:21:04 PM	000	21	20	18	11	12	12	14	33.00	18.00	27.67
8	21/02/17	2:21:25 PM	000	21	21	18	12	12	12	14	33.00	18.00	28.68
9	21/02/17	2:21:46 PM	000	21	20	18	11	12	12	14	33.00	18.00	28.99
10	21/02/17	2:22:08 PM	000	21	20	18	11	12	12	14	33.00	18.00	27.19
11	21/02/17	2:22:29 PM	000	20	20	17	11	11	11	13	33.00	18.00	27.90
12	21/02/17	2:22:50 PM	000	20	19	17	10	11	11	13	33.00	10.00	25.03
13	21/02/17	2:23:12 PM	000	20	19	17	10	11	11	13	33.00	18.00	25.05
14	21/02/17	2:23:33 PM	000	20	19	17	10	11	11	13	33.00	18.00	25.94

Data kebersihan oli sesudah pemasangan alat tugas akhir

	Date	Time	State	ISO 4	ISO 6	ISO 14	SAE A	SAE B	SAE C	SAE D	FlowState	Drive, %	SatLevel, %
1	21/02/17	2:32:52 PM	0.00	18	18	17	8	8	11	13	33.00	13.00	56.22
2	21/02/17	2:33:13 PM	0.00	17	17	14	8	8	8	8	33.00	10.00	52.05
3	21/02/17	2:33:35 PM	0.00	16	15	13	8	7	7	8	33.00	13.00	49.52
4	21/02/17	2:33:56 PM	0.00	15	14	12	5	5	6	8	33.00	13.00	46.88
5	21/02/17	2:34:17 PM	0.00	15	13	12	5	5	6	8	33.00	13.00	44.21
6	21/02/17	2:34:38 PM	0.00	17	13	12	7	5	6	8	33.00	13.00	44.32
7	21/02/17	2:35:00 PM	0.00	14	12	11	4	4	5	8	33.00	13.00	42.21
8	21/02/17	2:35:21 PM	0.00	17	14	12	7	5	6	8	33.00	13.00	41.82
9	21/02/17	2:35:43 PM	0.00	14	13	11	4	4	5	8	33.00	13.00	40.25
10	21/02/17	2:36:05 PM	0.00	14	13	12	4	5	6	8	33.00	13.00	40.46
11	21/02/17	2:36:26 PM	0.00	14	13	12	4	5	6	8	33.00	13.00	40.89
12	21/02/17	2:36:47 PM	0.00	14	13	12	4	5	6	8	33.00	13.00	39.52
13	21/02/17	2:37:08 PM	0.00	14	13	12	4	4	6	8	33.00	13.00	39.17
14	21/02/17	2:37:29 PM	0.00	14	13	12	4	5	6	8	33.00	13.00	40.35

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan dengan adanya unit ini, diharapkan ketika on-line filter mampat dan oli kotor, penurunan nilai kontaminasi menjadi lebih cepat, pendinginan oli menjadi lebih maksimal, dan oli yang mengandung air dapat terdeteksi dengan cepat.

5. Ucapan Terimakasih

Saya mengucapkan terima kasih kepada bapak alm. Pomo Agung Kurniawan, Bapak Nopayadi, seluruh anggota tim dan seluruh kontraktor Hydraulics and Lubrication Maintenance Departement Pt Holcim Indonesia Plant Narogong atas bimbingan selama pembuatan tugas akhir dan penulisan artikel.

6. Daftar Pustaka

- [1] Hydac International. 2008. Fluid Filters. Product Range. Germany
- [2] Hydac International. 2014. Standard Coolers Air Cooled / Liquid Cooled. Germany
- [3] Hydac International. 2016. Cooling Product Catalogue. Germany
- [4] Ir. Sularso, Msme; Taharu, Haruo. 1987. Pompa Dan Kompresor, Pemilihan, Pemakaian Dan Pemeliharaan. Jakarta: Pt Pradnya Paramita Cetakan Ke-7

- [5] Fischer, Ulrich; Heinzler, Max; N her, Friedrich; Paetzold, Heinz; Gomeringer, Ronald; Kilgus, Roland; Oesterie, Stefan; Stephan, Andreas. 2006. Mechanical And Metal Trades Handbook. Germany: Verlag Europa Lehrmittel
- [6] [Http://Hjn-Purifierspecialist.Com/Bentuk-Bentuk-Kontaminasi-Air-Pada-Oli-Detail-14562/](http://Hjn-Purifierspecialist.Com/Bentuk-Bentuk-Kontaminasi-Air-Pada-Oli-Detail-14562/) Hari Senin 13 Maret 2017. 19.57
- [7] Achmad Zainuri, S.T., M.Eng. 2010. Diktat Elemen Mesin 1. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram
- [8] Ir. Sularso, Msme; Suga, Kyokatsu. 2013. Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin. Jakarta: Pt Pradnya Paramita Cetakan Ke-11
- [9] Hydac Electronic. 2013. Aqua Sensor As 1000. User Manual. Germany

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR TAHU DENGAN PRINSIP REAKTOR UP-FLOW ANAEROBIC SLUDGE BLANKET

Andi Adam Azwardani
Teknik Mesin Konversi Energi, LNG Academy Bontang, Kalimantan Timur
e-mail: andiadamad@gmail.com

ABSTRAK

Saat ini roda perekonomian dikota Bontang digerakkan oleh berbagai macam kegiatan industri. Pabrik tahu merupakan salah satu sektor industri makanan yang sudah lama berjalan memenuhi kebutuhan makanan tahu dikota ini. Selain tahu, tentu pabrik tahu juga menghasilkan produk samping berupa limbah yang tidak termanfaatkan dan nantinya akan dibuang ke lingkungan. Umumnya terdapat dua jenis limbah yang dihasilkan dari proses produksi tahu yaitu, limbah padat dan limbah cair. Limbah cair tahu merupakan limbah yang paling menimbulkan masalah lingkungan dari kedua jenis limbah tersebut. Namun, semua pabrik tahu di Kota Bontang masih belum memiliki unit pengolahan limbah sehingga limbah yang dibuang ke lingkungan melewati ambang batas baku mutu yang sudah ditetapkan Provinsi Kalimantan Timur karena kandungan zat organik, *BOD*, dan *COD* nya yang sangat tinggi. Hal ini tentu akan menimbulkan masalah pencemaran terutama pencemaran air.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengolah limbah cair tahu adalah dengan mengolahnya secara anaerobik. Selain bertujuan untuk mengolah limbah sehingga layak buang, proses pengolahan secara anaerobik juga menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi yaitu biogas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Limbah cair tahu nantinya akan diproses secara utama dalam sebuah reaktor yang menggunakan prinsip UASB (*Upward-Flow Anaerobic Sludge Blanket*) dengan sludge berupa isi rumen sapi yang mengandung banyak bakteri anaerobik dan enzim.

Limbah cair tahu yang akan dibutuhkan perlu mengondisikan pH terlebih dahulu dengan pH optimum 6,5-8. Selain pH, kehomogenan fasa perlu dipertahankan dengan menggunakan agitator. Limbah cair tahu akan melewati proses reaksi anaerob di dalam biodigester dengan suhu optimum 30 oC. beberapa hari kemudian dihasilkan biogas yang dikumpulkan pada gas holder dan siap digunakan.

Hasil yang didapatkan Inokulum rumen mampu menaikkan pH limbah dari 3,99 menjadi 6,01, menurunkan nilai TSS dari 610 mg/l menjadi 105 mg/l, menurunkan nilai COD dari 8860 mg/l menjadi 350 mg/l, menurunkan nilai BOD dari 6273 mg/l menjadi 152 mg/l. Inokulum rumen sapi lebih baik dalam menurunkan nilai BOD dan COD dibandingkan dengan bambu, namun nilai TSS lebih tinggi karena masih banyaknya padatan dari rumen yang terikut ke limbah hasil keluaran biodigester

Kata kunci: Limbah Cair Tahu, Unit Pengolahan Limbah, Reaktor UASB, bakteri anaerobik.

ABSTRACT

[d disesuaikan!] *The economy of Bontang city is driven by a wide range of industrial activities. Tofu factory is one of the food industry sector that has been running to supply tofu needs in this city. In addition, tofu factory also produces byproducts in the form of waste that is not utilized and will eventually be removed to the environment. Generally there are two types of waste generated from the production process of tofu, which are solid and liquid waste. Liquid waste causes environmental problems at most of both types of the waste. However, all of tofu factory in Bontang still do not have a waste treatment facility causing the waste disposed to the environment passed the quality standard limits that already established by East Kalimantan province because the high content of organic substances, BOD and COD. This will certainly cause problems of pollution, especially water pollution. One of the ways to treat the tofu liquid waste is by anaerobic process. Besides treat wastewater, anaerobic treatment process also produces a product that has a high economic value, namely biogas which can be used as an alternative fuel. Liquid tofu waste will be processed out the lead in a reactor that uses the principle of UASB (Upward-Flow Anaerobic Sludge Blanket) with the sludge in the form of cow rumen that contains a lot of anaerobic bacterias and enzymes.*

Liquid waste knows that will be required are conditioning the pH need to advance with the optimum pH of 6.5-8. In addition to pH, kehomogenan phase needs to be maintained by use of the agitator. Liquid waste knows will pass through a process of anaerobic biodigester in reaction with an optimum temperature of 30 ° c. a few days later produced biogas is collected on gas holder and ready to use.

The results obtained Inokulum rumen was able to raise the pH of the effluent from 3.99 became 6.01, lowering the value of TSS from 610 mg/l being 105 mg/l, lowering the value of COD from 8860 mg/l be 350 mg/l, lowering the value of BOD from 6273 mg/l be 152 mg/l. Cow rumen Inokulum better in lowering the value of BOD and COD compared with bamboo, but higher TSS value because it is still the number of solids from the waste shipped into the rumen of the output biodigester

Keywords: Tofu liquid waste, wastewater treatment, UASB reactor, anaerobic bacteria.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Di Kota Bontang terdapat enam pabrik tahu yang masih aktif memproduksi dengan limbah cair yang dihasilkan rata-rata per hari adalah 500 liter. Seharusnya diperlukan unit pengolahan limbah tahu tersebut agar limbah yang dikeluarkan ke lingkungan sesuai dengan Baku Mutu Limbah. Kenyataannya, keenam pabrik tahu yang ada belum memiliki unit pengolahan limbah tahu yang terpasang. Tanpa disadari, hal tersebut menyebabkan terjadinya polusi air besar-besaran di Kota Bontang. Hal tersebut sesuai dengan keluhan masyarakat Bontang kepada pihak Badan Lingkungan Hidup (BLH) Bontang mengenai bau tidak sedap yang dihasilkan dari keluaran pabrik tahu.

Pada umumnya limbah cair tahu hasil produksi tahu akan diolah pada suatu unit pengolahan limbah secara aerobik, yang mana limbah cair tahu diproses oleh bakteri aerobik, sehingga limbah keluarannya sesuai dengan baku mutu, namun di zaman sekarang sudah banyak penelitian mengenai pengolahan limbah cair tahu dengan metode anaerobik. Hal tersebut didasari karena ternyata pada limbah cair tahu masih terdapat biomassa yang dapat dikonversi menjadi bahan bakar, berupa biogas, dengan bantuan proses dari bakteri anaerobik.

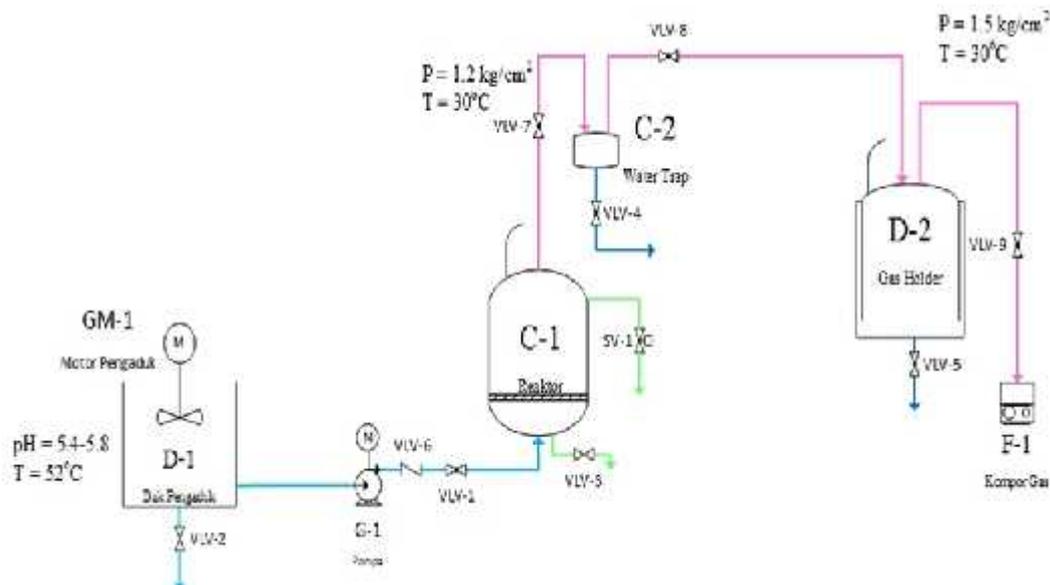
Proses pengolahan limbah cair tahu dengan metode anaerobik sudah mulai banyak penerapannya dikarenakan lebih banyaknya keuntungan yang didapatkan dari penerapan proses tersebut. Jika dibandingkan dengan proses aerobik, proses anaerobik memang lebih sulit untuk aplikasinya, namun keuntungan yang dapat diperoleh dari proses anaerobik lebih banyak dibanding dengan proses aerobik yang umum digunakan untuk semua proses pengolahan limbah. Di antara keuntungan yang dapat diperoleh adalah hasil biogas untuk keperluan memasak, limbah keluaran yang dapat memenuhi Baku Mutu, pemanfaatan limbah lain seperti isi rumen sapi, dan pupuk sebagai hasil samping.

Hingga saat ini aplikasi pengolahan limbah cair tahu terbatas pada sentra industri tahu, semua keluaran limbah dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam satu reaktor yang besar. Hal tersebut ditujukan agar hasil biogas menjadi lebih banyak dan biaya pembuatannya lebih rendah. Di Kota Bontang instalasi pengolahan limbah cair tahu secara anaerobik belum menjadi referensi, dikarenakan jarak antar produsen tahu di Kota Bontang sangat jauh, sehingga tidak memungkinkan untuk mengumpulkan limbahnya menjadi satu. Didasari pada fakta-fakta di atas, maka muncul gagasan untuk membuat unit pengolahan limbah cair tahu dengan ukuran yang lebih kecil karena ditujukan untuk produsen tahu di Kota Bontang. Unit pengolahan limbah tahu yang akan dibuat diharapkan dapat mengolah limbah cair tahu dengan jumlah masukan limbah yang lebih sedikit, ukuran unit yang lebih kecil, pengoperasian yang lebih mudah, namun tetap bisa menghasilkan keluaran limbah yang sesuai Baku Mutu dan hasil biogas yang sebanding dengan masukan limbah.

2. EKSPERIMEN

2.1. Deskripsi Proses

Pengolah limbah cair tahu dibagi menjadi 3 unit kerja yang dikelompokkan berdasarkan fungsi dan proses yang terjadi di dalamnya. Ketiga unit tersebut adalah: Unit pengumpul limbah yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengondisikan limbah sebelum mengalami reaksi anaerob, unit reaktor tempat terjadinya reaksi anaerob dan menghasilkan biogas, dan unit pengumpul gas tempat menampung gas dan menghitung volume biogas yang dihasilkan oleh reaktor. Sesuai dengan Gambar 2.1 limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu dengan suhu sekitar 52°C dan pH 5,4-5,8 yang mula-mula akan dikumpulkan terlebih dahulu ke dalam bak pengumpul yang sudah dilengkapi agitator. Di dalam bak pengumpul, pH limbah dikondisikan agar berada dalam rentang pH yang optimum (6,5-8). Selain hal tersebut, limbah juga mengalami pengadukan guna mencapai kehomogenan fasa.



Gambar 2.1. Diagram Alir Proses Pengolah Limbah Cair Tahu Berbasis Reaktor UASB

Setelah itu agitator dimatikan dan limbah dipompakan ke dalam biodigester melalui bagian dasar. Di dalam biodigester dilakukan pengondisian suhu reaktor untuk menjaga suhu agar tetap pada rentang suhu optimum sebesar 30 °C. Dikarenakan rata – rata suhu ambien kota Bontang sudah mencapai 30 °C, maka pada alat rancang bangun ini tidak diperlukan komponen *heater*. Setelah beberapa hari di dalam biodigester, limbah akan menghasilkan biogas yang akan ditampung di unit pengumpul gas (*gas holder*) kemudian biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar kompor.

2.2. Prosedur penarikan contoh uji dan analisis

2.2.1. Prosedur Penarikan Contoh Limbah

Peralatan yang digunakan meliputi:

- 2 Botol Contoh Uji 1 liter,
- *Eppendorf* 500 μ l,
- *Tips Eppendorf*,
- *Cooler Box*, dan
- Termometer.

Bahan yang digunakan meliputi:

- Larutan H_2SO_4 1:1
- Es Batu
- Limbah Cair Tahu

Prosedur kerja yang dilakukan meliputi:

- Mendinginkan botol contoh uji didalam *cooler box* yang sudah berisi es batu,
- Membilas botol contoh uji dengan limbah,
- Mengisi contoh uji limbah kedalam botol hingga penuh (tidak ada rongga udara yang tersisa),
- Mengukur suhu contoh uji,
- Meneteskan larutan H_2SO_4 sebanyak 2 ml kedalam salah satu botol contoh uji, dan
- Menyimpan contoh uji didalam *cooler box* untuk kemudian diangkut ke laboratorium.

2.2.2. Prosedur Analisis pH

Referensi : SNI 06-6989.11-2004

Peralatan yang digunakan meliputi:

- *Corning pH/ion meter* 450,
- Elektroda pembanding,
- Pengaduk magnetik,
- Gelas Beker, dan
- Tisu lembut.

Bahan yang digunakan meliputi:

- Larutan standar penyangga pH 4, 7, dan 10,
- Limbah cair tahu, dan
- Air suling.

Prosedur kerja yang dilakukan meliputi:

- Membilas elektroda pembanding dengan air suling kemudian dikeringkan dengan kertas tisu lembut
- Mengkalibrasi pH meter:
 - a. Memasukkan elektroda kedalam larutan standar penyangga pH 4,
 - b. Menunggu hingga pembacaan *pH meter* konstan dan sesuai dengan larutan standar penyangga pH 4,
 - c. Membilas elektroda pembanding dengan air suling kemudian dikeringkan dengan kertas tisu lembut,
 - d. Memasukkan elektroda kedalam larutan standar penyangga pH 10,
 - e. Menunggu hingga pembacaan *pH meter* konstan dan sesuai dengan larutan penyangga pH 10, dan
 - f. Melihat nilai *slope* pada *pH meter* (alat siap digunakan jika nilai *slope* minimal bernilai 95%),
- Membilas elektroda pembanding dengan air suling kemudian dikeringkan dengan kertas tisu lembut
- Memasukkan elektroda kedalam gelas beker berisi contoh uji sambil diaduk perlahan untuk menghindari terlarutnya karbon dioksida
- Mengamati pembacaan hingga menunjukkan hasil yang konstan

2.2.3. Prosedur Analisis *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Referensi yang digunakan adalah APHA Ed. 22-2012 5210 B.

Peralatan yang digunakan meliputi:

- *DO Meter*,
- Inkubator,
- Labu ukur 1 l, dan 2 l
- Gelas beker,
- Pipet ukur,
- Botol pencuci,
- *Blower*,
- Botol *BOD*,
- *Parafilm*, dan
- Tisu.

Bahan yang digunakan meliputi:

- Limbah cair tahu,
- CRM 1:1,
- Inokulum,
- Larutan Asam atau Basa,
- *Buffer Phosphate*,

- $MgSO_4$,
- $CaCl_2$,
- $FeCl_3$, dan
- Air jenuh oksigen.

Prosedur kerja yang dilakukan meliputi:

- Mencuci semua peralatan gelas yang akan digunakan (disarankan pencucian dilakukan sebelum hari analisis sehingga pada hari analisis glassware telah kering).
- Menjenuhkan air suling dengan oksigen dengan cara ditiupkan udara selama 1 jam,
- Mengecek pH contoh uji,
- Jika pH terlalu asam maka ditambahkan larutan NaOH dan jika terlalu basa ditambahkan larutan H_2SO_4 dimana pengenceran tidak lebih dari 0.5% (pH ideal 6.5-7.5) ,
- Menguji kandungan Klorin menggunakan *UV-Vis Spechtometer*. Jika kandungan Klorin terlalu tinggi, maka ditambahkan Na_2CO_3 ,
- Membuat larutan Nutrient dengan cara memipet Buffer Phosphate, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $FeCl_2$, dan inokulum, kemudian ditepatkan dengan air jenuh oksigen (perbandingan reagen dengan air jenuh oksigen adalah 1:1000) lalu dihomogenkan,
- Mengencerkan CRM (Certified Reference Material) dengan cara memipet 20 ml CRM 1:1 ke dalam labu ukur 1 L, kemudian ditepatkan dengan air jenuh oksigen lalu dihomogenkan,
- Mengencerkan sample dengan larutan nutrisi,
- Menuangkan larutan nutrisi, larutan CRM, dan larutan contoh uji yang sudah diencerkan ke dalam Botol *BOD*,
- Mengukur nilai DO_0 ,
- Mengisolasi botol *BOD* dengan *parafilm*,
- Menyimpan botol *BOD* di dalam inkubator selama 5 hari,
- Mengukur nilai DO_5 , dan
- Menghitung nilai *BOD* dengan persamaan sebagai berikut:

$$BOD_5, \text{ mg/l} = (DO_0 - DO_5) \times P \quad (1)$$

DO_0 : Oksigen terlarut hari pertama analisis
 DO_5 : Oksigen terlarut hari kelima analisis
P: Banyaknya pengenceran

2.2.4. Prosedur Analisis *Total Suspended Solid* (TSS)

Referensi yang digunakan adalah APHA Ed. 21, bagian 2540 D (2005), Halaman 2-58, SNI D6-6989, 3-2004.

Peralatan yang digunakan meliputi:

- Peralatan vakum,
- Kertas saring,
- Oven,
- Desikator, dan
- Pipet Volume.

Bahan yang digunakan meliputi:

- Air suling dan
- Sampel limbah

Prosedur kerja yang dilakukan meliputi:

- Mempersiapkan kertas saring:
 - a. Meletakkan kertas saring diperalatan filtrasi,
 - b. Memasang peralatan vakum,

- c. Mencuci kertas saring dengan air suling 20 mL kemudian melakukan proses penyedotan untuk menghilangkan sisa air,
 - d. Mematikan vakum dan menghentikan pencucian,
 - e. Mengeringkan kertas saring yang sudah dicuci di oven pada suhu 103 – 105 °C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator lalu ditimbang dan
 - f. Memasukkan kertas saring ke dalam desikator kembali, kemudian ditimbang ulang hingga diperoleh berat konstan,
- Meletakkan kertas saring yang sudah disiapkan pada peralatan vakum kemudian membasahi kertas saring dengan sedikit air suling,
 - Mengaduk sampel limbah dengan pengaduk magnetik untuk menghomogenkan sampel limbah,
 - Memipet sampel limbah sebanyak 100 ml saat sampel diaduk ke dalam alat penyaring vakum tepat di atas kertas saring,
 - Menunggu hingga semua sampel tersaring,
 - Jika sampel mengandung lemak, maka dilakukan pembilasan dengan air suling sesering mungkin.
 - Mengeringkan kertas saring yang sudah digunakan di dalam oven dengan suhu 103-105 °C selama 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator lalu ditimbang,
 - Memasukkan kertas saring ke dalam desikator kembali, kemudian ditimbang ulang hingga diperoleh berat konstan,
 - Menghitung nilai TSS dengan formula sebagai berikut:

$$\text{Mg TSS/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{V_s}$$

A: berat konstan kertas saring dan residu (g),

B: berat konstan kertas saring (g)

V_s: Volume sampel.

2.2.5. Prosedur Analisis *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Referensi yang digunakan adalah APHA ed.22-2015 5220 D.

Peralatan yang digunakan meliputi:

- *UV-Vis Spechtometer*,
- Kuvet *Hach* 1 cm,
- Reaktor *COD*,
- Ependorf 500 µl,
- Pipet Ukur,
- Silinder Ukur,
- Gelas beaker,
- Pengaduk magnetik, dan
- Tisu.

Bahan yang digunakan meliputi:

- Limbah Cair Tahu yang sudah diawetkan dengan H₂SO₄ 1:1,
- Vial *COD*, dan
- Air suling.

Prosedur kerja yang dilakukan meliputi:

- Menghidupkan reaktor *COD* hingga indikator temperatur menunjukkan suhu 150°C,
- Mengaduk contoh uji dengan menggunakan pengaduk magnetik,
- Menguji kandungan *chloride*. Jika kandungan *chloride* lebih dari 2000 ppm, maka perlu ditambahkan AgNO₃ 1N sebanyak 0.28 ml setiap 1000 ppm kandungan *chloride*,

- Mengencerkan contoh uji sebanyak 2 kali dengan cara memipet 1 ml sample ke dalam silinder ukur kemudian ditepatkan dengan aquadest hingga 20ml lalu dihomogenkan,
- Memipet *blank sample* yang sudah diencerkan, masing – masing ke dalam Vial *COD* sebanyak 2 ml menggunakan ependorf,
- Mengocok vial *COD* dengan kuat. Tidak dianjurkan untuk memegang kaca Vial *COD* karena reaksi bersifat eksotermis. Jika warna Vial *COD* berubah menjadi hijau maka perlu dilakukan pengenceran lebih lanjut. (Maksimal pengenceran hingga 30x) ,
- Meletakkan vial *COD* ke reaktor *COD*,
- Mengatur *timer* reaktor *COD* untuk digunakan selama 2 jam,
- Setelah 2 jam, vial *COD* didinginkan hingga suhu di bawah 120 °C, kemudian dikocok ketika masih hangat,
- Mendinginkan vial *COD* hingga suhu ruang,
- Membaca kandungan *COD* dengan UV-Vis *Spechtophotometer*. Vial *COD* harus dibersihkan dengan tisu terlebih dahulu agar pembacaan alat tepat, dan
- Membersihkan segala peralatan yang sudah digunakan selama analisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Analisis Bahan Baku

3.1.1. Hasil Analisis Suhu Bahan Baku

Suhu bahan baku setelah proses produksi dari pabrik tahu dan siap dibuang ke lingkungan adalah 52°C.

3.1.2. Hasil Analisis pH Bahan Baku

pH limbah cair tahu yang belum diolah pada biodigester adalah 3,991.

3.1.3. Hasil Analisis *BOD* Bahan Baku

Pada Tabel 4.1 berikut merupakan hasil perhitungan dan analisa *BOD* bahan baku:

Tabel 3.1. Hasil Perhitungan dan Analisis *BOD* Bahan Baku

No.	Faktor Pengenceran	Perhitungan
1	1000	$BOD_5 = ((9,09 - 1,21) - (9,00-7,7)) \times 1000 = 6580$
2	2000	$BOD_5 = ((9,00 - 4,56) - (9,00-7,7)) \times 2000 = 6280$
3	4000	$BOD_5 = ((9,00-6,21) - (9,00-7,7)) \times 4000 = 5960$

sehingga hasil analisis *BOD* bahan baku adalah 6273,33 mg/l

3.1.4. Hasil Analisis TSS Bahan Baku

Hasil analisis TSS didapatkan dengan sistem duplo pada sampel, sehingga :

Berat kertas saring 1 = 0,1078 g

Berat kertas saring 2 = 0,1074 g

(1) Berat kertas saring 1 + residu = 0,1378 g

(2) Berat kertas saring 2 + residu = 0,1391 g

$$\text{mg TSS/l (1)} = \frac{(0,1378 - 0,1078) \times 1000}{0,05}$$

$$= 608$$

$$\text{mg TSS/l (2)} = \frac{(0,1380 - 0,1074) \times 1000}{0,05}$$

$$= 612$$

Hasil analisis TSS bahan baku adalah 610 mg/l .

3.1.5. Hasil Analisis COD Bahan Baku

Hasil analisis COD bahan baku adalah

$$\begin{aligned} \text{mg COD/l} &= 443 \text{ mg/l} \times 20 \\ &= 8860 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

3.2. Hasil Analisis Produk Limbah Keluaran Biodigester

3.2.1. Hasil Analisis Suhu

Suhu bahan baku setelah diproses di dalam biodigester dan siap dibuang ke lingkungan adalah 30°C.

3.2.2. Hasil Analisis pH Produk

pH limbah cair tahu yang telah diolah pada biodigester dengan inokulum bambu adalah 6,09.

3.2.3. Hasil Analisis BOD Produk

Pada Tabel 3.2 berikut merupakan hasil perhitungan dan analisis BOD produk.

Tabel 3. 2. Hasil Perhitungan dan Analisis BOD Produk

No.	Faktor Pengenceran	Jenis Inokulum	Perhitungan
1	100	Bambu	$BOD_5 = ((9,00 - 5,55) - (9,02-7,21)) \times 100 = 164$
2	100	Rumen	$BOD_5 = ((8,95 - 0,14) - (9,02-7,21)) \times 100 = 152$
3	200	Bambu	$BOD_5 = ((8,97 - 6,35) - (9,02-7,21)) \times 200 = 162$
4	200	Rumen	$BOD_5 = ((8,98 - 6,38) - (9,02-7,21)) \times 200 = 158$
5	500	Bambu	$BOD_5 = ((8,99 - 6,32) - (9,02-7,21)) \times 500 = 155$
6	500	Rumen	$BOD_5 = ((8,98 - 6,88) - (9,02-7,21)) \times 500 = 145$

Sehingga hasil analisis BOD limbah yang diolah dengan inokulum bambu adalah 160 mg/l, sedangkan limbah yang diolah dengan inokulum rumen adalah 152 mg/l.

3.2.4. Hasil Analisis TSS Produk

Hasil analisis TSS didapatkan dengan sistem duplo pada sampel, sehingga :

- Berat kertas saring 1 = 0,1074 g
- Berat kertas saring 2 = 0,1083 g
- Berat kertas saring 3 = 0,1078 g
- Berat kertas saring 4 = 0,1082 g
- (1) Berat kertas saring 1+ residu inokulum bambu = 0,1125 g
- (2) Berat kertas saring 2+ residu inokulum bambu = 0,1129 g
- (3) Berat kertas saring 3+ residu inokulum rumen = 0,1130 g
- (4) Berat kertas saring 4+ residu inokulum rumen = 0,1135 g

$$\text{mg TSS/l (1)} = \frac{(0,1125 - 0,1074) \times 1000}{0,05}$$

$$= 102$$

$$\text{mg TSS/l (2)} = \frac{(0,1129 - 0,1083) \times 1000}{0,05}$$

$$= 92$$

$$\text{mg TSS/l (3)} = \frac{(0,1130 - 0,1127) \times 1000}{0,05}$$

$$\begin{aligned} &= 104 \\ \text{mg TSS/l (4)} &= \frac{(0,1135-0,1082) \times 1000}{0,05} \\ &= 106 \end{aligned}$$

Hasil analisis produk limbah keluaran biodigester dengan inokulum bambu adalah 97 mg/l . Hasil analisis produk keluaran biodigester dengan inokulum rumen adalah 105 mg/l .

3.2.5. Hasil Analisis COD Produk

Untuk analisis produk limbah keluaran biodigester tidak dilakukan pengenceran. Hasil pembacaan *UV-Vis Spechtometer* untuk limbah yang sudah diolah dengan inokulum rumen memiliki COD sebesar 350 mg/l sedangkan untuk limbah yang diolah dengan inokulum bambu adalah 365 mg/l .

4. SIMPULAN

4.1. Simpulan

Simpulan hasil penelitian diantaranya:

1. Rancang bangun unit pengolah limbah cair tahu dengan menggunakan prinsip reaktor *UASB* berhasil dibuat yang terdiri dari tiga peralatan utama, yaitu bak pengaduk, biodigester, dan *gas holder*,
2. Pengaruh jenis inokulum terhadap kualitas limbah adalah
 - Inokulum bambu mampu menaikkan nilai pH limbah dari 3,99 menjadi 6,09, menurunkan nilai TSS dari 610 mg/l menjadi 97 mg/l , menurunkan nilai COD dari 8860 mg/l menjadi 365 mg/l , menurunkan nilai BOD dari 6273 mg/l menjadi 160 mg/l .
 - Inokulum rumen mampu menaikkan pH limbah dari 3,99 menjadi 6,01, menurunkan nilai TSS dari 610 mg/l menjadi 105 mg/l , menurunkan nilai COD dari 8860 mg/l menjadi 350 mg/l , menurunkan nilai BOD dari 6273 mg/l menjadi 152 mg/l .
3. Inokulum rumen sapi lebih baik dalam menurunkan nilai BOD dan COD dibandingkan dengan bambu, namun nilai TSS lebih tinggi karena masih banyaknya padatan dari rumen yang terikut ke limbah hasil keluaran biodigester.

4.2. SARAN

Saran tindak lanjut atas simpulan diantaranya:

1. Mempertimbangkan waktu tinggal limbah agar lebih lama dalam biodigester sehingga limbah berkontak dengan inokulum lebih lama dan kemungkinan nilai BOD dan COD turun lebih besar,
2. Mempertimbangkan waktu tinggal limbah agar lebih lama dalam biodigester kemudian mengamati pembentukan biogas,
3. Memasang pH meter dalam biodigester untuk mengontrol pH limbah yang tinggal di dalam biodigester.
4. Menambah jumlah strainer dalam biodigester untuk menambah proses penyaringan limbah sehingga diharapkan nilai TSS bisa turun sebelum limbah dibuang ke lingkungan, dan
5. Menghitung nilai keekonomisan alat serta membandingkan pengolahan limbah secara aerob dan anaerob.

DAFTAR PUSTAKA

- Putra, R. A. 2012. Perancangan dan Implementasi *Digester* Limbah Cair Tahu Skala Mini. Bandung.
- Rowse, L. E. 2011. Design of Small Scale Anaerobic Disgesters for Application In Rural Developing Countries. University of South Florida.
- Kaswinarni, F. 2007. Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu. Semarang.
- Sani, E. Y. Pengolahan Air Limbah Tahu Menggunakan Reaktor Anaerob Bersekat dan Aerob.

RANCANGAN ALAT PEMISAH MINYAK DAN AIR PIPE CPI (CORRUGATED PLATE INTERCEPTOR) STUDI KASUS DI PT. PUSTEK

Rio Rinarwandi¹, Devinta Wardhani²
Ahmad Hasnan¹

¹Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin
Jl. Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425,
Telepon (021) 7270036, Hunting, Fax (021) 7270034,
riorinar@gmail.com, devinta13@gmail.com

ABSTRAK

Studi ini digunakan sebagai kasus untuk melakukan pemisahan air yang di dalamnya terkandung minyak (*Oily Water Treatment*) dalam limbah cair dan kotoran padat lainnya yang memanfaatkan gravitasi menjadi prinsip kerjanya. Proses ini dimulai dengan masuknya limbah cair dimana komposisinya adalah campuran air dan minyak yang melalui plat pembatas untuk mengontrol masuknya air bertekanan tinggi agar tidak merusak filter. Selanjutnya air mengalir memenuhi ruangan yang terdapat *corrugated plate* dengan sudut kemiringan 45° maupun bisa juga dengan posisi horizontal, sehingga fluida akan terpisah dalam ruangan (*tanki*) yang lebih kecil di *corrugated plate*. Gravitasi akan membantu memisahkan minyak dan air pada saat fluida di dalam *corrugated plate*. Prinsip gravitasi menghasilkan 3 lapisan. Lapisan pertama ialah partikel minyak yang dibuang menggunakan *scump pipe* yang dapat berputar 360°. Selanjutnya pada lapisan kedua ialah air yang dikeluarkan melalui keran yang terletak di samping tangki. Lapisan paling bawah atau lapisan ketiga ialah partikel-partikel berat yang terkandung dalam air seperti pasir, batu dll. Pembuangan partikel pada lapisan ketiga selanjutnya akan dikeluarkan dengan membuka tangki atau melalui saluran yang terdapat dibawah tangki. CPI didesain dengan susunan yang sederhana dan memiliki beberapa ruangan sehingga memungkinkan digunakan untuk flowarete yang tinggi, perawatan yang mudah, dan harga yang terjangkau.

Kata kunci : *Oily Water Treatment, Oil Water Interceptor, Coalescing Plate*

ABSTRACT

This study is used as a case for the separation of water in which it contains oil (Oily Water Treatment) in liquid waste and other solid waste that utilizes gravity into its working principle. This process starts with the entry of liquid wastes whose composition is a mixture of water and oil through the limiting plate to control the entry of high pressure water so as not to damage the filter. Furthermore, the water flows to meet the room with corrugated plate with 45° angle or horizontal position, so the fluid will be separated in the smaller (tank) chamber in the corrugated plate. Gravity will help separate the oil and water during fluid inside the corrugated plate. The principle of gravity produces 3 layers. The first layer is the oil particles removed by a rotating scump pipe 360°. Next in the second layer is water released through the faucet located next to the tank. The bottom layer or the third layer is heavy particles contained in water such as sand, rock etc. The removal of the particles in the third layer will then be removed by opening the tank or through the channels located under the tank. The CPI is designed with simple arrangement and has multiple rooms allowing for high flowarete, easy maintenance, and reasonable price.

Keyword : *Oily Water Treatment, Oil Water Interceptor, Coalescing Plate*

1.1 LATAR BELAKANG

Industri di Indonesia tiap tahun terus meningkat pertumbuhannya, begitu pula dengan limbah yang dihasilkannya. Saat ini pun pemerintah mulai tegas menerapkan peraturan tentang pembuangan limbah. Karena pelaku industri kadang mengesampingkan pengelolaan lingkungan yang menghasilkan berbagai jenis-jenis limbah dan sampah, terutama limbah migas (minyak dan gas). Sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 04 Tahun 2007 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas Serta Panas Bumi, bahwa minyak yang boleh terkandung dalam limbah air sebanyak 25 mg/L.

Minyak dan oli adalah istilah umum untuk semua cairan organik yang tidak larut /bercampur dalam air (hidrofobik). Akibat dari pencemaran limbah minyak dapat menyebabkan berbagai macam dampak buruk, baik terhadap lingkungan maupun makhluk hidup. Oleh karena itu, para pengusaha industri telah melakukan *Waste Water Treatment Plan* untuk menangani masalah ini. Yaitu dengan membuat *Oil Water Separator*.

Teknologi Oil Water Separator yang digunakan oleh beberapa perusahaan masih memerlukan perawatan lanjutan dan menggunakan lahan yang luas. Pada umumnya *Oil Water Separator* yang digunakan dapat memisahkan dengan tingkat pemisahan mencapai 150 ppm (*part per million*). Di sisi lain perusahaan industri terus meningkat produktivitasnya sehingga limbah yang dihasilkan pun meningkat.

Atas alasan di atas menjadi latar belakang penulis untuk merancang alat *Corrugated Plate Interceptor* sebagai *Oil Water Separator* yang lebih efisien, mudah dalam perawatan, mudah dalam fabrikasi dan tidak memerlukan lahan yang luas yang akan sangat bermanfaat untuk industri.

1.2 TUJUAN PERANCANGAN

1. Merancang *Corrugated Plate Interceptor* sebagai alat *Waste Water Treatment Plan*.
2. Merancang *Corrugated Plate Interceptor* yang efisien dan mudah dalam fabrikasi.
3. Melakukan analisis desain terhadap *Corrugated Plate Interceptor* yang dirancang sehingga mendapatkan dimensi dan material sesuai standar.

1.3 DATA DAN METODE

1.3.1 Data Jurnal

- 1.3.1.1 On-Line Measurement of separation dynamics in primary gas/oil/water separators : Challenges a technical solutions – A review.



Gambar 1. On-Line Measurement of separation dynamics

-) Menggunakan horizontal cylinder vessel, panjang 20 meter (m) dan diameter 3-4 meter (m).
-) Menggunakan parallel plate interceptor.
-) Proses oil-water separator mendominasi setting dan coalescence.
-) API separator dapat memisahkan minyak tidak kurang dari 150 mm.
-) Kecepatan dari minyak dapat naik ke atas dapat diestimasikan dari hukum stoke.

$$V_r = \frac{9 D_o^2 (P_w - l_a)}{18 \mu_a}$$

Dimana : V_r = Kecepatan naik

G = Gravitasi

P_w = Massa jenis air

P_o = Massa jenis oli

D_o = Diameter dari rintikan oli

μ_a = Viskositas air

-) Input = oli mentah, air gas dan benda solid.
-) Separator yang menggunakan parallel plate interceptor (PPLs) 3x lebih banyak kapasitasnya dari pada separator konvensional.
-) PPLs digunakan dalam oil water separator untuk meningkatkan efisiensi pemisahan dengan menetapkan jarak terkecil antar plate dan permukaan area dari plate.

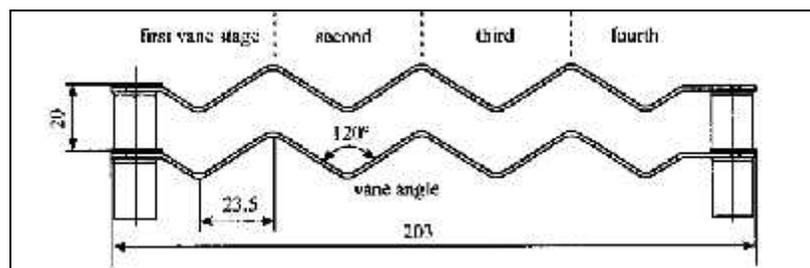
1.3.1.2 Demulsification of Stable Emulsions From Produced Water Using A Phase Separator With Inclined Parallel Arc Coalescing Plates.



Gambar 2. Demulsification of Stable Emulsions

-) Input : Campuran oli, air dan surfactant.
-) Dimensi tanki : 0,8 x 0,4 x 0,4 meter (m)
-) Menggunakan parallel plate yang menggunakan sudut tertentu.
-) Menggunakan sudut kemiringan 55° di garis horizontal dan menggunakan material aluminium pada PPLS
-) Dalam kasus tetesan minyak, terdapat 2 gaya : gaya apung dan gaya tekan

1.3.1.3 Numerical Study of Steam – Water Separator With Wave-Type Vanes



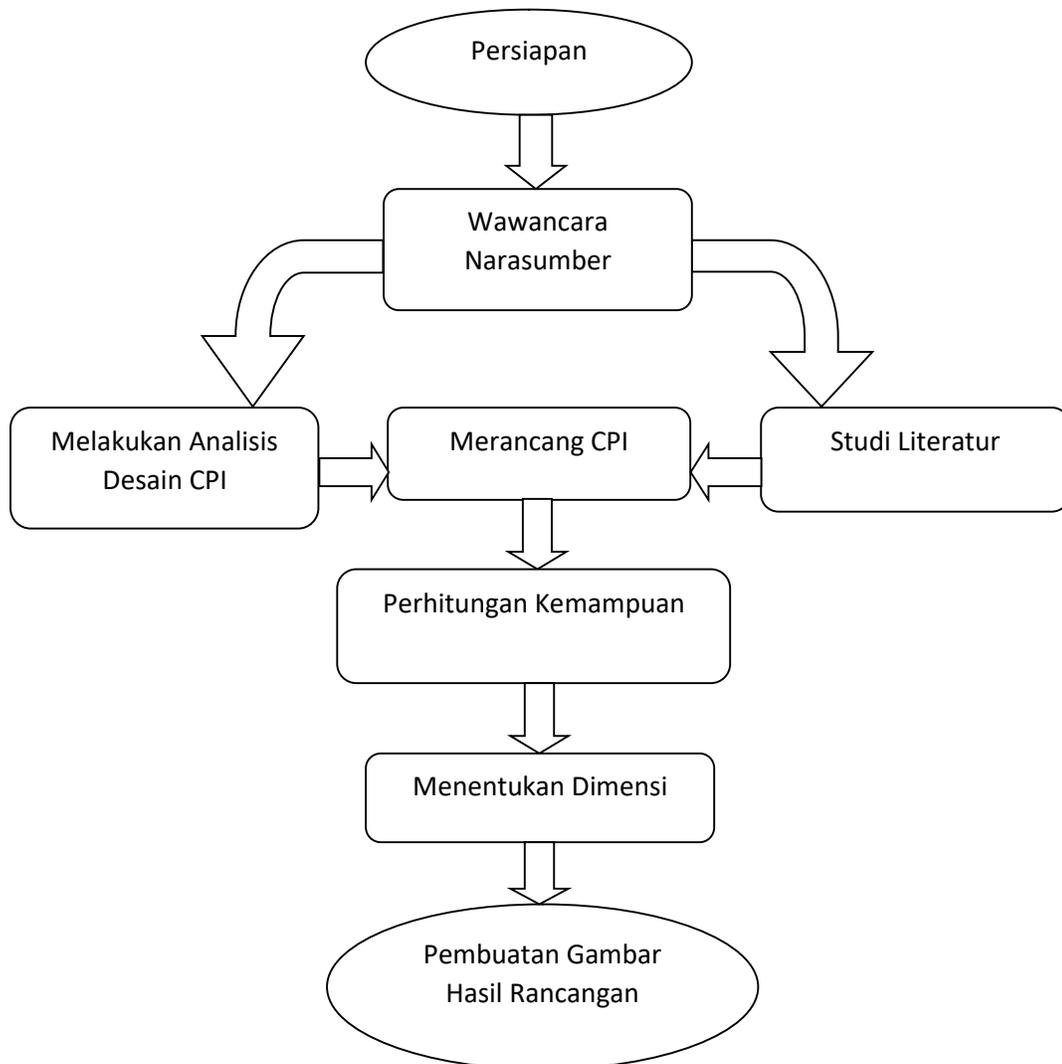
Gambar 3. Numerical Study of Steam – Water Separator With Wave-Type Vanes

-) Menggunakan tipe plate gelombang
-) Terdapat 2 jenis plate : tanpa cantelan dan dengan cantelan
-) Sudut dari plate gelombang

1.3.2 METODOLOGI PERANCANGAN

1. Persiapan, wawancara dengan narasumber.
2. Studi literatur.

3. Melakukan analisis desain *Corrugated Plate Interceptor*.
4. Merancang *Corrugated Plate Interceptor*.
5. Perhitungan kemampuan *Corrugated Plate Interceptor*.
6. Menentukan dimensi *Corrugated Plate Interceptor*.
7. Pembuatan gambar hasil rancangan.

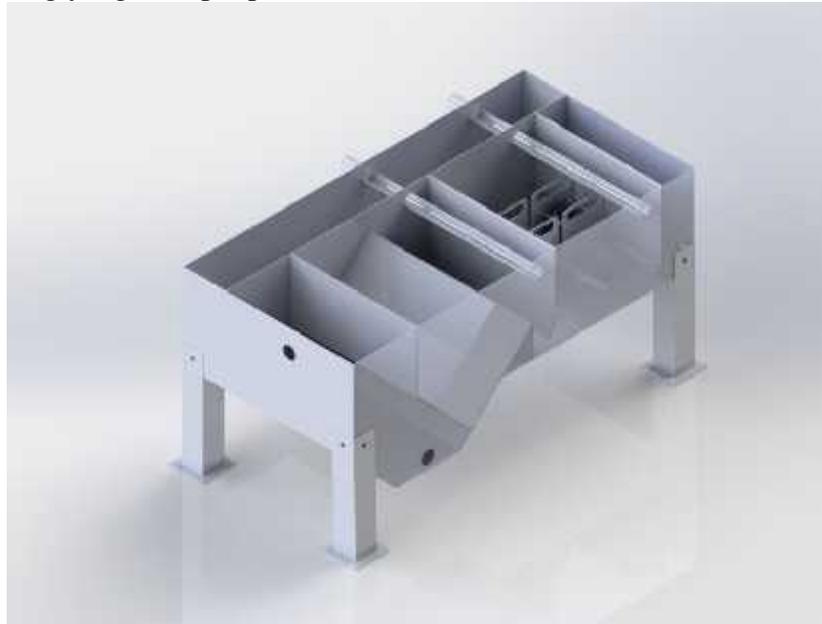


Gambar 4. Flowchart Metode Penelitian

1.4 HASIL DAN PEMBAHASAN

1.3.3 Oil Water Seperator

Corrugated Plate Interceptor merupakan jenis yang paling banyak digunakan dalam dunia industri limbah pemisah minyak dan cairan. *Corrugated Plate Interceptor* terdiri dari serangkaian *plate bergelombang* dan *scoop*. Rangkaian *limbah cair* dialirkan menuju tabung yang terdapat plate.



Gambar 2. *Corrugated Plate Interceptor*

Dasar perhitungan untuk *Corrugated Plate Interceptor* :

FLUID DATA		
1.	Fluid Name	Oily Water
2.	Flowrate	5.00 m ³ /hr 22.00 GPM
3.	Operating Pressure	Atmospheric
4.	Operating Temperature	Ambient
5.	Water Density	61.60 lb/ft ³
6.	Water Viscosity	0.98 cP
7.	Oil Density	53.00 lb/ft ³
8.	Oil Viscosity	6.00 cP

9.	Gravitational Acceleration	9.80 m ² /s
----	----------------------------	------------------------

Tabel 1. CPI (29-T-006) CALCULATION

) Sedimentation Velocity

$$V_s = \frac{\{200g (\rho_{water} - \rho_{oil}) d^2\}}{\pi}$$

$$V_s = 0.99 \text{ m/h}$$
) Separating Area

$$A = \frac{Q}{V_s}$$

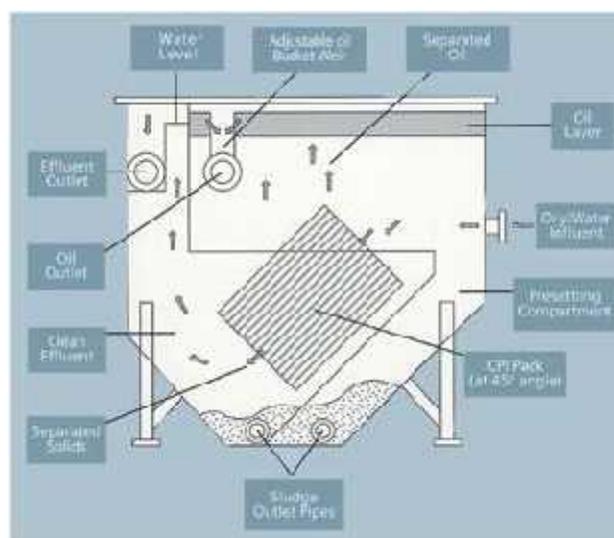
$$A = 5.04 \text{ m}^2$$

Type	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	A (m2)	ds (mm)
Mini Pack	1080	470	500	5.74	20
Half Pack	1750	985	500	22.9	20
One Pack	1750	985	995	47.9	20
Twin Pack	1750	1970	995	95.8	20
Magnum	2250	995	995	66.4	20

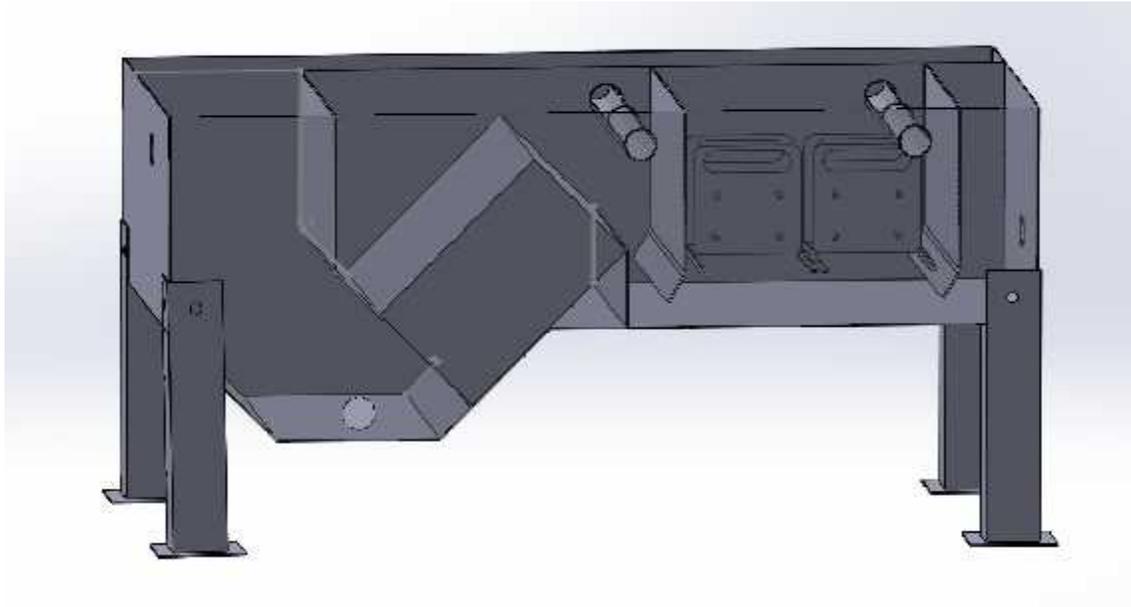
Tabel 2. Standard Plate Dimension based on Separating Area

1.3.4 Membandingkan Alat Yang Sudah Ada Dengan Alat Yang Akan Di Buat

Membuat perbandingan dengan melakukan analisis melalui studi literature yang sudah ada agar dapat mengetahui apakah alat yang sudah ada menghasilkan limbah cair yang sudah bersih.



Gambar 3. desain pada umumnya



Gambar 4. desain yang akan dirancang

Dapat dilihat dalam gambar diatas diketahui bahwa desain yang sudah ada tidak memiliki plat penahan limbah cair sehingga saat limbah cair masuk dengan debit yang besar dapat mengakibatkan kerusakan pada filter. Desain yang sudah juga tidak membagi tangka dalam beberapa ruangan yang dapat memungkinkan limbah air dan oli masih tercampur dalam jumlah yang besar. Maka dari itu perlu dilakukan evaluasi pada desain dan menambahkan baberapa bagian agar tangki CPI lebih efektif.

1.3.5 Perancangan Yang Seharusnya Dilakukan

1. Membuat plat penahan limbah cair yang masuk ke dalam tangki sehingga tidak merusak filter saat debit limbah cair yang masuk kencang.
2. Penyediaan beberapa ruangan didalam tangki dibutuhkan agar limbah cair yang baru masuk tidak tercampur dengan limbah cair yang sudah di filter.
3. Mengatur jarak antar plat pada filter Karena jarak plat pada filter mempengaruhi kejernihan limbah cair yang sudah di filter

1.4 KESIMPULAN

1. Desain pada umumnya tidak memperhitungkan debit limbah air yang akan masuk yang dapat merusak filter
2. Didalam tangki limbah cair yang masuk tidak dipisahkan antara yang sudah terfilter dan belum difilter yang mengakibatkan limbah cair akan tercampur kembali dan tidak menghasikan hasil yang baik.

1.5 UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak kepada Bapak Ahmad Hasnan, S.T, M.T selaku dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah membimbing dalam penelitian ini.

RANCANG BANGUN PRESSTOOL JENIS SIMPLE TOOL PROSES BENDING 2/3 UNTUK MATA BOR BIOPORI

**Erick Leonardus Marbun, Agus Susanto, Benedigtus Kunto Bagaskoro, Briyan Benget
Alfonsius**

Agussusanto2508@yahoo.com

**Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok
16424, No. telp. +62217270044, No. Fax. (021)727004**

Abstrak

Press tool merupakan suatu alat bantu produksi yang berfungsi untuk membentuk suatu lembaran plat menjadi bentuk - bentuk yang di butuhkan. Dalam penelitian ini, pembentukan yang dimaksud adalah penekukan plat untuk membuat bor biopori. Press tool ini terdiri dari dua bagian, yaitu bagian atas dan bawah. Bagian atas merupakan pemegang punch berfungsi sebagai jig dan bagian bawah merupakan pendukung dan pengarah benda kerja yang berfungsi sebagai fixture.

prinsip alat ini di dasarkan pada gaya tekan yang bekerja pada punch untuk menekan lembaran plat sesuai dengan geometri dan ukuran yang akan dibuat. Dilihat dari fungsinya press tool ini tergolong dalam klasifikasi presstool jenis simpletool karena, proses yang terjadi disini hanya ada satu jenis pekerjaan pada satu stasiun kerja yakni proses penekukan plat.

Pembuatan alat ini bertujuan mempermudah dan mempercepat proses produksi untuk penekukan bor biopori, agar mendapatkan hasil produk yang efektif dan efisien.

Kata Kunci: Presstool, punch, jig, fixture, simpletool.

abstrak

Press tool are used to help the production process that form plate sheets to make shape needed. The shaping that we mean in this project are to bend the plate that use for "bor biopori". Press tool divided by two part, the upper and the lower part. The upper part is a punch holder as jig, and the lower part is to supports and locate the workpiece as a fixture.

This tenet based on the force that work on the punch to bend the plate sheets fits with the geometry and dimension that needed. As the function, this press tool is classified in simple tool, because the process that worked is just single bend work in one station.

The fabrication of this tool is to make the production of bend process easier and faster, to have an effective and efficient result.

Key word : Presstool, punch, jig, fixture, simpletool.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Press tool merupakan salah satu alat yang efektif untuk memproduksi suatu komponen komponen yang terbuat dari bahan baku pelat dalam jumlah yang besar, serta memungkinkan untuk dicapainya suatu hasil produksi dengan efektifitas dan efisiensi kerja yang tinggi, karena proses produksi yang tidak rumit dan hasil produksi yang didapatkan mempunyai keseragaman dalam ukuran dan bentuk serta biaya operasi yang relatif murah.

*Press tool merupakan suatu alat yan menerapkan prinsip kerja penekanan dengan melakukan pemotongan dan pembentukan atau penggabungan dari keduanya untuk mencapai suatu produk. Peralatan ini digunakan untuk membuat produk secara massal. Salah satu contoh *press tool* yang menerapkan prinsip kerja penekanan untuk proses pembentukan adalah *bending*.*

*Press tool bending telah banyak digunakan di bidang industri dan kegiatan praktikum di sekolah dan kuliah. Untuk membuat suatu mata bor biopori yang berbahan dasar pelat harus menggunakan *press tool*. Proses pembentukan pelat menjadi mata bor biopori harus melewati 3 proses penekanan, 1 kali proses pemotongan dan 2 kali proses penekukan atau *bending*. Yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah proses pembentukan ke dua dalam pembentukan mata bor biopori yang diberi nama proses bending 2/3.*

*Mata bor biopori ini merupakan *project* dari salah satu Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Karena adanya kebutuhan akan hal tersbeut maka tim penulis membuat alat *bending* proses 2/3 untuk mata bor biopori.*

1.2 Rumusan Masalah

Dalam proses “Rancang Bangun Presstool Jenis Simple Tool Proses Bending 2/3 untuk Mata Bor Biopori”, terdapat beberapa permasalahan yang harus diselesaikan antara lain :

1. Bagaimana cara membuat suatu perkakas tekan dengan ukuran presisi?
2. Bagaimana menerapkan prinsip kerja pembentukan dengan mekanisme *bending*?
3. Bagaimana merancang dan membangun simple tool yang telah di rencanakan ?

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan penulisan dari karya tulis ini adalah

1. Dapat membuat perkakas tekan dengan ukuran yang presisi dan mudah digunakan
2. Dapat merancang dan membangun simple tool untuk proses bending

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perencanaan

Langkah-langkah pendekatan yang sistematis dalam proses berfikir menemukan ide / gagasan untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Pada tahapan ini bertujuan untuk mengumpulkan dan mengidentifikasi data sesuai kondisi lapangan dan kebutuhan pelanggan.

2.1.1 Pertimbangan Penggunaan

Secara Teknis :

- Untuk Menghasilkan produk dalam jumlah banyak (massal) untuk pemesanan pertama 10 Pcs
- Menjamin keseragaman bentuk dan ukuran produk agar tetap sama
- Waktu pengerjaan yang singkat
- Peningkatan kualitas hasil , pada sebelumnya pada saat pengeboran, tanah sulit di keluarkan. Pada produk kami hasilnya akan lebih baik

Secara ekonomi :

- penghematan biaya proses permesinan, karena biaya wirecut di ganti dengan pipa
- menurunkan harga produk
- produktivitas tinggi, karena ada bagian lain yang mendukung alat ini

2.1.2 Klasifikasi Press Tool

Simple Tool

Simple Tool adalah perkakas tekan sederhana yang dirancang hanya melakukan satu jenis pekerjaan pada satu stasiun kerja. Dalam operasinya hanya satu jenis pemotongan atau pembentukan yang dilakukan, misalnya Blanking atau bending saja.

Keuntungan simple tool :

1. Dapat melakukan proses pengerjaan tertentu dalam waktu yang singkat.
2. Kontruksinya relatif sederhana sehingga mudah proses pembuatannya.
3. Menghasilkan kualitas produk lebih terjamin
4. Mudah di assembling
5. Harga alat relatif murah

Kerugian Simple Tool :

1. Hanya mampu melakukan proses - proses pengerjaan untuk produk yang sederhana sehingga untuk jenis pengerjaan yang rumit tidak dapat dilakukan oleh jenis Press Tool ini.
2. Proses pengerjaan yang dapat dilakukan hanya satu jenis saja.

2.2 Prinsip kerja

Berfungsi memproduksi ratusan atau ribuan dari komponen yang sama dalam waktu yang relatif singkat. Terkadang didalam suatu Press Tool terjadi proses pengerjaan secara bersamaan antara proses Proses Tool dan proses pembentukan sekaligus. Proses pengerjaan secara bersamaan inilah yang akan penulis rancang.

Adapun prinsip kerja rancangan adalah :

1. Pelat lembaran dimasukkan kedalam mesin jenis Simple Tool
2. Mesin Simple Tool akan turun dengan ditekan secara manual yang akan kemudian akan membuat Punch bergerak turun dan mampu memberikan tekan atau reaksi terhadap pelat.

3. Mesin Simple Tool terus bergerak turun dan tetap ditekan secara manual sehingga membuat Punch dapat melubangi lembaran pelat dengan ukuran yang telah ditentukan. Kemudian Punch berikutnya langsung membentuk lembaran tersebut menjadi produk yang direncanakan.
4. Setelah selesai Punch akan bergerak ke atas, kembali ke posisi semula dan secara bersamaan melontarkan (bila ada) lembaran pelat yang berbentuk pelat jadi.

2.3 Pemilihan Material

Dalam membuat dan merencanakan rancang bangun suatu alat atau mesin perlu sekali menghitung dan memilih material yang akan dipergunakan. Bahan merupakan unsur utama disamping unsur-unsur lainnya. Bahan yang diproduksi harus kita ketahui guna meningkatkan nilai produk. Hal ini sangat akan mempengaruhi peralatan tersebut karena kalau material tersebut tidak sesuai dengan fungsi dan kebutuhan maka akan berpengaruh pada keadaan peralatan dan nilai produknya. Pemilihan material setelah dipergunakan ST 42 sesuai akan sangat menunjang keberhasilan pembuatan rancang bangun dan perencanaan tersebut. Material yang akan diproses harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada desain produk, dengan sendirinya sifat-sifat material akan sangat menentukan proses pembentukan.

2.3.1 Faktor Pemilihan Material

1. Kekuatan material

kekuatan material adalah kemampuan material yang dipergunakan untuk menahan beban maksimal dan beban lentur.

2. Kemudahan mendapatkan material

Dalam perencanaan ini diperlukan pertimbangan apakah material yang diperlukan ada dan mudah didapatkan. Hal ini dimaksudkan apabila terjadi kerusakan sewaktu-waktu maka material yang rusak dapat diganti atau dibuat dengan cepat sehingga waktu untuk pergantian alat lebih cepat sehingga alat dapat berproduksi dengan cepat pula.

3. Fungsi dari material Dalam pembuatan perencanaan simple tool ini dipengaruhi oleh komponen komponen yang di rencanakan seperti punch, dies, plat atas, plat bawah, dan shank karena mempunyai fungsi yang berbeda beda sesuai dengan fungsinya. Oleh karena itu perlu dicari material yang sesuai dengan komponen yang dibuat.

4. Harga bahan relatif murah

Untuk membuat komponen yang direncanakan maka diusahakan agar material yang digunakan untuk komponen tersebut harganya semurah mungkin dengan tidak mengurangi atau menekan biaya produksi dari pembuatan alat tersebut.

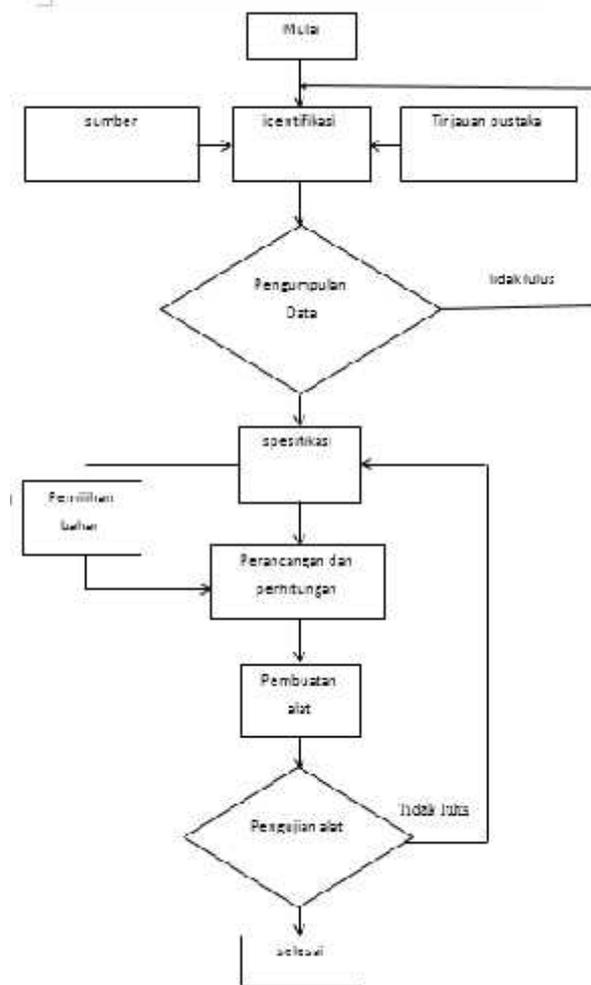
5. Daya Guna Yang Efisiensi.

Dalam pembuatan komponen permesinan perlu juga diperhatikan penggunaan material yang seefisien mungkin, dimana hal ini tidak mengurangi fungsi dari komponen yang akan dibuat. Dengan cara ini maka material yang akan digunakan untuk pembuatan komponen tidak akan terbuang dengan percuma dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi.

6. Kemudahan proses produksi

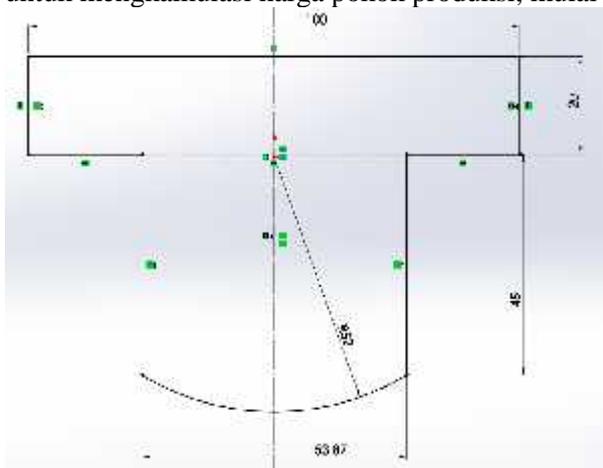
Kemudahan dalam proses produksi sangat penting dalam pembuatan suatu komponen karena jika material sulit untuk dibentuk maka akan memakan banyak waktu untuk memproduksi material tersebut, yang akan menambah biaya produksi.

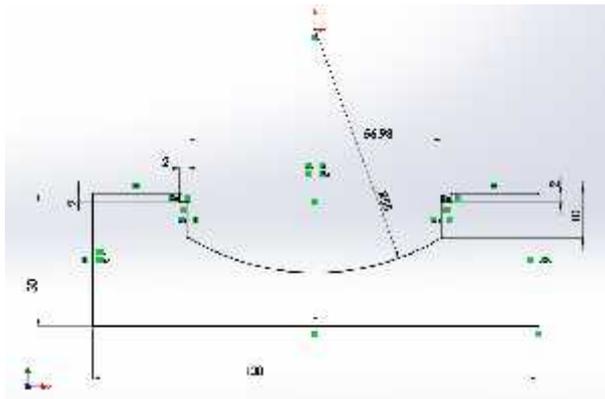
2.4 Flow chart pembuatan



2.5 Perancangan

Merancang merupakan tahapan melakukan draft rancangan dan spesifikasi beberapa part kemudian diberikan optimasi dan revisi rancangan jika memang diperlukan. Dalam hal ini, menggunakan software Solidworks 2016 dalam pembuatan draft rancangan 3D dan 2D Modelling. Selain itu, software Excel 2016 diperlukan untuk mengkalkulasi harga pokok produksi, mulai dari material cost, dan variabel cost yang lain.





2.6 Fabrikasi/ Manufaktur

Tahapan penyelesaian terakhir yang harus dilakukan adalah menyusun gambar kerja/ floor drawing hasil pengerjaan dari software, yang nantinya akan digunakan sebagai informasi selama proses manufaktur. Tahapan ini tidak dijelaskan oleh penulis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN *

3.1 Perhitungan Simple Tool

Perhitungan gaya penekukan

$$F_b = \frac{K.L.\sigma_m \cdot t^2}{W}$$

F_b = Gaya bending (Kg)

K = Konstanta Gaya bending

σ_m = tegangan tarik maksimum bahan plat (Kg/mm²)

t = tebal plat (mm)

W = dimensi bukaan dies (mm)

Menentukan tebal dies minimal

$$H = \sqrt[3]{\frac{F_{total}}{g}}$$

H = tebal dies (mm)

F_{total} = gaya Total (kgf)

g = gravitasi bumi (m/s²)

Perhitungan *spring back*

$$\frac{R_i}{R_f} = 4\left(\frac{R_i \cdot Y}{E \cdot t}\right)^3 - 3\left(\frac{R_i \cdot Y}{E \cdot t}\right) + 1$$

R_i = radius mula - mula [mm]

R_f = radius setelah *spring back* [mm]

Y = Yield strenght $\left[\frac{N}{mm^2}\right]$

E = Modulus elastisitas $\left[\frac{N}{mm^2}\right]$

t = tebal pelat [mm]

Menentukan panjang *punch*

$$L_{eq} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{P}}$$

L_{eq} = Panjang Equivalent [mm]

E = Modulus Young [GPa]

I = Momen inersia [mm²]

P = Gaya bending [Kg]

Menentukan momen inersia

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

Menentukan panjang punch actual

$$L_{act} = \frac{b \cdot L_{sq}}{2}$$

L_{act} = Panjang actual [mm]

Menentukan ukuran shank

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot d_{neck}^2}$$

σ_t = tegangan tarik bahan shank [$\frac{kg}{mm^2}$]

F = Beban yang diangkat oleh shank [Kg]

d_{neck} = Diameter leher shank [mm]

Perhitungan pembebanan geser

$$\tau_g = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot d_c^2}$$

τ_g = Tegangan geser bahan shank [$\frac{kg}{mm^2}$]

F = Beban yang diangkat oleh shank [Kg]

d_c = Diameter minor [mm]

Menentukan ukuran baut

Untuk menentukan ukuran baut tersebut diperoleh dari tabel (PMS 0-17)

Tabel Standard Die Thickness (PMS-017)

Menentukan dimensi pin penempat

Untuk menentukan dimensi dari pin penempat dengan mengikuti standar PMS 0-40.

Menentukan dimensi top plate & bottom plate

Untuk menentukan dimensi Top Plate dan Bottom Plate menggunakan standar part yang terdapat pada tabel katalog Die Sets DIN 9868 Fibro – 2010.67 dengan acuan dimensi dies yang terdekat.

Menentukan ukuran pillar

Perkakas tekan ini menggunakan 2 buah pilar, karena pengumpanan pelat secara manual, khususnya jenis back spot (posisi pilar pada belakang bottom plate). Hal tersebut bertujuan untuk memudahkan pengamatan dan jalan pengumpanan pelat serta proses drawing. Untuk menentukan ukuran pilar, diambil dari tabel katalog Guide Pillar DIN 9825/ISO 9182-2 Fibro 202.19

Menentukan ukuran bush

Untuk bushing, jenis bushing yang digunakan menggunakan bahan kuningan (CuZn), dikarenakan koefisien gesek kuningan rendah yaitu 0,35. Dalam menentukan ukuran bushing menyesuaikan ukuran dengan diameter yang terdapat pada tabel Guide Pillar DIN 9825/ISO 9182-2 Fibro 202.19, sehingga ukuran yang dipilih terdapat pada Guide Bushes Fibro 3120.40.

4. KESIMPULAN

Secara teknis terdapat banyak hal yang harus dipertimbangkan dalam merancang Simple Tool, terutama mengacu pada *project* Dosen. Beberapa hal penting yang harus diperhatikan pada saat presstool tersebut mulai diproses yakni dalam pemilihan material dan cara pembuatannya.

Screw Used	Minimum Distance	Maximum Distance	Die Thickness
M5	15	50	10 – 18
M6	25	70	15 – 25
M8	40	90	22 – 32
M10	60	115	27 – 38
M12	80	150	35 or More

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan pada karya tulis ini, dapat disimpulkan bahwa rancangan Simple Tool untuk Mata Bor Biopori layak dikonstruksikan. Simple Tool dapat menekuk pelat dengan radius 55 mm dengan tebal 3mm.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam proses pembuatan karya tulis ini, penulis telah mendapatkan berbagai bimbingan dan arahan, baik berupa ilmu, informasi, maupun segi administrasi. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dosen Pembimbing Tugas Akhir
KPS Teknik Mesin
Ketua Jurusan Teknik Mesin

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eprints.polsri.ac.id/1607/3/BAB%2011.pdf
- [2] Luchsinger, H. R. 1984. Tool Design. Bandung. Swisscontact.

RANCANG BANGUN MESIN AMPELAS DAN POLES SPESIMEN UJI METALOGRAFI LABORATORIUM MESIN

Anggi Wijaya¹, Dwinaldi Afif¹, Galih Rachmadi¹, Iqbal Fadillah¹,
Sidiq Ruswanto², Darius Yuhas²

¹Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G.A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425,
Telepon (021) 7270036, Hungting Fax (021) 7270034, humas@pnj.ac.id

²Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Mesin ampelas dan poles digunakan untuk preparasi benda uji metalografi. Di laboratorium mesin PNJ terdapat mesin ampelas dengan dua piringan ampelas tanpa pencekam benda uji, sehingga tidak dapat digunakan untuk menampung sepuluh benda uji. Benda uji dipoles secara manual dengan tangan. Maka diperlukan mesin ampelas dan poles yang memiliki tiga piringan untuk pengampelasan dan pemolesan dilengkapi pencekam benda uji. Metodologi yang digunakan, yaitu analisa kebutuhan, pemilihan material, pemilihan mekanisme, perhitungan kekuatan, gambar kerja dan pembuatan mesin. Mesin ampelas dan poles spesimen uji metalografi dibuat dengan ukuran panjang 1000 [mm], lebar 600 [mm], dan tinggi 350 [mm].

Kata kunci: ampelas, poles, baja, metalografi, pencekam.

Abstract

Grinding and polishing machine is used for metallography specimen preparation. At PNJ machine laboratory there is grinding machine with two grinding discs without specimen holder, so it can't be used to accomodate ten specimens. Specimens are polished manually by hand. Then it needed grinding and polishing machine which has three discs for grinding and polishing with specimen holder. The methodology used is analysis of needs, material selection, mechanism selection, force calculation, working drawing and machine fabrication. Grinding and polishing machine is made with 1000 [mm] length, 600 [mm] wide, and 350 [mm] height.

Keywords: grinding, polishing, steel, metallography, holder.

I. PENDAHULUAN

Sifat-sifat material logam terdiri dari sifat mekanis, fisis, kimia, dan metalografis. Sifat metalografis adalah sifat yang dipengaruhi oleh susunan mikrostruktur material tersebut [1]. Untuk mengetahui sifat metalografis suatu material dapat dilakukan dengan menganalisa struktur mikro material. Pengujian metalografi dilakukan bertujuan untuk dapat mengobservasi struktur mikro tersebut [2]. Pengujian metalografi dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu pengamatan makroskopik dan pengamatan mikroskopik. Pengamatan makroskopik merupakan pengamatan untuk struktur yang kasar, dapat dilihat menggunakan mata telanjang atau dilihat dengan perbesaran 10x. Pengamatan mikroskopik merupakan mengamati struktur yang lebih halus, dapat dilihat dengan pembesaran lebih dari 10x [3].

Tahapan pelaksanaan pengujian metalografi : "Mempersiapkan sampel uji dengan cara memotong spesimen, pemegangan (mounting), ampelas (grinding), pemolesan (polishing), etsa (etching) dan selanjutnya adalah pengamatan menggunakan mikroskop optik untuk mendapatkan bentuk struktur mikro" [3].

Proses pengampelasan dan pemolesan menghasilkan permukaan sampel uji menjadi halus dan mengkilap tanpa adanya goresan. Terdapat beberapa cara untuk melakukan proses pengampelasan, mulai dari menggosok sampel pada tempat yang statis (manual grinding) hingga yang otomatis (automatic grinding) [3]. Pengampelasan dan pemolesan yang bagus dapat dihasilkan oleh mesin pengampelas dan pemoles dengan kondisi mesin yang bagus.

Mesin ampelas dan poles uji metalografi yang beredar dipasar internasional sangat mahal dengan kisaran harga 5500 – 10000 USD [4]. Untuk mendapatkan mesin ampelas dan poles uji metalografi yang handal dengan harga terjangkau, sehingga dibuat mesin ampelasan dan poles secara mandiri. Pembuatan mesin ampelas dan poles pernah dilakukan oleh Albaet Firdaus dan Dyah Sawitri, ST,

MT (2013) melakukan tugas akhir dengan judul Perancangan Mekanik Mesin Poles untuk Proses Metalografi Bahan Menggunakan Motor Listrik [5]. Tri Mulyanto et al, (2015) melakukan skripsi dengan Judul Rancang Bangun Mesin Ampelas dan Poles untuk Proses Metalografi [2]. Indra Wisnu W (2016) membuat tugas akhir dengan judul Rancang Bangun Bagian Dinamis Mesin Poles Spesimen Uji Metalografi dengan 4 Tingkat Kekasaran Ampelas [6].

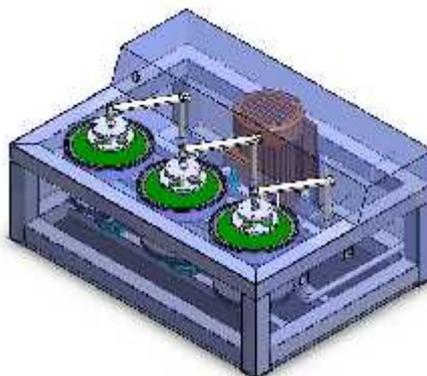
Dari hasil pembuatan mesin ampelas pada tahun 2013 [5], menghasilkan kesimpulan bahwa sistem kerja mekanik pada mesin penghalus dan pemoles logam ini dapat bekerja dengan baik, mulai dari putaran kedua piringan logam hingga sistem air daur ulangnya. Tidak terjadi getaran yang terlalu besar pada kerangka penyangga, putaran dari kedua piringan logam memiliki kecepatan yang sama dan air pending yang keluar melalui selang juga mengalir dengan lancar dan sistem air daur ulang juga berjalan dengan baik. Kecepatan putar piringan tergolong stabil dengan nilai angka yang ditampilkan pada sebuah LCD. Sistem sirkulasi air menggunakan kombinasi bahan penyaring berdasarkan sistem penjernih air sederhana lebih baik dalam menyaring kotoran disbanding dengan hanya menggunakan bahan sabut cuci piring sebagai penyaring.

Tri Mulyanto et al, (2015) berhasil membuat mesin ampelas untuk uji metalografi [2]. Menggunakan dua buah motor AC 220 Volt dengan daya $\frac{3}{4}$ HP putaran 1500rpm yang masing-masing bekerja pada kontrol terpisah. Mesin ampelas dan pemoles logam bekerja dengan baik, baik piringan logam yang dapat diatur kecepatannya maupun sirkulasi air pendingin. Sistem sirkulasi air dan piringan logam dapat difungsikan secara terpisah atau masing-masing [2].

Pembuatan mesin ampelas dan poles terbaru untuk tugas akhir pernah dilakukan Indra Wisnu W (2016) [6]. Menghasilkan rancangan gaya gesek sebesar 1,8 kg pada ampelas paling kasar (320). Digerakkan oleh sebuah motor berdaya $\frac{1}{4}$ HP. Diameter pulley penggerak 50 mm, diameter pulley yang digerakkan 200 mm serta untuk ke 4 piringan menggunakan pulley 75 mm. Menggunakan poros dengan diameter 17 mm panjang poros 111 mm. Bantalan yang digunakan untuk menumpu poros dengan bantalan 6203ZZ. Berdasarkan hasil pengujian alat, motor mampu menggerakkan ke 4 piringan secara bersamaan dengan dibebani gaya tekan dan gaya gesekan spesimen. Mampu memoles spesimen dengan hasil yang mengkilat [6].

Dari ketiga mesin ampelas dan poles yang sudah pernah dibuatkan, belum tersedianya holder atau pencekam spesimen uji. Pencekam ini berfungsi untuk mencekam spesimen uji. Adanya pencekam spesimen uji supaya pengampelasan dan pemolesan dapat berjalan dengan baik

Kondisi mesin ampelas yang ada di laboratorium mesin PNJ berumur cukup tua dan memunculkan beberapa masalah, yaitu sering mengalami korsleting listrik, tidak ada penepat spesimen benda uji, dan mesin poles yang tidak dapat digunakan. Untuk itu perlu dibuatkan mesin ampelas dan poles uji metalografi yang handal dan dilengkapi pencekam spesimen dengan harga yang terjangkau. Mesin ini terdiri dari tiga piringan yang dapat disubstitusi penggunaannya untuk proses ampelas (grinding) dan proses poles (polishing) dilengkapi dengan tiga pencekam (holder) berkapasitas duabelas spesimen uji. Sehingga tujuan dari rancang bangun ini adalah untuk merancang, menggambar, membangun mesin ampelas dan poles metalografi menggunakan tiga piringan serta dilengkapi tiga holder untuk pencekam uji spesimen.



Gambar 1. Prototipe Mesin Ampelas dan Poles Spesimen Uji Metalografi

II. METODE PELAKSANAAN

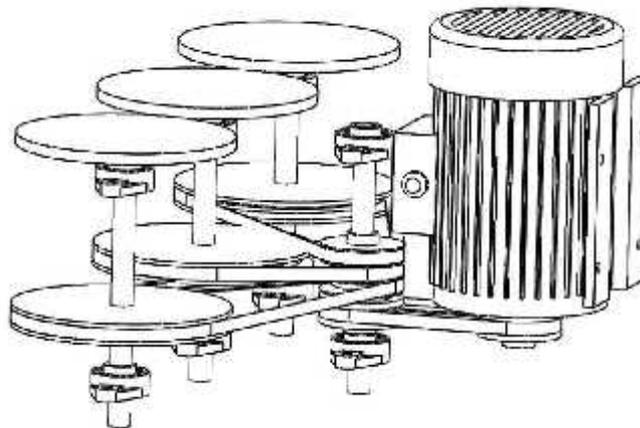
Metode yang digunakan dalam melakukan rancang bangun ini berdasarkan analisa kebutuhan untuk mengetahui alat penunjang praktikum uji metalografi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan informasi sebanyak-banyaknya. Mengumpulkan studi pustaka sebagai referensi dalam pembuatan prototipe. Selanjutnya ditentukan pemilihan material, mekanisme, dan perhitungan kekuatan sehingga menjadi suatu spesifikasi. Spesifikasi yang sudah didapat dituangkan ke dalam bentuk gambar kerja. Tahap selanjutnya adalah membuat komponen-komponen yang kemudian dilakukan perakitan komponen yang sudah dibuat. Selanjutnya dilakukan uji coba prototipe mesin. Menyusun laporan prototipe mesin yang sudah dibuat dan menyerahkan laporan yang sudah disusun secara lengkap.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang bangun mesin ampelas dan poles meliputi perencanaan gaya gesek, daya, puli, sabuk V, poros transmisi, pegas, bantalan, dan struktur.

1. Prinsip Kerja Mesin

Prototipe mesin ampelas dan poles spesimen uji metalografi ini digerakan oleh sebuah motor listrik yang menggerakkan tiga piringan ampelas dan poles. Puli penggerak pada poros motor berputar menggerakkan puli bertingkat empat pada poros penghubung, kemudian puli bertingkat menggerakkan setiap puli pada poros piringan, akibatnya piringan berputar.



Gambar 2. Prinsip kerja mesin

2. Pegas

Untuk mengetahui gaya penekanan tangan dalam praktikum uji metalografi maka dilakukan percobaan pengukuran gaya tekanan tangan. Percobaan dilakukan sebanyak sepuluh kali menghasilkan rata-rata gaya penekanan untuk tiap spesimen uji adalah 4,85 [N] dan dilakukan pembulatan menjadi 5 [N]. Jadi gaya tekan pada setiap piringan berjumlah 20 [N].

Dari data percobaan penekanan spesimen uji, pada penepat spesimen digunakan mekanisme pegas untuk menekan spesimen ke piringan ampelas. Berdasarkan katalog centuryspring [8], spesifikasi pegas yang mendekati kebutuhan sebagai berikut :

ID	= 23,3 [mm]
Free length	= 47,6 [mm]
Solid length	= 16,5 [mm]
Max. Deflection	= 31,0 [mm]
Rate	= 1,0 [N/mm]
Max. Load	= 31 [N]

3. Gaya Gesek

Gaya gesek terjadi akibat persentuhan langsung antar permukaan benda dengan arah berlawanan. Gesekan antara spesimen uji dan permukaan ampelas dihitung dengan :

$$F_k = \mu_k \cdot N \quad [\text{Persamaan 1}]$$
$$F_k = 0,74 \cdot 31 \quad (\text{pada satu piringan})$$
$$F_k = 22,94 \text{ [N]}$$
$$F_{k \text{ total}} = 22,94 \cdot 3$$
$$F_{k \text{ total}} = 68,82 \text{ [N]} \quad (\text{total pada tiga piringan})$$
$$F_{k \text{ total}} = 7,015 \text{ [kg]}$$

(Sularso 2012)

4. Daya Motor

Untuk menggerakkan piringan ampelas dan poles digunakan motor listrik. Penentuan daya motor diawali dengan menghitung kecepatan putar disk ampelas dan poles yang dibutuhkan.

Perhitungan kecepatan putar disk ampelas dan poles dihitung dengan persamaan :

$$v = \pi \cdot d \cdot n \quad [\text{Persamaan 2}]$$

(Sularso 2012)

Dengan banyak putaran pada piringan ampelas dan poles (n) 350 [rpm], diameter poros 20 [mm] didapat kecepatan putar ampelas dan poles 219,911 [m/menit].

Lalu, daya pengampelasan yang dibutuhkan dihitung dengan persamaan :

$$N_c = F_k \cdot v / 60 \cdot 102 \quad [\text{Persamaan 3}]$$

(Sularso 2012)

Dari hasil perhitungan didapat daya pengampelasan (N_c) 0,25207 [kW].

Lalu, daya motor listrik pada mesin ampelas dan poles metalografi dihitung dengan persamaan :

$$P_o = N_c + 0,05 \quad [\text{Persamaan 4}]$$

(Sularso 2012)

Daya motor listrik yang diperlukan dari perhitungan adalah 0,30207 [kW].

Motor listrik yang digunakan adalah 0,55125 [kW] atau 0,75 [HP].

Keterangan :

P = daya [watt]
 T = torsi [kg.mm]
 n = kecepatan putar [rpm]

5. Pulley dan V-Belt

Pulley dan *V-belt* digunakan untuk menyalurkan putaran dari motor ke piringan ampelas dan poles. Kecepatan putar dari motor direduksi dari $n_1 = 1400$ [rpm] menjadi $n_2 = 350$ [rpm] dengan menggunakan pulley. Persamaan yang digunakan :

$$n_1/n_2 = D_1/D_2 \quad [\text{Persamaan 5}]$$
$$1400/350 = D_1/D_2$$
$$4/1 = D_1/D_2$$

(Sularso 2012)

Rasio pulley yang digunakan untuk mereduksi putaran adalah 1 : 4. Dimana pulley motor berdiameter 2 [inch], pulley poros penghubung berdiameter 2 [inch], dan pulley poros piringan berdiameter 8 [inch].

Perhitungan panjang sabuk yang digunakan menggunakan persamaan :

$$L_1 = 2 \cdot C_1 + \pi/2 (d_p + D_p) + 1/4C (d_p - D_p)^2 \quad [\text{Persamaan 6}]$$

(Sularso 2012)

Panjang sabuk 1 adalah 457,0746 [mm], panjang sabuk 2 adalah 730,1991 [mm], dan panjang sabuk 3 & 4 adalah 995,0925 [mm].

6. Poros Transmisi

Poros digunakan untuk mentransmisikan daya bersama dengan putaran. Diameter poros ditentukan dengan menggunakan persamaan :

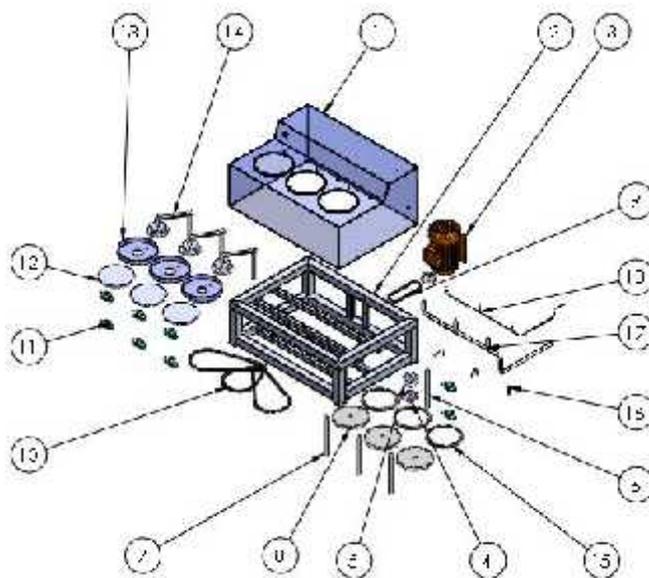
$$\pi/32 \cdot d^3 \cdot \text{allowable} = 1/2 \cdot (M + \sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2}) \quad [\text{Persamaan 7}]$$

(Sularso 2012)

Dengan momen terbesar pada poros, yaitu 2009,1480 [kg.mm], poros menggunakan bahan S45C dengan tegangan tarik maksimum (σ_{max}) 58 [kg/mm²], serta digunakan K_m & K_t sebesar 1,5 dengan alasan beban berputar kejutan ringan.

Dari hasil perhitungan didapatkan diameter poros yang digunakan harus 12,804 [mm].

7. Konsep Desain



Gambar 3. Rancang Bangun Mesin Ampelas dan Poles

Keterangan :

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Body | 10. Belt 2 |
| 2. Rangka | 11. <i>House bearing</i> |
| 3. Motor listrik | 12. Piringan ampelas dan poles |
| 4. Pulley 2" | 13. Wadah air |
| 5. Pulley 2" – 3 jalur | 14. <i>Holder</i> |
| 6. Poros penghubung | 15. Pencekam kartu ampelas dan poles |
| 7. Poros piringan ampelas dan poles | 16. Selang air |
| 8. Pulley 8" | 17. Pipa keluar air |
| 9. Belt 1 | 18. Pipa masuk air |

IV. KESIMPULAN

- Gaya tekan yang dibutuhkan untuk satu spesimen uji adalah 5 [N] sehingga gaya tekan yang diterima satu piringan ampelas dan poles adalah 20 [N].
- Putaran dari motor listrik ditransmisikan terhadap pulley pada poros penghubung dan kemudian ditransmisikan oleh pulley 3 jalur terhadap setiap pulley pada poros piringan ampelas dan poles.
- Daya motor yang digunakan adalah 0,551 [kW]

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budimulyani, Estuti., dan D. MH. Bhakti. 2013. Diktat : Teknologi Bahan. PNJ. Depok.
- [2] Mulyanto, T., Much. Oktaviandri, R. Ricki S, dan N. Akbar. 2015. Rancang bangun mesin ampelas dan poles untuk proses metalografi. *Journal teknik mesin Universitas Gunadarma*, 28 (3).
- [3] Ruswanto, S., dan V. Rizkia. 2013. Pengujian Logam I. PNJ. Depok.
- [4] Aliexpress. 2017. Harga Metallographic Polishing Machine. <https://id.aliexpress.com/w/wholesale-metallographic-polishing-machine.html>. 3 Maret 2017 (10.30).
- [5] Sawitri, D. dan A. Firdaus. 2013. Perancangan Mekanik Mesin Poles Untuk Proses Metalografi Bahan Menggunakan Motor Listrik. ITS paper.
- [6] Indra Wisnu Wardana, “Rancang Bangun Bagian Dinamis Mesin Poles Spesimen Uji Metalografi dengan 4 Tingkat Kekasaran Ampelas”, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, 2016. Diambil dari : <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/76551> (8 Desember 2017).
- [7] Empowering Innovation Engineering value, Katalog spring. Centrury Spring Corp. Los Angeles, USA
- [8] Sularso, Kiyokatsu Suga, “Dasar-Dasar Perencanaan dan Pemilihan Mesin”, Jakarta: CV. Rajawali, 2013.
- [9] Khurmi. R.S., J.K. Gupta, “A Textbook Of Machine Design”, Ram Nagar New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD, 2005.
- [10] Zainuri Ahmad, “Diktat Elemen Mesin I dan II”, Universitas Mataram, 2010.

RANCANG BANGUN *PIPE INSPECTION ROBOT* SEBAGAI ALAT BANTU INSPEKSI PIPA NON HIDROKARBON UKURAN LEBIH DARI 12 INCI DI BADAK LNG

Elita Kabayeva

Teknik Mesin, Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Jakarta program LNG Academy
yevawedd@gmail.com

Abstrak

Perkembangan industri minyak dan gas di Indonesia berkembang pesat seiring dengan permintaan energi yang terus meningkat. Tapi, karena biaya produksi yang mahal, banyak upaya yang dilakukan industri migas untuk mengembangkan teknologi yang efektif, efisien, dan murah. Dengan pengembangan teknologi, industri akan lebih mudah melakukan pekerjaan yang sangat sulit jika dilakukan oleh manusia. Seiring perkembangan inovasi sekarang, manusia menciptakan peralatan berbasis robotika untuk meringankan pekerjaan manusia. Salah satunya adalah Pipe Inspection Robot. Pipe Inspection Robot adalah alat berbasis mikrokontroler atau microprocessor yang dapat dikendalikan dan dapat diinstal perangkat pembantu (sensor) sesuai dengan kebutuhan manusia.

Pipa Badak LNG merupakan tempat mengalirnya fluida. Aliran ini dapat merusak pipa, karenanya, dilakukan pemeriksaan dan pembersihan secara berkala pada pipa. Namun, pada pipa yang lebih kecil dari 24 [inch], pemeriksaan ini sangat sulit dilakukan bahkan tidak dapat dilakukan oleh manusia, sehingga dibutuhkan sebuah alat yang mampu untuk memeriksa pipa tersebut.

Rancang bangun Pipe Inspection Robot mengadaptasi sistem robot yang dimanfaatkan untuk pemeriksaan pipa secara efektif, efisien, murah, dan berisiko rendah. Tujuan dari Pipe Inspection Robot adalah untuk mengurangi kesulitan inspeksi pipa. Kondisi pipa tersebut dipantau secara langsung oleh operator dan dilaporkan sebagai acuan untuk proses pembersihan lebih lanjut.

Pipe Inspection Robot dirancang menggunakan Aluminium. Dilengkapi sensor jarak dengan peralatan inspeksi berupa kamera. Pipe Inspection Robot ini menggunakan penggerak berupa motor DC bertenaga baterai dan di kontrol dari stasiun darat dengan menggunakan remote control.

Dapat disimpulkan bahwa, pembuatan Pipe Inspection Robot adalah solusi untuk mengatasi kesulitan pemeriksaan pipa non hidrokarbon sekaligus untuk menekan biaya operasional pemeriksaan pipa.

Kata Kunci: Robotika, Arduino Mega 2560, Robot Inspeksi Pipa

Abstract

Indonesia's Oil and Gas Industry development grown rapidly as energy demand increases. Expensive production costs, causes the oil and gas industry develops technology that is effective, efficient, and cheap. With this, industry's impossible jobs done by humans will be easier to do. Along with the development of innovations, mankind has created robotics-based equipment to alleviate human tasks. One of them is Pipe Inspection Robot. Pipe Inspection Robot is a microcontroller or microprocessor-based tool that is controlled and installed with sensor based on human needs.

Badak LNG pipeline is where the fluid flows. This fluid flow damages the pipe. Therefore there is regular pipe inspection and cleaning. But for the sizes that smaller than 24 [inches], it is very difficult or even impossible to conduct the examination. Thus, we need a tool that enables pipe inspecting, especially sizes below 24 [inches].

Pipe Inspection Robot design adapt the system that can be used for effective, efficient, inexpensive, and low risk pipe inspection. The aim of Pipe Inspection Robot is to reduce pipe inspection's difficulties. The pipe condition is monitored by the operator and reported as a reference for further cleaning process.

Pipe Inspection Robot designed using aluminium. Equipped with ranging sensor with inspection camera. Pipe Inspection Robot uses a DC motor battery-powered drive system and controlled from ground station by remote control.

It can be concluded that the making of Pipe Inspection Robot is a solution to reduce inspection's difficulties also to minimize pipe inspection's operational cost.

Keywords: Robotic, Arduino Mega 2560, Pipe Inspection Robot

I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Dewasa ini, perkembangan industri minyak dan gas di Indonesia berkembang dengan sangat cepat. Hal itu seiring dengan permintaan kebutuhan energi di Indonesia yang juga semakin tinggi. Akan tetapi, biaya produksi dan perawatan yang semakin mahal membuat perusahaan pelaku industri migas dituntut un-

tuk berinovasi mengembangkan teknologi yang lebih efektif, murah, dan *reliable* sehingga dapat membantu kegiatan operasi industri migas secara efisien.

Badak LNG merupakan perusahaan pencairan gas alam yang berlokasi di Bontang, Kalimantan Timur. Gas alam dicairkan dengan cara mendinginkan gas alam hingga mencapai suhu -161°C . Untuk mencapai pendinginan pada suhu tersebut, maka gas alam didinginkan dengan fluida pendingin melalui proses pertukaran panas pada *heat exchanger*. Pada kilang Badak LNG, terdapat 3 macam fluida pendingin, yaitu air laut, propana, dan *Multi Component Refrigerant (MCR)*.

Gas alam yang akan di dinginkan, disuplai melalui berbagai macam jenis pipa. Pipa-pipa di badak LNG digunakan untuk mengalirkan berbagai jenis fluida secara terus menerus. Pipa-pipa tersebut memiliki kemampuan yang terbatas. Sehingga perlu dilakukan inspeksi secara rutin. Hasil inspeksi ini akan di laporkan dan akan digunakan sebagai dasar untuk keputusan lebih lanjut.

Proses inspeksi pipa dilakukan dengan menggunakan jasa pekerja. Dalam hal ini, pekerja tidak dapat melakukan inspeksi pipa dengan ukuran pipa dibawah 24 [inci]. Akan menjadi sangat berbahaya jika pekerja dipaksa untuk tetap melakukan inspeksi pipa pada ukuran tersebut. Resiko keselamatan dari pekerja merupakan faktor yang harus sangat diperhatikan. Selain itu, letak kerusakan pada suatu pipa menjadi salah satu permasalahan yang timbul saat terjadinya kebocoran pada sistem perpipaan. Kerusakan yang tidak terdeteksi sejak dini akan mengakibatkan kerugian baik dari sisi personil maupun materiil. Mengetahui titik letak kerusakan yang terjadi akan menjadi poin penting dalam dilakukannya inspeksi, sehingga inspeksi dapat berjalan efisien baik dalam waktu maupun biaya.

Guna mewujudkan efisiensi dan efektifitas dalam inspeksi pipa. Maka diperlukan suatu alat yang dapat membantu hal tersebut yaitu *Pipe Inspection Robot*, *Pipe Inspection Robot* merupakan robot yang dapat digunakan dalam kegiatan industri terutama dalam kegiatan inspeksi pipa. Dengan adanya *Pipe Inspection Robot*, maka *user* dapat melihat kondisi dalam pipa ukuran 12-24 [inci] secara langsung dengan pergerakan fleksibel melalui kamera. Kondisi yang telah terekam oleh *Pipe Inspection Robot* akan dilaporkan dan menjadi acuan untuk keputusan lebih lanjut.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahan yang akan diselesaikan dalam makalah ini adalah:

- a. Bagaimana perancangan desain *Pipe Inspection Robot* sehingga dapat digunakan untuk inspeksi Pipa?
- b. Bagaimana sistem pengendalian pada motor *Pipe Inspection Robot*?
- c. Bagaimana sistem instrumentasi *Pipe Inspection Robot* sehingga robot dapat dikendalikan dengan baik?
- d. Bagaimana *Pipe Inspection Robot* dapat mengetahui letak *discontinuity* pada pipa dan menampilkan *output visual* ke dalam komputer?

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari pemanfaatan *Pipe Inspection Robot* sebagai alat bantu inspeksi Pipa adalah sebagai berikut:

- a. Merancang konstruksi *Pipe Inspection Robot* sebagai alat bantu inspeksi pada pipa non hidrokarbon ukuran lebih dari 12 [inci].
- b. Merancang sistem kelistrikan dan instrumentasi pada alat sehingga dapat dikendalikan dengan baik.
- c. Menguji dan mengevaluasi kerja *Pipe Inspection Robot* yang telah di buat.
- d. Mengetahui letak *discontinuity* pada pipa dan menampilkan *output visual* ke dalam computer

II. EKSPERIMEN

Pada desainnya, robot ini bisa bekerja pada pipa berukuran lebih dari 12 inci, dan menggunakan mikrokontroler Arduino Mega. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Selain itu, pada desainnya, robot menggunakan kamera *webcam* untuk pengamatan pipa dan didesain untuk bekerja pada pipa horizontal dengan keadaan kosong. Untuk pengendaliannya, robot menggunakan kontroler berupa *joystick*. Robot hanya menyediakan output visual. Untuk kesimpulan kerusakan pada pipa, disimpulkan oleh pengguna (*user*).

Studi ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Analisa pipa *Cooling Water* di Badak LNG.
2. Merancang robot agar dapat beroperasi pada pipa.
3. Merancang peralatan mekanik, elektronik, dan sistem kontrol robot.
4. Pembuatan peralatan.
5. Pengujian dan perbaikan alat.

Analisis Desain

Dari hasil studi pustaka dan studi lapangan, ditemukan bahwa ukuran pipa sistem pendingin di Badak LNG memiliki ukuran yang beragam, mulai dari ukuran paling kecil adalah 2 [inch] dan ukuran paling besar adalah 72 [inch]. Tersusun atas material yang berbeda-beda, semua didasarkan pada suhu dari fluida pendingin yang dialirkan. Material pipa sistem pendingin yang ada di Badak LNG antara lain FRP, *Carbon Steel*, dan PVC. Dan untuk material pendingin yang dialirkan di dalam pipa adalah air laut.

Dari studi tersebut ditemukan bahwa untuk ukuran pipa dibawah 24 [inch] tidak dapat dinspeksi oleh manusia. Sehingga untuk ukuran pipa 2 [inch] hingga 24 [inch] tidak pernah dilakukan inspeksi. Oleh karena itu, untuk membantu jalannya proses inspeksi pada pipa, *pipe inspection robot* dirancang untuk dapat masuk ke dalam pipa dengan ukuran dibawah 24 [inch]. Didesain untuk dapat bermanuver di dalam pipa horizontal dan dapat mengirimkan gambar kepada pengguna serta dapat mengirimkan lokasi dimana tempat robot berada guna membantu jalannya proses inspeksi pipa di Badak LNG.

Kemudian untuk menunjang ketahanan dari *pipe inspection robot*, badan robot didesain menggunakan bahan PVC dengan tutup badan robot menggunakan bahan akrilik. Kaki robot didesain menggunakan bahan aluminium dimana penopang kaki dari robot didesain menggunakan bahan *stainless steel*.

Perencanaan Mekanik

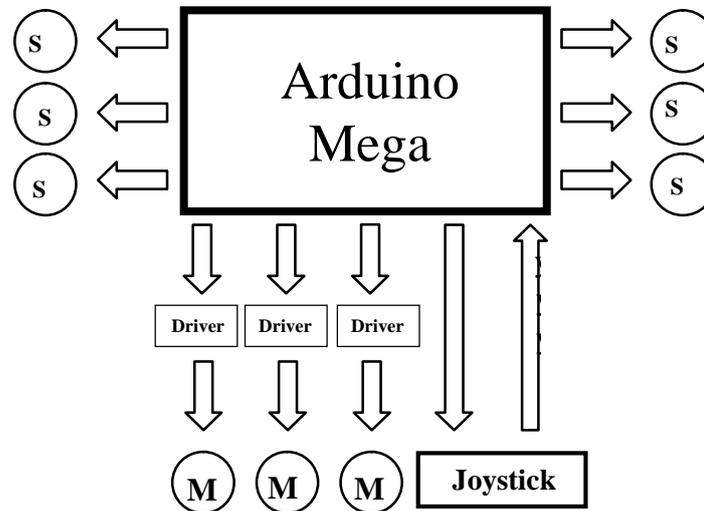
Perancangan mekanik meliputi desain dari konstruksi *Pipe Inspection Robot* menggunakan *engineering software* yaitu *Solidworks* 2013. *Solidworks* adalah salah satu CAD *software* yang dibuat oleh *Dassault Systems* digunakan untuk merancang bagian permesinan atau susunan bagian permesinan yang berupa perakitan dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan bagian alat sebelum dibuat atau tampilan 2D (*drawing*) untuk gambar proses permesinan. Alat-alat yang akan di desain menggunakan *software Solidworks* 2013 ini adalah *main body*, *legs*, *servo mount*, *camera mount*, *front lid*, *back lid*.



Gambar 2.1 Rancangan Robot Inspeksi Pipa

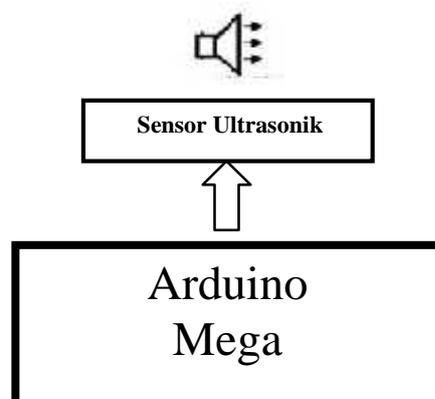
Perencanaan Elektronik

Gambar 2.2 menjelaskan tentang Sistem Kontrol Robot Inspeksi Pipa, diagram alir sistem dari mikrokontroler ke driver dan hubungan dua arah dengan *joystick*.



Gambar 2.2 Sistem Kontrol Robot Inspeksi Pipa

Perancangan sistem elektronik berhubungan dengan perancangan rangkaian catu daya, mikrokontroler, komunikasi serial, *driver* pada motor DC, dan *driver* pada motor servo. *Pipe inspection robot* ini menggunakan sistem kontrol lup tertutup yang mana artinya program dalam mikrokontroler akan mengirimkan sinyal ke *driver motor*. Kemudian *driver motor* akan mengatur pergerakan motor dan begitu seterusnya hingga tercapai nilai keluaran yang diinginkan oleh pengguna. Sehingga pada nantinya, robot diharapkan dapat bekerja maksimal untuk membantu pengguna dalam melakukan inspeksi pipa di *cooling water* Badak LNG. Skema sistem elektronika dan kontrol robot ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Skema Sistem Sensor Ultrasonik Robot Inspeksi Pipa

Komponen elektronik yang digunakan pada pembuatan *pipe inspection robot* meliputi komponen kontrol dan komponen sensor, dimana komponen-komponen tersebut adalah:

a) **Mikrokontroler Arduino Mega**

Salah satu arduino yang digunakan pada perancangan ini adalah ATmega2560 dengan antarmuka USB Host menggunakan Max3421e. *Board* ini memiliki 54 digital I/O dengan 14 I/O untuk PWM, 16 untuk analog input, 4 untuk UART. Arduino Mega yang digunakan pada *pipe inspection robot* ini berjumlah dua dimana arduino pertama digunakan sebagai *platform* penginstalan sensor ultrasonik dan arduino kedua digunakan sebagai *platform* sistem kontrol. Gambar Arduino Mega ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 2.4 Arduino Mega 2560

b) **Motor Driver IBT-2**

Motor Driver IBT-2 43 A H-Bridge merupakan *driver H-Bridge* berbasis transistor BTS7960 yang didesain untuk menghasilkan *drive* 2 arah dengan arus kontinyu hingga 43 [A] pada tegangan 5,5 [Volt] sampai 36 [Volt]. Dilengkapi dengan rangkaian sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali. *Driver motor* ini dapat menggerakkan beban-beban induktif seperti motor DC, motor stepper, koil relay, selenoida, dan beban-beban lainnya. *Motor Driver IBT-2* ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 2.5 Motor Driver IBT-2

c) **Joystick PS2**

Joystick adalah suatu alat kontrol yang dapat terkoneksi dengan mikrokontroler sehingga dapat digunakan untuk mengendalikan *pipe inspection robot* melalui kabel. Di dalam kabel koneksi dari *Joystick* PS2 terdapat 8 pin dimana pin tersebut akan terhubung dengan mikrokontroler sebagai perantara koneksinya. Untuk proses kontrol dilakukan menggunakan *software* pemrograman arduino yang dapat diunduh di internet. Gambar *joystick* yang digunakan pada robot ini ditunjukkan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Joystick

d) **Baterai Panasonic LC-R127R2CH**

Baterai adalah sumber energi listrik yang digunakan untuk menyuplai daya pada *pipe inspection robot*. Jenis baterai yang digunakan pada *pipe inspection robot* ini adalah *accu/aki* kering yang berfungsi sebagai penyuplai daya pada motor dc yang berfungsi sebagai penggerak roda bagian belakang. Memiliki kapasitas 12 [V]; 7.2 [Ah]. Dengan nilai *initial current* kurang dari 2.88 [A]. Gambar baterai yang digunakan pada robot ini ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Baterai

e) **Motor DC**

Motor dc adalah motor penggerak roda belakang pada *pipe inspection robot*. Jenis motor dc ini mampu berputar hingga 300 [rpm] pada tegangan 12 [VDC]. Gambar motor dc yang digunakan pada robot ini ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Motor DC

f) **Motor Servo SG-90**

Motor servo SG-90 adalah motor penggerak kamera yang terdapat pada *pipe inspection robot*. Memiliki spesifikasi dengan rincian *stall torque* sebesar 1.5 [kg.cm], *operating speed* sebesar 0.3 [detik]/60 [derajat], dan *operating voltage* sebesar 4.2-6 [V]. Gambar motor servo SG90 ditunjukkan pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Motor Servo SG-90

g) Motor Servo FS5115M

Motor servo FS5115M adalah motor penggerak untuk kamera yang terdapat pada *pipe inspection robot*. Memiliki spesifikasi dengan rincian *stall torque* sebesar 15.5 [kg.cm], *operating speed* sebesar 0.16 [detik]/60 [derajat], dan *operating voltage* sebesar 4.8-6 [V]. Gambar motor servo FS5115M ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Motor servo FS5115M

h) Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu yang berada didepannya, frekuensi kerjanya ada pada gelombang suara 40 [KHz] hingga 400 [KHz]. Pada *pipe inspection robot*, sensor ini digunakan untuk membantu *inspector* dalam menemukan letak robot. Bekerja pada tegangan 5 [VDC] dan bekerja pada arus 15 [mA]. Gambar sensor ultrasonik yang digunakan pada robot ini ditunjukkan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Sensor Ultrasonik

Perancangan Perangkat Kontrol

Perangkat kontrol digunakan untuk mengendalikan gerak dari *pipe inspection robot*. Perangkat kontrol akan mengendalikan pergerakan robot baik maju ataupun mundur dan pergerakan kamera dan juga lampu LED yang berfungsi sebagai lampu sorot baik ke atas-bawah ataupun ke kanan-kiri. Perangkat kontrol menggunakan yang digunakan adalah *joystick* PS2 yang juga berfungsi sebagai alat input kontrol ke mikrokontroler arduino. Berikut adalah gambar tombol kontrol pada *joystick* yang digunakan sebagai input kontrol.

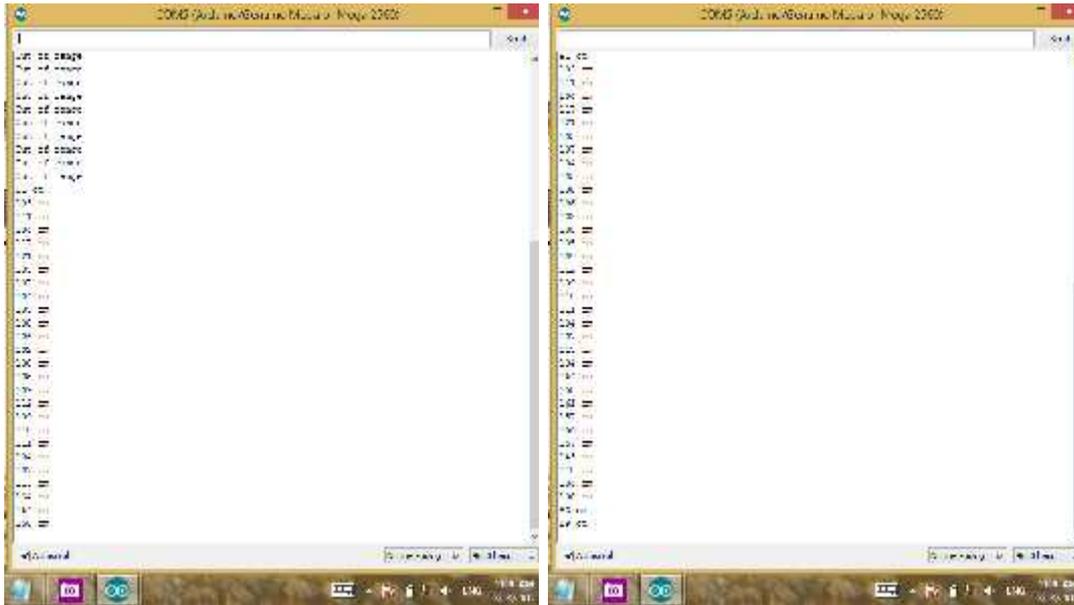
PSB_START	: Mematikan motor	
PSB_SELECT	: Menghidupkan motor	
PSB_PAD_UP	: Menggerakkan servo kamera ke atas	
PSB_PAD_DOWN	: Menggerakkan servo kamera ke bawah	
PSB_PAD_LEFT	: Menggerakkan servo kamera ke kiri	
PSB_PAD_RIGHT	: Menggerakkan servo kamera ke kanan	
PSB_START	: Mematikan motor	

PSB_PINK	: Membelokan robot ke arah kiri
PSB_RED	: Membelokan robot ke arah kanan
PSB_BLUE	: Menambah kecepatan robot ke arah belakang
PSB_GREEN	: Menambah kecepatan robot ke arah depan
PSB_L1	: Menggerakkan servo kaki menutup
PSB_R1	: Menggerakkan servo kaki membuka
PSB_R2	: Mengunci posisi servo
PSB_L2	: Menyalakan dan mematikan LED
PSS_RX	: -
PSS_RY	: -

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik adalah pengujian yang ditujukan untuk mengetahui kerja dari sensor ultrasonik, dimana sensor ultrasonik digunakan untuk membantu pengguna dalam mengukur jarak *discontinuity* suatu pipa dari titik 0 (nol). Sensor ultrasonik akan bekerja disaat terdapat dinding pemantul sehingga sinyal yang dipancarkan dari *transmitter* dapat diterima oleh *receiver*. Sensor ultrasonik ditujukan untuk membantu menentukan jarak, jika di dalam pipa terdapat suatu titik belok. Dan ketika pipa horizontal tanpa penghalang ataupun titik belok, maka nilai dari jarak yang ditempuh dari robot dapat dilihat pada kabel yang sudah diberi ukuran dalam satuan panjang. Sensor ultrasonik yang memiliki *range* pengukuran 2 [cm] - 4 [m] dapat menjalankan fungsi untuk mengukur jarak penghalang yang ada di depan robot. Ketika robot menjumpai penghalang yang memiliki jarak kurang dari 2 [cm] ataupun menjumpai penghalang yang memiliki jarak lebih dari 4 [m] maka nilai yang muncul pada *interface* adalah “*out of range*” dan jika robot menjumpai penghalang yang ada pada jarak lebih dari 2 [cm] dan kurang dari 4 [m] maka nilai yang muncul pada *interface* adalah nilai jarak yang sebenarnya (± 3 [mm]). Untuk hasil pengujian sensor ultrasonic dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

2. Pengujian Kontrol Robot

Pengujian kontrol robot adalah pengujian yang ditujukan untuk mengetahui gerakan robot, memastikan gerakan robot sesuai dengan program yang diunggah ke dalam mikrokontroler arduino mega. Pengujian kontrol robot dilakukan sebelum robot diuji di pipa. Pengujian dilakukan dengan membandingkan *input* program yang sudah diunggah ke dalam arduino dengan gerakan aktual pada robot. Dari pengujian kontrol robot yang sudah dilakukan, robot dapat berjalan dengan baik. Robot dapat berjalan maju, mundur, berbelok ke kanan, dan berbelok ke kiri. Kemudian kaki robot dapat membuka, menutup, dan mengunci posisi kaki. Servo kamera dapat digunakan untuk digerakkan ke atas, ke bawah, ke kiri, dan juga ke kanan.

3. Pengujian Kamera

Pengujian kamera adalah pengujian yang ditujukan untuk mengetahui hasil visual dari robot. Hasil visual adalah faktor utama keberhasilan dari robot inspeksi pipa. Hal ini dikarenakan robot inspeksi pipa adalah robot yang membantu user dalam hal visual, jika fungsi visual dari robot tidak berfungsi maka user tidak dapat menentukan *discontinuity* yang terjadi pada pipa. Pengujian kamera dilakukan pada drum dan pipa yang ada pada posisi horizontal. Pengujian pertama dilakukan pada drum bekas yang diposisikan sedemikian rupa sehingga posisinya menjadi horizontal dan hasilnya dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Pengujian Kamera pada Drum

Pada pengujian tersebut terlihat lekukan-lekukan pada drum dan karat yang terdapat pada ujung drum. Kemudian pengujian selanjutnya dilakukan pada pipa tak terpakai yang ada di "laydown J". Hasil pengujian pada pipa ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3.3 Pengujian Kamera pada Pipa Bagian I



Gambar 3.4 Pengujian Kamera pada Pipa Bagian II



Gambar 3.5 Pengujian Kamera pada Pipa Bagian III

Dari pengujian yang dilakukan pada pipa, terlihat bagaimana keadaan pipa yang berkarat. Terlihat bagaimana endapan-endapan pasir juga ada pada bagian bawah pipa. Pengambilan gambar dilakukan pada posisi tampak depan dan tampak samping kanan-atas dari bagian pipa.

IV. KESIMPULAN

Setelah serangkaian uji coba guna keperluan pengambilan data dan analisis alat, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Konstruksi *Pipe Inspection Robot* didesain untuk memberikan data visual pada pipa *non-hydrocarbon* dengan ukuran diatas 12 [inch].
- Pipe Inspection Robot* dapat dikendalikan dengan baik menggunakan *Joystick*.
- Hasil dari pengujian operasi dan perangkat elektronika *Pipe Inspection Robot* dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan desain yang telah dirancang meskipun belum maksimal.
- Data pengamatan visual dapat ditampilkan pada layar computer dan letak *discontinuity*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Jsvester. *Simple Arduino and HC-SR04 Example*. <http://www.instructables.com/id/Simple-Arduino-and-HC-SR04-Example/> (diakses pada 27 Februari 2017.)
- Porter, Bill. *Playstation 2 Controller Arduino Library v1.0*. <http://www.billporter.info/2010/06/05/playstation-2-controller-arduino-library-v1-0/> (diakses pada 23 Februari 2017)
- HobbyTransform. *MPU6050 6 Axis Accelerometer + Gyro - GY 521 Test & 3D Simulation*. <http://www.instructables.com/id/MPU6050-Arduino-6-Axis-Accelerometer-Gyro-GY-521-B/> (diakses pada 10 Maret 2017)
- Hessmer, Rainer. *IBT-2 H-Bridge with Arduino*. <http://www.hessmer.org/blog/2013/12/28/ibt-2-h-bridge-with-arduino/> (diakses pada 26 Februari 2017)

- [5] Arduino.cc. *Blink*. <https://www.arduino.cc/en/tutorial/blink> (diakses pada 26 Februari 2017)
- [6] Wikipedia.B J T. https://en.wikipedia.org/wiki/Bipolar_junction_transistor (diakses pada 6 Maret 2017)
- [7] Prasad, E. Navin dkk. *Defect Identification in Pipe Lines using Pipe Inspection Robot*. International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research; 2012.
- [8] Nayak, Ankit dan S. K. Pradhan. *Design of a New In-Pipe Inspection Robot*. 12th Global Congress on Manufacturing and Management; 2014.
- [9] Torgal, Suwarna. *Non Destructive Inspection of Pipe using Pipe Inspection Robot*. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering; 2016.
- [10] Gargade, Atul A. dan Shantipal S. Ohol. *Development of In-Pipe Inspection Robot*. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering; 2016.

RANCANG BANGUN PRESS TOOL UNTUK PENGUAT PLAT MATA BOR BIOPORI

Achmad Trianto¹, Asad Sirojulmu'minin², Bagus Aldi Febrian³

¹ Jl. Hj. Hanafi, Ciracas, Ciracas, Jakarta Timur Jakarta Timur

triantoachmad@yahoo.com. No.telp. 083894332483

Abstrak: Bor biopori adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang resapan biopori. Press tool adalah salah satu alat gabungan Jig dan Fixture yang dapat digunakan untuk membentuk dan memotong logam dengan cara penekanan. Proses kerja alat ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh Punch untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan ukurannya. Peralatan ini digunakan untuk membuat produk secara massal dengan produk Output yang sama dalam waktu yang relatif singkat. Untuk memenuhi kebutuhan pembuatan produk massal alat bor biopori maka pembuatan tugas akhir "Rancang Bangun Press Tool Untuk Penguat Plat Mata Bor Biopori". Tujuan umum dari tugas akhir ini adalah untuk membuat press tool untuk mempermudah proses pembuatan komponen utama dari bor biopori sehingga volume produksi dapat meningkat. Penelitian dalam tugas akhir ini menggunakan dua metode pengumpulan data yaitu melalui studi kepustakaan dan penelitian lapangan. Metode pelaksanaan dilakukan dalam beberapa tahapan seperti observasi, analisis kebutuhan, menentukan spesifikasi, membuat konsep, analisis perhitungan, gambar kerja, pembuatan alat, uji coba, modifikasi jika diperlukan, dan pembuatan laporan. Kesimpulannya penulis merancang bangun "Dies". ~~Pembuatan alat ini bertujuan mempermudah dan mempercepat proses pembuatan penguat bor biopori agar tidak menghambat proses produksi.~~

Kata Kunci : Rancang Bangun, Press tool, Dies, Bor Biopor, Penguat Mata Bor

Abstract: Biopori drill tool is a tool used to make biopore absorption hole. The Press tool is one of the Jig and Fixture joint tools that can be used to form and cut metal by weighing. The work process of this tool with the force of press is forwarded by Punch to cut or shape workpiece according to geometric and desired size. This equipment is used for bulk products with the same Output product in a relatively short time. To meet the needs of mass product making of biopori drill tool then make final project "Designing Press Tool For Biopori Drill Base Platform". The general purpose of this final project is for press tools to process the making of the main components of the biopore drill so that the volume of production can increase. The research in this thesis uses two methods of data that is through literature study and field research. The method of making is carried out in several stages such as observation, requirement analysis, specification, manufacture, trial, modification as necessary, and report generation. The conclusion authors list design and build "Dies". Making this tool aims to simplify and speed up the making process of biopori drill booster so as not to inhibit the production process

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Bor biopori adalah sebuah alat yang digunakan untuk membuat lubang resapan biopori, yaitu lubang silindris yang di buat secara vertical ke dalam tanah sebagai metode resapan air pada tanah. Dalam pembuatannya dibutuhkan beberapa proses yang salah satunya adalah *cutting* plat untuk pembuatan penguat pemegang mata bor biopori. *Press tool* adalah salah satu alat gabungan *Jig* dan *Fixture* yang dapat digunakan untuk membentuk dan memotong logam dengan cara penekanan. Proses kerja alat ini berdasarkan gaya tekan yang diteruskan oleh *Punch* untuk memotong atau membentuk benda kerja sesuai dengan geometris dan ukuran yang diinginkan.

Untuk memenuhi kebutuhan pembuatan produk massal alat bor biopori maka pembuatan tugas akhir “Rancangan Bangun Press Tool Untuk Penguat Plat Mata Bor Biopori” diharapkan dapat membuat *Press Tool* yang dapat mempermudah proses produksi alat bor biopori. **Tujuan Penelitian** adalah membuat Press tool untuk pembuatan komponen utama dari bor biopori sehingga volume produksi dapat meningkat, meningkatkan kualitas dan kuantitas dari produksi bor biopori dengan menggunakan alat bantu *Press tool*, menghasilkan output yaitu komponen utama bor biopori dengan dimensi yang sudah sesuai dengan spesifikasi dari komponen tersebut.

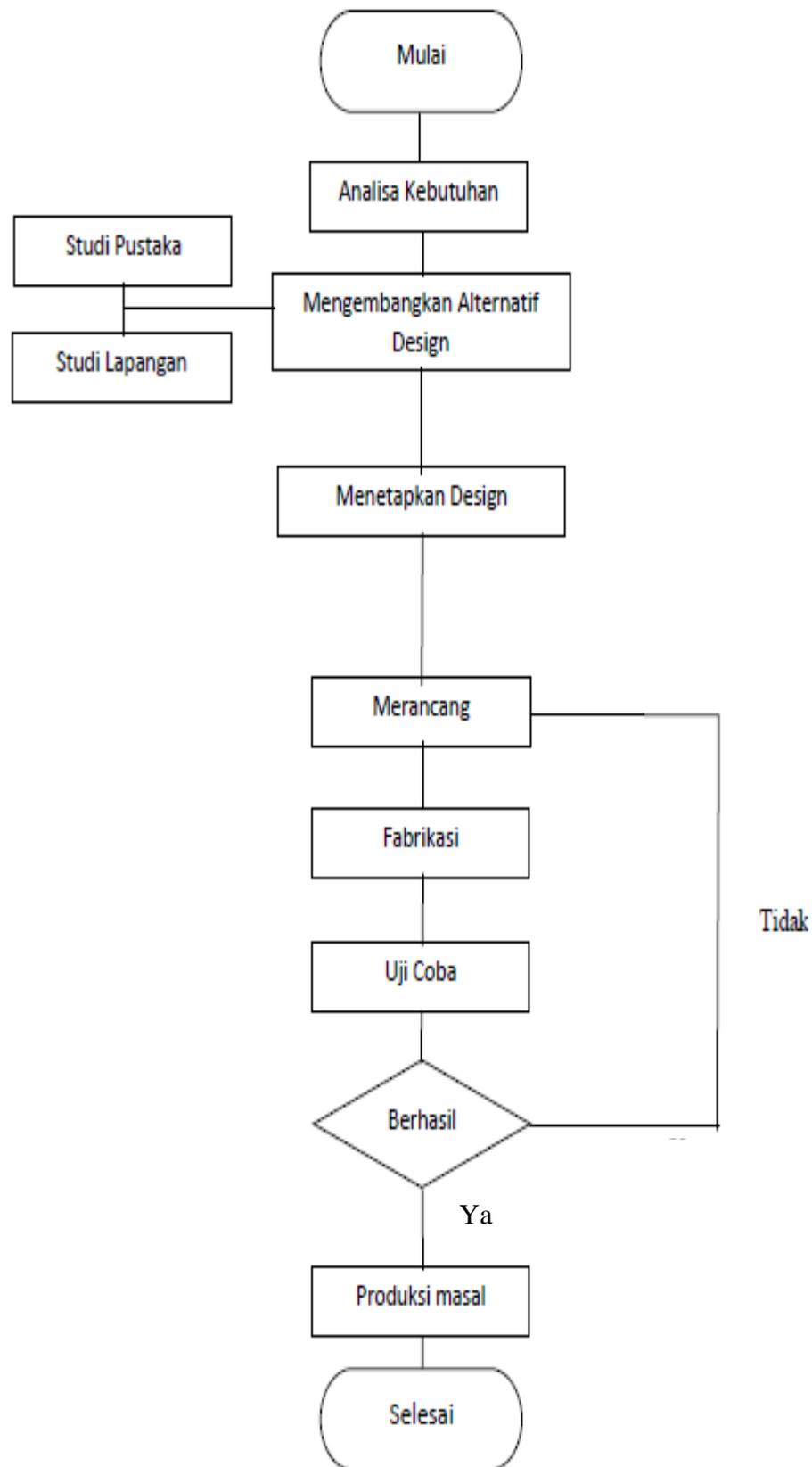
1.2. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari proses rancang bangun press tool untuk penguat plat mata bor biopori ini adalah :

1. Hasil rancang bangun press tool untuk penguat plat mata bor biopori ini diharapkan dapat mempermudah proses pembentukan plat penguat dari komponen biopori dengan efektif dan efisien.
2. Membantu pengusaha bor biopori dalam membuat alat bantu produksi yang sesuai dengan spesifikasi komponen bor biopori tersebut.

2. METODOLOGI

Gambar 1 menjelaskan tentang bla . bla . bla



Gambar 1. Diagram alir penelitian

1. **Analisa Kebutuhan**
Bertujuan mencari poin-poin apa saja yang perlu diperhatikan dengan cara menganalisa komponen yang akan dibuat. Seperti proses apa saja yang akan dilalui oleh komponen yang akan dibuat, bagaimana dimensi dari komponen, dan hal-hal lain yang menjadi dasar acuan pembuatan Presstool.
2. **Studi Pustaka**
Mempelajari literatur yang dapat menunjang rancang bangun Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori. Seperti pemilihan material, perhitungan gaya yang terjadi, dan perhitungan kekuatan komponen untuk Mendapatkan gambaran tentang Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori
3. **Studi Lapangan**
Melakukan survey mengenai ketersediaan material dipasaran dan survey mengenai harga material yang akan digunakan untuk membuat Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori Sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan rancangan.
4. **Mengembangkan Alternatif Design**
Mempelajari dan mengembangkan alternative Design dari berbagai macam jenis presstool yang ada sebagai solusi untuk perancangan Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori.
5. **Menetapkan Design**
Memilih Alternatif Design Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori yang akan dibuat sesuai dengan Kriteria dan pertimbangan yang telah ditentukan seperti penetapan jenis presstool, mekanisme Presstool, aksesoris yang digunakan.
6. **Merancang**
Membuat Rancangan Press Tool untuk plat dudukan mata bor biopori yang akan di fabrikasi berdasarkan design awal yang sudah ditentukan pada tahap ini akan di peroleh konstruksi akhir, dimensi dan jenis material dari setiap komponen yang akan dibuat. output berupa model 3D dan 2D Blueprint.
7. **Fabrikasi**
Melakukan fabrikasi tiap-tiap komponen presstool sesuai dari gambar rancangan. Tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan merancang, yakni membangun presstool tersebut. Pada tahapan ini merealisasikan apa yang terdapat pada tahapan sebelumnya menjadi sebuah alat yang sesuai dengan yang telah dirancang. Dengan proses pembuatan atau fabrikasi menggunakan mesin-mesin yang ada.
8. **Uji Coba**
Tahapan ini dilakukan pada saat rancang bangun mesin telah selesai dibuat, dilakukan pengujian terhadap kinerja Presstool apakah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan atau tidak. Apabila Presstool beroperasi sesuai dengan kebutuhan maka Presstool telah berhasil. Namun jika tidak sesuai, maka dilakukan peninjauan kembali hal-hal yang salah terhadap Presstool juga dilakukan modifikasi Presstool sampai memenuhi kebutuhan.
9. **Produksi masal**
Presstool yang sudah dibuat dipersiapkan untuk melakukan produksi massal

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1. Hasil

Jenis *Press Tool* yang akan dibuat adalah *simple tool* dengan menggunakan *die sets* standar Fibro 2010.47. serupa dengan *die sets* ISO 11415. *Die sets* berukuran 130 [mm] x 145 [mm] dengan *work area* 63 [mm] x 100 [mm] untuk menyesuaikan dengan *die* yang berukuran 51,34 [mm] x 85,34 [mm]. Material yang digunakan adalah *Assab DF-3* untuk *punch* dan *die*, ST42 untuk *die sets*.

3.2. Perhitungan

Gaya Parting [...]

$$F = K \times s \times \tau g \quad [\text{Peramaan 1}]$$

$$F = \text{Gaya [kg]}$$

$$K = \text{Keliling pemotongan [mm]}$$

$$s = \text{tebal plat [mm]}$$

$$\tau g = \text{tegangan geser [kg/mm}^2\text{]}$$

Tebal dies

$$H = \sqrt[3]{F_{\text{total}}}$$

$$H = \text{Tebal dies [mm]} \quad F_{\text{total}} = \text{Gaya total [kg]}$$

Clearance punch dan die

$$U_s = c \cdot s \cdot \sqrt{\tau g}$$

$$U_s = \text{clearance tiap sisi [mm]}$$

$$c = \text{faktor kerja}$$

$$s = \text{tebal plat yang akan dipotong}$$

$$\tau g = \text{tegangan geser [kg/mm}^2\text{]}$$

4. KESIMPULAN

Press tool yang dirancang dapat membuat plat dudukan mata bor biopori dalam satu kali proses dengan menggunakan mesin yang mempunyai kapasitas diatas 3 ton.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Allah SWT, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, kami diberikan kekuatan untuk menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Rancang Bangun Press Tool Untuk Plat Dudukan Mata Bor Biopori. Sholawat serta salam tidak lupa kami haturkan kepada suri tauladan dalam menjalani kehidupan sehari-hari yaitu Nabi Muhammad SAW, karena dengan hanya mengikut ajarannya kita dapat mengerti arti kedisiplinan dan kerja keras.

Tidak lupa kami ucapkan sebanyak-banyaknya kepada orang tua kami, karena tanpa doa, harapan, dan ucapan semangat serta materi yang dikorbankan maka tentu tugas akhir kami tidak akan terwujud.

Ucapan terakhir kami haturkan kepada keluarga besar teknik mesin PNJ. Waktu, Pelajaran, dan kebersamaan serta kekeluargaan yang diberikan membuat kami merasakan bahwa teknik mesin PNJ adalah keluarga kedua kami. Semoga kita semua bisa menjadi orang yang tidak hanya sukses di dunia, akan tetapi juga di akhirat kelak.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Luchsinger, H. R. 1984. Tool Design. Bandung. Swisscontact

IDENTIFIKASI DAFTAR KEBUTUHAN PADA RANCANG BANGUN MESIN BENAM PUPUK OTOMATIS UNTUK SISTEM TUMPANG SARI TANAMAN PANGAN DI PERKEBUNAN KARET

Muhammad Sjahrul Annas¹⁾, S. Agung Wibowo²⁾

1) Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa, Grogol, Jakarta Barat 11440

e-mail: sjahrul@trisakti.ac.id

2) Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet,
Desa Sungei Putih, Kec Galang, Kab Deli Serdang, Sumatera Utara

e-mail: agung_saw@yahoo.com

Abstrak

Dalam rangka mendukung swasembada dan ketahanan pangan nasional diperlukan intensifikasi budidaya tanaman pangan. Optimasi lahan karet menjadi salah satu peluang yang menarik dikembangkan. Untuk mendukung proses diatas dibutuhkan perancangan berbagai perangkat alat bantu yang matang agar sesuai dengan kebutuhan. Salah satunya dengan merancang alat pembenam pupuk yang diharapkan dapat bekerja optimal. Hal ini karena bila pupuk yang ditebar di atas tanah cepat mengalami penguapan, sehingga tidak tepat sasaran. Tahap awal dari perancangan setelah penentuan misi adalah penentuan indentifikasi kebutuhan. Identifikasi kebutuhan merupakan langkah awal yang di tempuh untuk mendapat parameter permasalahan dan mengetahui fungsi dan tugas alat. Tujuannya untuk mencari keinginan calon pemakai dan untuk membangun komunikasi antar calon pemakai dan pengembang. Dengan cara ini diharapkan menjamin kepuasan pemakai dan sesuai dengan aspek ergonomika, aspek teknis, aspek agronomi dan aspek lainnya. Sehingga harapan dapat mengetahui berbagai karakteristik jenis tanah beserta kadar airnya, tingkat kebutuhan pupuk & air pelarutnya dapat dipenuhi dengan tepat.

Kata kunci: alat pembenam pupuk, tepat sasaran, indentifikasi kebutuhan

Abstract

To support swasembada and food security national required intensification cultivation food crops. Optimize land rubber to be wrong a chance that draws developed. To support the process above required design various devices the tools ripe to fit the needs. One of them by designing fertilizer tool that is expected to work optimally. This is because if fertilizer spread in over the ground fast experienced evaporation, so not appropriate. The initial stage of design after the mission's quest is the determination of identification of needs. Identification of needs is a step that is taken to get the parameters of the problem and know the function and task tool. The goal is to find the wishes of prospective users and to build communication between prospective users and developer. By means of is expected to ensure satisfaction user and in accordance with the ergonomics, the technical aspects of, aspects agronomy and other aspects. So hope can know various characteristic of soil type along with its water content, level of requirement of fertilizer & water of solvent can be fulfilled appropriately.

Keyword: Fertilizer device, on target, identification of needs

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Optimasi selalu menarik untuk dilakukan, termasuk optimasi lahan, termasuk lahan perkebunan karet menjadi salah satu peluang yang menarik untuk dikembangkan. Pemanfaatan lahan kosong di gawangan dan areal bawah sutet pada perkebunan karet menarik untuk dimanfaatkan. Jagung dan Ketela cocok ditanam di area diatas. Pemanfaatan dan optimasi lahan juga sesuai dengan program swasembada dan ketahanan pangan nasional. Kajian di lapangan terhadap teknologi konvensional menunjukkan bahwa efektivitas penyerapan pupuk diprediksi tidak optimal karena pupuk yang ditebar di atas tanah cepat mengalami penguapan.

Untuk mendukung rencana diatas diperlukan intensifikasi budidaya tanaman pangan. Salah satu perangkat yang diperlukan adalah alat bantu pemupukan. Ini penting agar proses pemupukan di lahan

perkebunan efektif dan efisien. Alat pembenam menarik untuk dirancang khusus untuk meningkatkan kecepatan dan ketepatan penyebaran pupuk baik dosis maupun waktu aplikasi sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanam dan pemupukan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat spesifikasi detail dari alat pembenam pupuk. Perangkat ini berguna untuk membenamkan pupuk sehingga menjamin proses pemupukan lebih pasti, efektif & efisiensi pada lahan dengan sistem penanaman tumpang sari.

II. Tahapan Perancangan

Tahapan perancangan adalah konsep pengembangan dari suatu produk yang merupakan urutan pekerjaan yang dilakukan dalam melaksanakan perancangan. proses perancangan alat bantu operasi tuas kopling, rem dan gas ini diperlihatkan pada gambar 1 dibawah



Gambar 1. Tahapan Perancangan, (Ulrich, 1995)

Misi

Misi adalah langkah pertama yang harus diketahui. Pada tulisan ini misinya adalah untuk mengetahui daftar kehendak pada perancangan alat pembenam pupuk. Hal ini penting untuk mengetahui Cetak Biru (*blue print*) dari perancangan.

Misi dari perancangan ini adalah merancang pengembangan alat pembenam pupuk. Sehingga produk tersebut dapat dibuat sesuai dengan kebutuhan, tepat sasaran dan berfungsi optimal.

Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

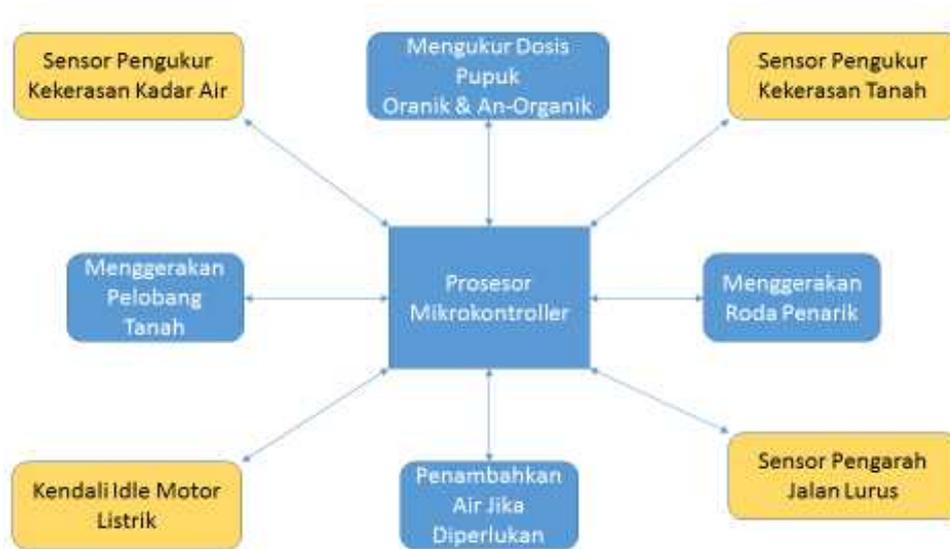
Tujuan pada tahapan ini adalah untuk mengetahui keinginan pelanggan dan untuk membangun komunikasi antar pelanggan (pengguna/pemakai) dan pengembang. Hasil dari hubungan ini adalah mengetahui secara pasti, berjenjang dan jelas apa-apa yang diinginkan oleh pelanggan sebagai pengguna dari barang yang kita kembangkan. Secara rinci tujuan dari tahapan ini adalah:

-) Menjamin bahwa produk memang mengarah pada kebutuhan pelanggan.
-) Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang tersembunyi.
-) Menjamin bahwa spesifikasi produk didasarkan fakta yang benar.
-) Menciptakan pengarsipan yang baik untuk kebutuhan pengembangan.
-) Menjamin tidak ada kebutuhan yang terlupakan atau hilang.
-) Mengembangkan pengertian antara keinginan pelanggan secara umum dengan anggota tim pengembang

Dalam penelitian ini, daftar kehendak adalah yang juga harus diketahui adalah identifikasi kebutuhan pemakai. Hal ini digunakan sebagai parameter untuk mengetahui sejauh mana permasalahan yang mungkin terjadi pada perangkat pembenam pupuk. Disamping itu juga untuk mengetahui fungsi dan tugas dari pembenam pupuk dapat bekerja dengan baik. Kegunaan identifikasi pelanggan adalah untuk menjamin saluran informasi antara kebutuhan pasar dengan tim pengembang.

Dengan demikian diharapkan akan menjamin kepuasan pelanggan sebagai pemakai dan sesuai aspek teknis, aspek mekanis, aspek ergonomis dan aspek lainnya. Seluruh data awal ini menjadi acuan untuk membuat spesifikasi motor penggerak mesin benam pupuk otomatis.

Sebagai bahan pertimbangan pemilihan penulis telah merancang rencana uraian kerja sistem kontrol pada alat pembenam pupuk otomatis (gambar 2)



Gambar 2. Rencana Sistem Kontrol (Agung, 2017)

Dari gambar 2 diatas, tergambar secara detail rancangan dan rencana pengembangan sistem kontrol alat pembenam pupuk. Dengan informasi diatas, maka penulis berusaha membuat spesifikasi awal yang dimulai dengan menyusun identifikasi masalah berupa daftar matriks kebutuhan dibawah ini

Tabel 2. Tabel matrik kebutuhan

	Harga kurang dari Rp 5.000.0000,00	Memiliki umur pakai lebih dari 5 tahun	Gerak tuas lembut	Mudah digerakkan
GAYA				
1. Mudah dioperasikan			v	
2. Motor bekerja lembut			v	
3. Dapat dioperasikan menggunakan PTO			v	
4. Dapat bekerja pada lahan kering			v	
ERGONOMI				
1. Kontrol penggerak berada dalam jangkauan				v
2. Tuas kontrol penggerak dalam posisi atau postur normal				v
3. Memiliki beban ringan				v
GEOMETRI				
1. Sesuai dengan ukuran traktor mini				v
2. Jarak antar lubang pupuk dapat diubah sesuai kebutuhan				v
3.				
MATERIAL				
1. Mudah didapat	v			
2. Memiliki umur pakai yang panjang	v			
3. Memiliki kekuatan untuk mebenam pupuk		v		
PRODUKSI &PERAWATAN				
1. Diproduksi secara mudah & murah	v			
2. Memerlukan perawatan sederhana	v			
3. Handal	v			

III. KESIMPULAN

Berdasarkan tulisan di atas dapat disimpulkan:

- a. Alat pembenam pupuk layak untuk dirancang
- b. Untuk merancang alat pembenam diperlukan spesifikasi yang lengkap
- c. Sebelum dibuat spesifikasi diperlukan identifikasi masalah terutama dari pengguna

IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Annas, Muhammad Sjahrul, *Konsep Desain Produk Manufaktur Biomedikal (Studi Kasus Lutut Buatan)*. Tesis Magister, Universitas Indonesia, November 1998
- [2] <http://ergonomi-fit.blogspot.com/2011/12/tujuan-dan-prinsip-ergonomi.html> (di buka tanggal 18 Oktober 2013)
- [3] <http://ptpnix.co.id/program-optimalisasi-lahan/> (di buka tanggal 18 Maret 2017)

<http://www.iopri.org/mekanisasi/> (di buka tanggal 18 Juni 2017)

Ulrich, Karl. T. Eppinge, Steve D. *Product Design and Development, Management and Development Series*, McGraw Hill International Edition, 1995

2 REKAYASA MATERIAL

MODIFIKASI RANGKA GANTRI CRANE

Amran Triyudha; Muhammad Ikhsan; Septian Indra Mahardika;
Mohamad Zhaahir Sidhik; Seto Tjahyono; Istiyono

1. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Gantri Crane merupakan salah satu jenis gantri dengan portal tinggi berkaki tegak. Aplikasinya dapat menggunakan chain block atau hoist yang dipasang pada sebuah carriage yang dapat bergerak secara horizontal pada bridge rail. Gantri crane memegang peranan penting untuk membantu pekerjaan dalam proses pemindah dan angkat barang yang menciptakan keunggulan mekanis saat memindahkan beban diluar kemampuan manusia. Oleh karena itu, gantri crane digunakan di Gedung M Bengkel Las PNJ untuk mengangkat dan memindahkan muatan berat yang terdiri dari mekanisme angkat dan design struktur.

Gantri crane yang digunakan hanya memiliki tinggi total 1.81 m, lebar 2.2 m dan panjang kaki 1.6 m dan kapasitas SWL belum diketahui. Chain block yang digunakan memiliki kapasitas 3.2 ton yang tidak berfungsi dengan baik. Kondisi bearing sebagai penggerak carriage telah rusak dan konstruksi carriage tidak sesuai dengan kapasitas SWL. Material yang digunakan adalah mild steel tebal 12mm dengan spesifikasi kandungan karbon sebesar 0.1-0.3% dan memiliki massa jenis 7.85 kg/m³. Oleh sebab itu perlu adanya perhitungan beban kritis untuk menentukan berapa kekuatan struktur gantri tanpa terjadi buckling. Memodifikasi rangka gantri crane dengan menambahkan tinggi angkatnya sesuai dengan area kerja. Mereparasi/merekondisi chain block agar kembali berfungsi dengan baik. Mendesign dan membuat carriage baru yang sesuai dengan SWL dari beban chain block.

Modifikasi ini menghasilkan bertambahnya konstruksi gantri dengan tinggi total 2.61 m, lebar 2.2 m dan panjang kaki 2.4 m serta perhitungan ulang sesuai dengan kapasitas SWL maka gantri dapat beroperasi lebih aman dan optimal.

Kata Kunci: *Gantri, Chain Block, Carriage, SWL*

Abstract

Gantry Crane is one type of gantry with high-legged portal upright. The application can use a chain block or hoist mounted on a carriage that can move horizontally on the bridge rail. Gantry Crane plays an important role to assist the work in the process of moving and lifting goods that create mechanical advantage when moving the load beyond human capabilities. Therefore, the gantry crane is used in Building M PNJ Welding Workshop to lift and move heavy loads consisting of lifting mechanism and structure design.

Gantry cranes used only have a total height of 1.81 m, width of 2.2 m and leg length of 1.6 m and SWL capacity is not yet known. Chain block used has a capacity of 3.2 tons that does not work properly. The bearing conditions as carriage carriers have been damaged and the construction of the carriage does not match the capacity of the SWL. The material used is mild steel 12 mm thick with the specification of carbon content of 0.1-0.3% and has a density of 7.85 kg/m³. Therefore it is necessary to calculate the critical load to determine how the strength of the structure of the gantry without buckling occurs. Modify the crane queue order by adding the height of the lift in accordance with the work area. Repair/recondition chain block to get back to working properly. Design and create a new carriage that matches the SWL of the chain block load.

This modification resulted in an increase in gantry construction with a total height of 2.61 m, a width of 2.2 m and a foot length of 2.4 m and a recalculation in accordance with the SWL's capacities so the gantry can operate safer and optimum.

Keywords: *Gantry, Chain Block, Carriage, SWL*

1.1 Latar Belakang

Sebuah workshop, terdapat berbagai macam proses permesinan mulai dari proses bubut, milling, bor, CNC, bending hingga pengelasan. Proses tersebut merupakan proses produksi yang aktualisasinya membutuhkan alat-alat bantu sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan mempermudah pekerjaan.

Salah satu alat bantu yang digunakan untuk mengangkat benda yang berat dengan tenaga yang kecil adalah gantri crane. Selain dari fungsi gantri crane untuk mengangkat benda, dapat juga digunakan untuk memindahkan serta memosisikan benda untuk dilakukan pemasangan atau assembly. Kapasitas angkat pada gantri crane menyesuaikan dengan konstruksi dan keperluan terhadap benda yang mampu di angkat.

Gantri Crane merupakan portal tinggi berkaki tegak yang dapat mengangkat benda dengan chain block yang dipasang pada sebuah carriage yang bergerak secara horizontal pada rel dibawah balok atau lantai kerja.

Tujuan dari modifikasi rangka gantri crane ini adalah untuk membantu mengoptimalkan kembali fungsi gantri crane. Sehingga gantri crane dapat digunakan kembali untuk membantu pekerjaan dalam workshop.

Modifikasi rangka gantri crane ini diharapkan memiliki manfaat seperti menghasilkan konstruksi gantri crane yang lebih kuat dan kokoh, memiliki kemampuan angkat yang besar dan mengoperasikan kembali gantri crane untuk membantu pekerjaan.

Latar belakang diatas maka penulis memodifikasi rangka gantri crane yang dapat digunakan untuk mengangkat dan memindahkan benda dengan gerak dan mobilitas yang baik dan aman.

1.2 Metode Penelitian

Dari tugas akhir ini beserta penjelasannya adalah sebagai berikut:

- a. Identifikasi Masalah
Dilakukan dengan pengamatan langsung yang melibatkan modifikasi rangka gantri crane.
- b. Studi Literatur
Terdiri dari perhitungan dan pemilihan bahan.
- c. Perancangan dan Modifikasi Rangka Gantri Crane
Perancangan terdapat proses pembuatan gambar kerja yang bertujuan untuk memudahkan dan mengefektifkan langkah-langkah kerja dalam modifikasi rangka gantri crane, umumnya menentukan ukuran-ukuran yang dibutuhkan, pemilihan material yang sesuai dengan rangka gantri crane dan penentuan jumlah komponen pendukung. Proses pembuatan terdiri dari berbagai macam proses yaitu proses modifikasi yang sesuai dengan gambar kerja, proses pengelasan dan finishing. Proses modifikasi yang telah selesai akan dilakukan persiapan hingga gantri crane siap dilakukan pengujian.
- d. Analisis Cara kerja dan Efisiensi Press Tool
Analisis cara kerja merupakan langkah untuk mengetahui bekerjanya alat sesuai dengan keinginan atau tidak, jika tidak berfungsi secara maksimal maka harus dianalisa lagi bagian mana yang kurang tepat dalam perancangan atau perakitannya dan diperbaiki agar kembali dapat berfungsi secara maksimal. Yang diamati pada saat pengujian alat yaitu fungsi dari rangka gantri, kekuatan rangka gantri harus sesuai dengan beban angkat yang diterima, uji ketahanan alat terhadap bahan uji, kapasitas alat sesuai spesifikasi serta efisiensi dan keefektifan alat.

1.3 Hasil dan Pembahasan

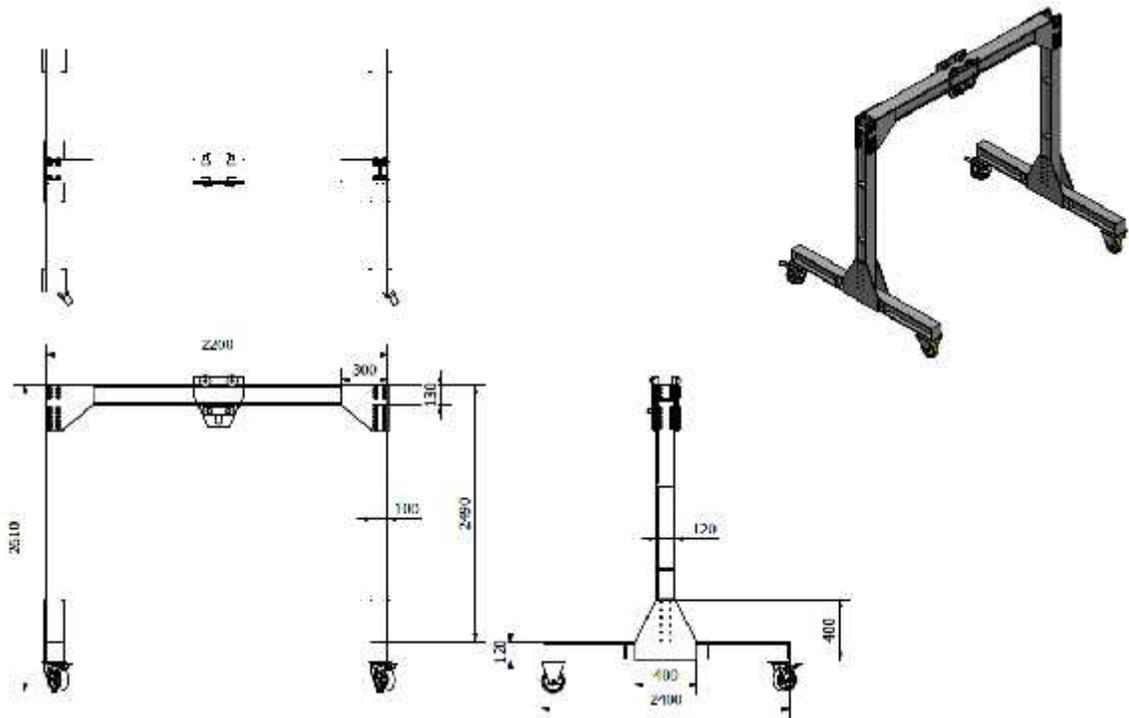
Melalui proses pengamatan, kita mendapatkan ukuran 1:1 dari yang aslinya dan diaplikasikan ke dalam software design menjadi gambar kerja, dan untuk perhitungan menentukan daya angkut maksimal yang dapat diterima oleh gantri setelah melalui tahap modifikasi.

Hasil dari penelitian tentang modifikasi rangka gantri crane adalah gambar kerja dan target dari modifikasi yang akan dicapai Berikut penulis lampirkan.



Gambar.1 Existing Condition Gantry Crane

Konstruksi gantri crane yang sudah ada memiliki tinggi total **1,81 m**. Untuk tiang gantri sendiri memiliki panjang **1.69 m**. Ukuran gantri yang kurang maksimal maka panjang tiang gantri akan ditambah **80 cm** untuk menyesuaikan dengan area kerja. Tinggi tiang gantri setelah di tambah menjadi **2.49 m** sehingga jarak angkat menjadi lebih tinggi. Seiring dengan bertambahnya tinggi tiang gantri maka panjang kaki gantri ikut ditambah agar keseimbangan gantri terjaga. Panjang awal kaki gantri **1.6 m** dan di tambah seperti tiang gantri **80 cm**. Panjang kaki gantri menjadi **2.4 m**. Material yang akan digunakan adalah baja tipe Mild Steel karena cocok sebagai baja konstruksi non struktural dengan spesifikasi kandungan karbon sebesar 0.1-0.3% dan memiliki massa jenis 7.85 kg/m^3 . Mild steel cukup kuat untuk menahan beban berat. Konstruksinya akan dibongkar dan bagian yang akan ditambah dilakukan pengelasan pada tiang dan kaki gantri crane.



Gambar.2 Propose Design Gantry Crane

Chain Block merupakan alat pengangkat manual sederhana yang menggunakan puley (roll), roda gerigi (gear), rantai (chain), dan pengait (hook block). Chain block yang digunakan dengan kapasitas 3.2 ton namun sudah tidak dapat berfungsi dengan baik, chain block tersebut dilakukan reparasi (recondition) agar dapat kembali berfungsi dengan baik. Bagian yang di ganti pada chain block adalah kampas yang terdapat pada bagian pulley.



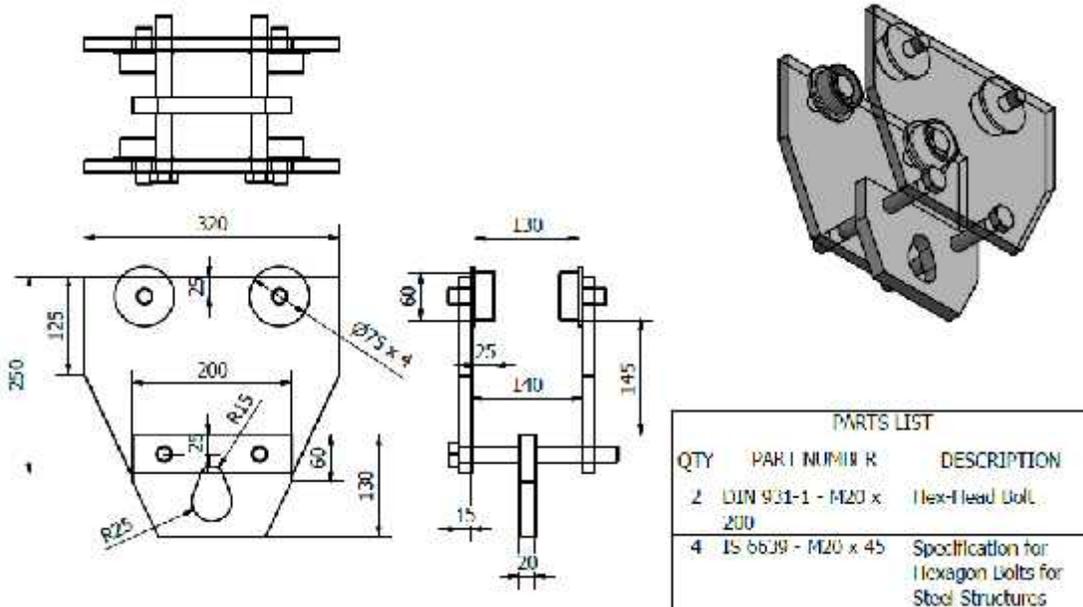
Gambar.3 Chain Block

Carriage dipasang pada bagian bridge rail dan digunakan untuk menggerakkan chain block secara horizontal. Penggerak pada carriage menggunakan bearing.



Gambar.5 Carriage Lama

Saat ini bearing yang terpasang pada carriage telah rusak, konstruksi carriage akan diganti dan menggunakan roda sebagai penggerak yang sesuai dengan kapasitas dari beban yang akan di angkat.



Gambar.5 Design Carriage

1. Pembebanan

$$F_d = F \times f_c$$

$$F_d = 3200 \times 1.2 = 3840 \text{ kg}$$

[Persamaan.1]

Ket :

F_d = Beban maksimum [kg]

F = Beban mold [kg]

f_c = faktor koreksi, angka yang digunakan = 1.2

Tabel.1 Faktor Koreksi

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
-------------------------------	-------

Daya rata-rata yang diperlukan	1.2 – 2.0
Daya maksimum yang diperlukan	0.8 – 1.2
Daya normal	1.0 – 1.5

Sumber: Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin. Sularso

2. Tegangan Pada Bahan ST 37

$$Ultimate\ Strength = \sigma = 37\ kg/mm^2$$

$$Tegangan\ Tarik\ Ijin = \bar{\sigma}_t = \frac{\sigma}{f_s} = \frac{37}{4} = 9.25\ kg/mm^2 \quad [Persamaan.2]$$

Tegangan Geser Ijin

$$\bar{\tau}_g = \frac{m}{m+1} \times \bar{\sigma}_t = \frac{4}{4+1} \times 9.25 = 7.4\ kg/mm^2 \quad [Persamaan.3]$$

Ket:

σ = Ultimate Strength [kg/mm^2]

$\bar{\sigma}_t$ = Tegangan Tarik Ijin [kg/mm^2]

$\bar{\tau}_g$ = Tegangan Geser Ijin [kg/mm^2]

$m = \frac{1}{\mu}$, Angka Poisson untuk bahan baja $\frac{1}{0.25} = 4$

f_s = Angka Keamanan, untuk bahan baja dengan beban *steady* = 4

Tabel.2 Angka Poisson

No	Material	Angka Poisson $\left(\frac{1}{m}\right) \sigma \mu$
1	Steel	0.25 – 0.33
2	Cast Iron	0.23 – 0.27
3	Copper	0.31 – 0.34
4	Brass	0.32 – 0.42
5	Alumunium	0.32 – 0.36
6	Concrete	0.08 – 0.18
7	Rubber	0.45 – 0.50

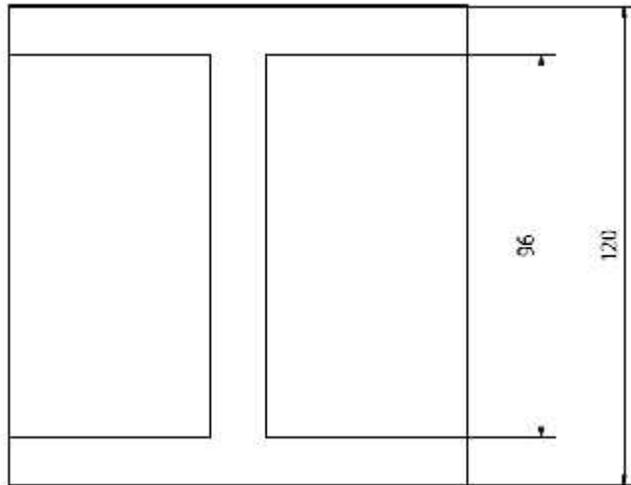
Sumber: *Stength of Material*, R.S. Khurmi

Tabel.3 Angka Keamanan

Material	Steady Load	Live Load	Shock Load
Cast Iron	5 – 6	8 – 12	16 – 20
Wrought Iron	4	7	10 – 15
Steel	4	8	12 – 16
Soft material and alloys	6	9	15
Leather	9	12	15
Timber	7	10 – 15	20

Sumber: *Machine Design*, R.S. Khurmi

3. Tiang Gantri Crane



Gambar.2 Penampang Tiang Gantri Crane

Panjang tiang gantri crane = 2490 mm

) Tegangan Tekan

$$\sigma_t = \frac{F}{A} = \frac{F}{S_1^2 - S_2^2} = \frac{1999}{120^2 - 96^2} = 0.385 \text{ kg/mm}^2 \quad [\text{Persamaan.4}]$$

) Angka Kerampingan

$$\lambda = \frac{S}{r} \quad [\text{Persamaan.5}]$$

$$\text{dimana } r = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad [\text{Persamaan.6}]$$

$$I = \frac{S_1^4 - S_2^4}{12} = \frac{120^4 - 96^4}{12} = 122425344 \text{ mm}^4 \quad [\text{Persamaan.7}]$$

$$r = \sqrt{\frac{122425344}{120^2 - 96^2}} = 153.674 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{2490}{153.674} = 16.2$$

Karena $\lambda < 30$ maka tidak terjadi *buckling*

Ket:

σ_t = Tegangan Tekan [kg/mm^2]

F = Beban Angkat (maks) + Chain Block + Carriage + Bridge Rail

S_1 = Sisi 1

S_2 = Sisi 2

Akibat beban tekan, tiang berkemungkinan terjadi *buckling*. *Buckling* terjadi bila $\lambda > 30$

λ = Angka Kerampingan

S = Panjang Tiang [mm]

r = Jari-jari Girasi [mm]

I = Momen Inersia

A = Luas Penampang [mm^2]

1.4 Kesimpulan

1. Hasil analisis dan pembahasan, maka terdapat kesimpulan yaitu penggunaan material mild steel karena lebih ringan namun kuat menahan beban dan cocok sebagai baja konstruksi non struktural.
2. Menambahkan tinggi tiang gantri maka jarak angkat semakin tinggi dari sebelumnya.
3. Gantri dapat berfungsi kembali untuk membantu pekerjaan dalam proses angkat barang dan memindahkan barang.

1.5 Daftar Pustaka

- [1] Rudenko, N., 1966, **Mesin Pengangkat**, Erlangga, Jakarta.
- [2] Khurmi, R.S. & Gupta, J.K. 2005. "A Text Book of Machine Design", Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd New Delhi.
- [3] Khurmi, R.S. & Gupta, J.K. 2005. "Strength of Materials", Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd New Delhi.
- [4] Sularso, Kyokatsu Suga. "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin", 1978, Pradnya Paramita

REKAYASA KOMPOSIT KERAMIK KARBON KONDUKTIF GERABAH- PLERET

Unggul Sapta Perdana¹, Andika Hidayat², Agus Edy Pramono³

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia

Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530

²Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

³Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Meningkatnya limbah sabut kelapa setiap tahun tidak di barengi dengan tingkat pemanfaatan limbah tersebut. Kandungan karbon dalam sabut kelapa dapat dimanfaatkan dalam merekayasa komposit keramik agar memiliki kemampuan konduktivitas elektrik sehingga menjadi sebuah terobosan untuk pengembangan sabut kelapa. Metode yang di gunakan adalah metode karbonisasi dimana clay dan sabut kelapa yang sudah di campurkan akan di sintering serta menggunakan variabel berat 1:10, 2:10 & 3:10 dengan menggunakan mesh #100. Standar yang digunakan pada penelitian ini menggunakan standar ASTM C1273 untuk uji tarik & ASTM C368 untuk uji impak. Variasi suhu sintering yang dilakukan pada penelitian ini yakni 800 °C, 900 °C dan 1000 °C. Pencetakan spesimen menggunakan acrylic dengan ketebalan 1.5 cm yang telah di bentuk tanpa melalui proses pengempaaan. Proses sintering menerapkan metode pyrolisis menggunakan mesin furnace yang ada di Politeknik Negeri Jakarta. Pada suhu pembakaran 800 °C menghasilkan konduktivitas sebesar 0,0322 [m⁻¹], 0,0372 [m⁻¹], 0,071 [m⁻¹]. Sedangkan pada suhu pembakaran 900 °C menghasilkan konduktivitas sebesar 0,0364 [m⁻¹], 0,0645 [m⁻¹], 0,094 [m⁻¹]. Pada suhu pembakaran 1000 °C menghasilkan konduktivitas sebesar 0,0769 [m⁻¹], 0,1192 [m⁻¹], 0,1358 [m⁻¹]. Faktor kuat konduktifitas listrik dapat di pengaruhi oleh faktor mesh & perbandingan berat antara sabut kelapa dengan clay dimana semakin banyak jumlah perbandingan clay maka semakin berkurang nilai konduktifitas listriknya.

Kata Kunci: Sabut Kelapa, Clay, Keramik Konduktif, Kekuatan Tarik, Kekuatan Impak.

Abstract

The increase of coconut waste every year is not in line with the level of waste utilization. The lack innovation of coco fiber utilization becomes the main problem of coconut waste. Based on the problem, this research is done to create ceramic composite to have electrical conductivity ability. so that becomes a breakthrough for coco fiber development. The method used is the method of carbonization where clay and coconut fiber which has been mixed will be sintered and use weight variables 1:10, 2:10 & 3:10 using mesh #100. The standard which is used in this study is ASTM C1273 for tensile test & ASTM C368 for impact test. The sintering temperature variations performed in this study were 800°C, 900°C and 1000°C. Specimen printing using acrylic with a thickness of 1.5 [cm] that has been in the form without going through the process of forging. Sintering process method of pyrolisis method using furnace machine in State Polytechnic of Jakarta. The results obtained from the electrical conductivity of specimens with a ratio of 1:10, 2:10, and 3:10 without pressure with a temperature of 800 °C, 900 °C, 1000 °C. Result for furnace in temperature of 800 °C is conductivity of 0.0322 [m⁻¹], 0.0372 [m⁻¹], 0.071 [m⁻¹]. While Result for furnace in temperature of 900 °C it produces conductivity of 0.0364 [m⁻¹], 0.0645 [m⁻¹], 0.094 [m⁻¹]. Result for furnace in temperature of 1000 °C yields a conductivity of 0.0769 [m⁻¹], 0.1192 [m⁻¹], 0.1358 [m⁻¹]. The strong factor of electrical conductivity can be influenced by the mesh factor and the weight ratio between the coconut husk and the clay where the greater the number of clay comparisons the less strong the electrical conductivity.

Keywords: Coco Fiber, Clay, Ceramic Conductive, Tensile Strength, Impact Strength.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

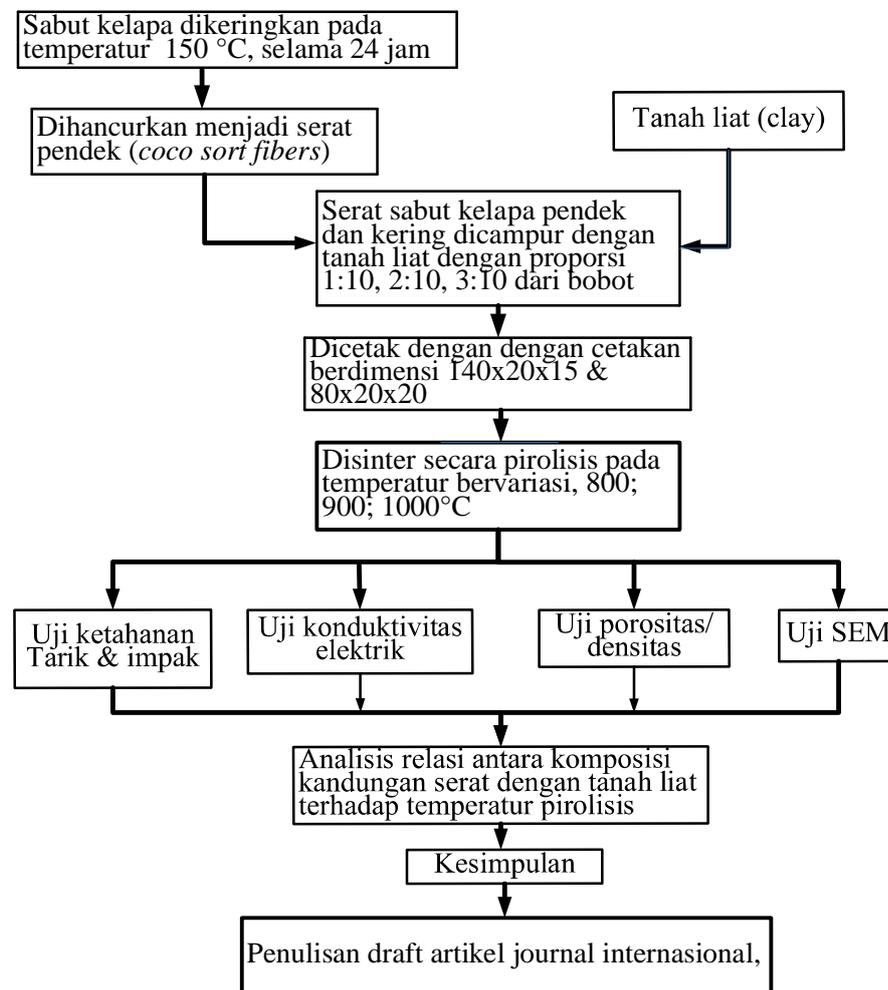
Indonesia merupakan Negara produsen kelapa terbesar di dunia dengan jumlah 18.3 juta ton/hari. Bagian dari buah kelapa yang diambil untuk dimanfaatkan sebagai bahan masakan adalah daging buah dan air kelapanya, sehingga sabut kelapa dibuang begitu saja dan kurang dimanfaatkan, Kurangnya kesadaran akan pentingnya perkembangan komposit sabut kelapa masih menjadi masalah besar dalam meningkatkan nilai jual sabut kelapa di pasaran. Sabut kelapa merupakan salah satu bagian kelapa yang mengandung unsur karbon cukup tinggi. Hal ini dapat di manfaatkan sebagai karbon aktif yang memiliki karakteristik konduktivitas listrik serta memiliki struktur yang keras sehingga dapat membantu dalam karakteristik mekaniknya. Komposit berbahan sabut kelapa pada sekarang – sekarang ini masih di aplikasikan pada komponen yang bersifat isolator seperti jok mobil & pupuk anggrek. Belum ada penelitian yang mengarah pada penggunaan sabut kelapa sebagai komposit yang memiliki karakteristik konduktiv listrik. Pada dasarnya komposit terdiri dari 3 jenis klasifikasi berdasarkan matriks yang digunakan yaitu: MMC (Metal Matriks Composite), CMC (Ceramic Matriks Composite), PMC (Polymere Matriks Composite). Penelitian ini nantinya akan mengambil komposit dengan matriks keramik.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai komposit keramik karbon berbahan dasar clay dan sabut kelapa. Hal ini bertujuan untuk mengkaji sifat konduktivitas, microstructure, dan sifat mekanik dari komposit keramik gerabah pleret.

Tujuan

- J Merkayasan komposit keramik dengan matriks clay
- J Melakukan pengujian terhadap komposit berpenguat serat sabut kelapa untuk mendapatkan karakteristik mekanik
- J Meningkatkan nilai tambah sabut kelapa dengan cara memanfaatkan material komposit
- J Inovasi dalam pemanfaatan sabut kelapa berupa serat yang menjadi bahan penyusun komposit keramik konduktiv
- J Evaluasi data yang diperoleh dengan menerbitkan artikel berisi sifat elektrik dan mekanik dari komposit keramik

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian

Preparasi Sample

Sabut Kelapa

Sabut kelapa dikeringkan dengan menggunakan mesin furnace pada suhu 150°C selama 24 jam untuk memastikan tidak terdapat kandungan air didalam sabut kelapa. Selanjutnya sabut yang telah dikeringkan langsung di giling dengan mesin dismill agar dapat dijadikan serbuk sabut kelapa yang nantinya akan di lakukan pengayakan dengan mesin ayak. Mesh yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan mesh #100.

Sample

Pada penelitian ini, sample yang di buat dengan komposisi yang mengacu pada perbandingan berat yaitu 1:10, 2:10, 3:10 dimana komposisi clay lebih banyak daripada sabut. Sabut & clay yang telah tercampur rata dengan air, langsung di masukan kedalam cetakan dengan dimensi 140 x 20 x 15 [mm] mengacu pada standar pengujian tarik ASTM C1273 & dimensi 80 x 20 x 20 [mm] untuk standar pengujian impak ASTM C368. Proses pencetakan di lakukan dengan non press hydraulic atau hanya menggunakan tangan biasa untuk proses penekanan bahan kedalam cetakan. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi

keluarnya sabut saat akan dipress bila menggunakan hydraulic press. Sample yang telah dicetak lalu di keringkan terlebih dahulu dengan suhu lingkungan. Proses pengeringan dengan bantuan matahari ini bertujuan agar struktur sample tidak ada yang berubah karna kondisi yang bahan yang masih basah.

Karakterisasi Sample

Proses karakterisasi sample menggunakan metode sintering yang dilakukan setelah sample telah di keluarkan dari cetakan & dalam kondisi kering. Proses ini dilakuakn menggunakan mesin furnace yang diberi suhu bervariasi mulai dari 800 °C, 900 °C & 1000 °C selama kurang lebih 2 hari dengan *temperatur holding* 6 jam. Sistem furnace yang digunakan dalam keadaan vakum dimana sample tidak akan teroksidasi dengan oksigen. Hal tersebut dikarenakan sample diharuskan tidak teroksidasi dengan oksigen agar sample dapat berubah menjadi keramik bukan batako. Mengingat matriks yang digunakan pada penelitian ini menggunakan clay.

Pengujian

Pengujian konduktivitas listrik dilakukan dalam kondisi suhu ruangan dengan alat ukur multitaster & vernier caliper sebagai validasi datanya. Pengujian ini membutuhkan teori – teori pendukung dalam pengolahan data yang didapatkan, Teori konduktivitas listrik terangkup sebagai berikut:

$$\text{Revisitas elektrik} : \rho = \frac{R \cdot A}{l} \quad [\text{.m}] \quad [\text{Persamaan.1}]$$

R = Hambatan listrik ()

A = Luas Penampang (m²)

l = Panjang (m)

$$\text{Konduktivitas elektrik} : \sigma = \frac{1}{\rho} \quad [\text{m}^{-1}] \quad [\text{Persamaan.2}]$$

3. HASIL & PEMBAHASAN

Sample Uji Tarik

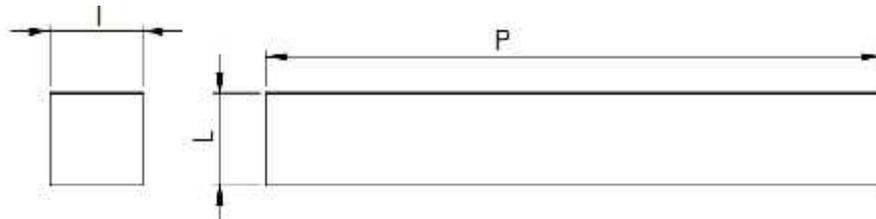
Sample setelah di lakukan sintering mendapat beberapa perubahan bentuk, salah satunya warna yang di timbulkan menjadi lebih hitam pekat setelah dilakuakn sintering yang pada sebelumnya berwarna coklat. Serta ukuran pada sample yang mengalami penyusutan setelah dilakukan sintering. Hal ini dapat disebabkan karna masih terdapatnya air dalam pori pori pada sample saat proses sintering berlangsung. Penyusutan terjadi ±0.5 mm dari ukuran awal.



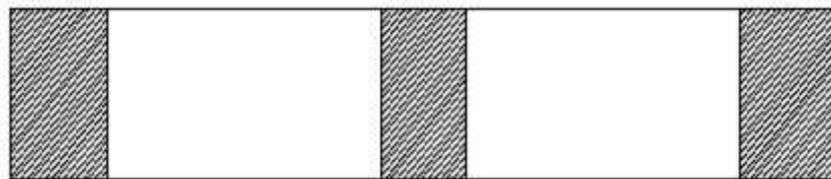
Gambar 2. Sample Sebelum & sesudah di sintering

Konduktivitas Elektrik (Sample uji tarik)

Perhitungan konduktivitas pada sample uji tarik dilakukan sebanyak 6 kali dengan menggunakan 2 sisi yang berbeda secara berpola mengelilingi bagian sample. Jumlah revisitas elektrik di rata – ratakan untuk mendapatkan nilai konduktivitas yang merata.



Gambar 3. Dimensi Sample uji tarik



Gambar 7. Titik Uji Konduktivitas listrik

Ket: R1,2,3 = Tahanan [Ω] l = jarak penjepitan [m] P = Panjang [m]
L = Lebar [m] A = Luas [m²]

Suhu 800 °C

Sample	1:10						
	R1	R2	R3	l	P	L	A
1	212.4	243.5	266.7	0.0144	0.0102	0.1068	0.0011
	275.5	210.5	272.8	0.0106	0.0141	0.1068	0.0015
2	304.2	265.8	332.8	0.0130	0.0106	0.1079	0.0011
	288.7	312.8	288.6	0.0110	0.0128	0.1079	0.0014
3	233.2	308.4	265.8	0.0103	0.0142	0.1072	0.0015
	286.7	224.1	265.8	0.0141	0.0105	0.1072	0.0011
4	387.9	406	378.9	0.0141	0.0104	0.1083	0.0011
	316.8	227.2	218.9	0.0106	0.0141	0.1083	0.0015
5	309.5	286.7	289.6	0.0138	0.0104	0.1070	0.0011
	306.2	278.1	279.2	0.0107	0.0139	0.1070	0.0015

Tabel 1 . Perbandingan 1:10

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{31.0004} = 3,22 \cdot 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

Sample	2:10						
	R1	R2	R3	I	P	L	A
1	362.1	360.4	321.8	0.0114	0.0139	0.1062	0.0015
	356.9	256.1	282.7	0.0138	0.0115	0.1062	0.0012
2	214.3	216.8	268.1	0.0146	0.0116	0.1083	0.0013
	289.1	264.8	216.2	0.0119	0.0148	0.1083	0.0016
3	172.4	198.2	212.7	0.0140	0.0122	0.1085	0.0013
	168.4	189.3	221.4	0.0125	0.0140	0.1085	0.0015
4	246.7	216.7	221.6	0.0142	0.0112	0.1078	0.0012
	198.3	187.5	213.6	0.0111	0.0142	0.1078	0.0015
5	219.1	254.7	214.4	0.0145	0.0114	0.1066	0.0012
	264.7	275.8	216.4	0.0114	0.0145	0.1066	0.0015

Tabel 2. Perbandingan 2:10

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{26.8372} = 3,73 \times 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

Sample	1:30						
	R1	R2	R3	I	P	L	A
1	124.2	113.5	142.1	0.0122	0.0110	0.1068	0.0012
	139.6	125.2	114.8	0.0107	0.0121	0.1068	0.0013
2	125.6	141.5	131.8	0.0139	0.0100	0.1075	0.0011
	102.1	128.4	109.2	0.0100	0.0140	0.1075	0.0015
3	118.7	121.8	137.6	0.0135	0.0118	0.1082	0.0013
	114.7	145.2	124.1	0.0114	0.0137	0.1082	0.0015
4	112.8	124.6	113.1	0.0144	0.0120	0.1082	0.0013
	103.1	132.1	128.4	0.0118	0.0148	0.1084	0.0016
5	147.3	125.2	114.7	0.0140	0.0112	0.1075	0.0012
	135.1	145.6	126.8	0.0105	0.0139	0.1075	0.0015

Tabel 3. Perbandingan 3:10

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{14.0804} = 7,11 \cdot 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

Suhu 900 °C

Sample	1:10						
	R1	R2	R3	I	P	L	A
1	261.2	268.2	258.3	0.0132	0.0110	0.1088	0.0012
	268.1	219.1	211.5	0.0107	0.0138	0.1088	0.0015
2	246.5	208.8	209.4	0.0139	0.0100	0.1075	0.0011
	276	231.8	246.8	0.0100	0.0140	0.1075	0.0015
3	268.7	234.1	221.1	0.0135	0.0118	0.1082	0.0013
	289.1	267.4	276.8	0.0114	0.0137	0.1082	0.0015
4	289.1	224.1	248.1	0.0144	0.0120	0.1082	0.0013
	221.3	201.3	219.2	0.0118	0.0148	0.1084	0.0016
5	212.4	193	248.2	0.0140	0.0112	0.1075	0.0012
	248.1	184.1	267.2	0.0105	0.0139	0.1075	0.0015

Tabel 4. Perbandingan 1:10 suhu 900 °C

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{27.4298} = 3,65 \cdot 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

Sample	2:10						
	R1	R2	R3	I	P	L	A
1	112.6	108.2	102.4	0.0111	0.0139	0.1123	0.0016
	98.7	101.8	114.5	0.0138	0.0120	0.1123	0.0013
2	125.3	156.9	126.4	0.0148	0.0119	0.1114	0.0013
	186.2	264.8	164.2	0.0119	0.0148	0.1114	0.0016
3	172.4	143.2	118.6	0.0140	0.0120	0.1105	0.0013
	124.2	138.2	165.2	0.0118	0.0140	0.1105	0.0015
4	145.2	125.6	124.1	0.0140	0.0112	0.1106	0.0012
	151.6	169.3	126.3	0.0122	0.0140	0.1106	0.0015
5	129.2	116.4	108.4	0.0145	0.0114	0.1108	0.0013
	116.2	103.4	116.5	0.0114	0.0145	0.1108	0.0016

Tabel 5. Perbandingan 2:10 suhu 900 °C

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{15.504} = 6,45 \cdot 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

Sample	1:30						
	R1	R2	R3	I	P	L	A
1	102.2	80.1	78.2	0.0150	0.0130	0.1070	0.0014
	98.4	78.3	84.2	0.0130	0.0148	0.1070	0.0016
2	80.2	104.2	98.2	0.0140	0.0114	0.1090	0.0012
	108.2	89	98.2	0.0115	0.0143	0.1090	0.0016
3	98.2	108.4	89	0.0143	0.0119	0.1080	0.0013
	85.3	73.9	81.2	0.0120	0.0145	0.1080	0.0016
4	101.7	108.1	97.2	0.0140	0.0119	0.1100	0.0013
	102.3	98.5	105.2	0.0114	0.0140	0.1100	0.0015
5	84.8	88.1	89.2	0.0141	0.0117	0.1170	0.0014
	104.1	102.5	97.7	0.0120	0.0141	0.1170	0.0016

Tabel 6. Perbandingan 3:10 suhu 900 °C

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{10.543} = 9,484 \cdot 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

❖ Suhu 1000 °C

Sample	1:10						
	R1	R2	R3	I	P	L	A
1	106.5	111.2	136.2	0.0148	0.0136	0.1097	0.0015
	126.3	101.5	114.2	0.0136	0.0148	0.1097	0.0016
2	109.3	114.2	124	0.0142	0.0135	0.1093	0.0015
	116.8	124.4	106.1	0.0134	0.0146	0.1093	0.0016
3	100.2	96.8	118.5	0.0132	0.0148	0.1092	0.0016
	122.9	128.3	142.3	0.0145	0.0137	0.1092	0.0015
4	103.5	145.1	126.9	0.0134	0.0109	0.1053	0.0011
	126.1	116.9	132.1	0.0110	0.0132	0.1053	0.0014
5	123.1	114.2	104.7	0.0139	0.0110	0.1091	0.0012
	116.7	125.6	101.2	0.0110	0.0139	0.1091	0.0015

Tabel 7. Perbandingan 1:10 suhu 1000 °C

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{12.9881} = 7,699 \cdot 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

Sample	2:10						
	R1	R2	R3	I	P	L	A
1	78.4	93	103.2	0.0125	0.0149	0.1100	0.0016
	76.8	43.6	60.8	0.0145	0.0120	0.1100	0.0013
2	36.2	38.7	67.5	0.0140	0.0132	0.1086	0.0014
	118	106.2	108.2	0.0135	0.0138	0.1086	0.0015
3	78.2	86.3	98.8	0.0134	0.0148	0.1085	0.0016
	68.7	50.5	65.4	0.0145	0.0138	0.1085	0.0015
4	66.6	86.8	78.9	0.0138	0.0142	0.1092	0.0016
	98.6	83.7	65.8	0.0142	0.0136	0.1092	0.0015
5	73.6	55.8	68.8	0.0135	0.0146	0.1107	0.0016
	86.7	54.2	67.2	0.0146	0.0135	0.1107	0.0015

Tabel 8. Perbandingan 2:10 suhu 1000 °C

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{0.3389} = 11,92 \cdot 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

Sample	R1	R2	R3	I	P	L	A
1	78.5	43	53	0.0141	0.0119	0.1073	0.0013
	86.4	66.1	76.8	0.0115	0.0145	0.1073	0.0016
2	41.2	37.5	62.4	0.0129	0.0140	0.1075	0.0015
	65.2	76.1	53.8	0.0140	0.0129	0.1075	0.0014
3	102.3	98.2	101.5	0.0132	0.0120	0.1082	0.0013
	89.4	108.2	98.2	0.0120	0.0132	0.1082	0.0014
4	92.3	75.8	49	0.0124	0.0131	0.1086	0.0014
	49.2	51.8	49.3	0.0131	0.0124	0.1086	0.0013
5	41.6	30.9	66.7	0.0118	0.0126	0.1079	0.0014
	56.2	68.1	43.7	0.0126	0.0118	0.1079	0.0013

Tabel 9. Perbandingan 3:10 suhu 1000 °C

$$\text{Konduktivitas} = \frac{1}{0.7363} = 13,58 \cdot 10^{-2} [\text{m}^{-1}]$$

3.2 Kondiktivitas Elektrik (Sample uji impak)

Suhu 900 °C

Sample	1:10			
	R1	I	A	
1	19	0,0736	3,459x10 ⁻⁴	111,988
2	19,9	0,072	3,590x10 ⁻⁴	100,782
3	24,5	0,0735	3,478x10 ⁻⁴	86,256
4	16	0,0721	3,534x10 ⁻⁴	127,511
5	20,9	0,0746	3,515x10 ⁻⁴	101,547

Tabel 10. Perbandingan 1:10 suhu 900 °C

Sample	2:10			
	R1	I	A	σ
1	27,1	0,0735	$3,402 \times 10^{-4}$	79,744
2	27,5	0,0733	$3,496 \times 10^{-4}$	76,242
3	38,3	0,072	$3,572 \times 10^{-4}$	52,628
4	28,4	0,0747	$3,533 \times 10^{-4}$	74,448
5	21,2	0,0728	$3,895 \times 10^{-4}$	88,163

Tabel 11. Perbandingan 2:10 suhu 900 °C

Sample	3:10			
	R1	I	A	σ
1	14,7	0,0714	$3,496 \times 10^{-4}$	138,934
2	32,4	0,073	$3,588 \times 10^{-4}$	62,795
3	19,6	0,0735	$3,496 \times 10^{-4}$	10,726
4	13,3	0,0725	$3,534 \times 10^{-4}$	154,248
5	34,9	0,0729	$3,420 \times 10^{-4}$	61,076

Tabel 12. Perbandingan 3:10 suhu 900 °C

4. KESIMPULAN

-) Proses karbonisasi pada sabut kelapa berhasil dengan terbuhtinya dapat menghantarkan listrik yang telah di uji oleh multitaster & simulasi lampu listrik.
-) Nilai konduktivitas listrik semakin naik dengan penambahan suhu yang lebih tinggi. Saat suhu 800°C nilai konduktivitasnya $3,22 \times 10^{-2}$ [m⁻¹], $3,726 \times 10^{-2}$ [m⁻¹], dan $7,102 \times 10^{-2}$ [m⁻¹] sedangkan saat suhu 1000°C nilai konduktivitasnya $7,699 \times 10^{-2}$ [m⁻¹], $11,92 \times 10^{-2}$ [m⁻¹] dan $13,581 \times 10^{-2}$ [m⁻¹]
-) Nilai Konduktiv listrik semakin naik dengan semakin banyaknya komposisi sabut kelapa. Saat perbandingan 1:10 nilai konduktivitasnya $7,699 \times 10^{-2}$ [m⁻¹], 2:10 nilainya $11,92 \times 10^{-2}$ [m⁻¹], dan 3:10 nilainya $13,581 \times 10^{-2}$ [m⁻¹].

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusunan *full paper* seminar nasional ini mungkin tidak akan terselesaikan tanpa ada bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, sepatutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si sebagai dosen pembimbing Skripsi.
2. Bapak Dr. Belyamin, M.Se, Eng., B.Eng., sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak Drs. Mochammad Sholeh, ST. MT sebagai Ketua Prodi S1-Terapan Teknik Manufaktur.
4. Teman-teman S1 Teknik Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta 2013 yang telah mendukung penulis untuk menyelesaikan *full paper* seminar nasional ini.
5. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan *support* yang besar dalam penyelesaian paper seminar nasional dan tidak dapat dituliskan satu per satu.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] F.L Matthews, “Composite materials: Engineering and science”, Woodhead Publishing, 1999.
- [2] Mallick, P.K, Fiber Reinforced Composites material, Manufacturing, and Design, Marcel Dekker Inc, New York, 1988.
- [3] A. Haque, M. Rahman, “Durability and Damage Development in woven ceramic matrix composite under tensile and fatigue loading at room and elevated temperatur”, 2000, Journal
- [4] I.M. Low, “Advances in ceramic matrix composites”, Woodhead Publishing, 2014.
- [5] www.astm.org, Standard tensile test & impact test.

**PENGGANTIAN BAHAN RODA LAYER PUSHER DI PALLETIZER PABRIK
HOLCIM CILACAP****Lugas Ravias¹, Sidiq Ruswanto²**1. Lugas Ravias, Jalan Brantas RT01/X, Cilacap. 085726448449 lugasravias.holcim@gmail.com

2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Layer pusher berfungsi untuk mendorong satu layer kantong semen menuju ke atas palet. Layer pusher mempunyai roda, terbuat dari bahan teflon yang mempunyai sifat cepat aus. Untuk itu perlu dilakukan penggantian dengan bahan baja. Metode pembuatan roda dengan cara dibubut dan di bor. Dengan diganti bahan baja, maka keausan dapat dikurangi.

Kata kunci : bahan, roda, layer pusher, palletizer, aus

Abstract

Layer pusher serves to push the layer of cement bags toward the top of the palette. Layer pusher has wheels, it is made of teflon which has the properties wear faster. It is necessary to be replaced with steel material. Wheel making method by means of a lathe and drill. With replaced steel material, then the wear can be reduced.

Keywords: material, wheels, layer pusher, palletizer, wear

1. PENDAHULUAN

Mesin *Palletizer* berfungsi untuk menata semen bag ke atas palet secara otomatis . Terdiri dari 9 area yang memiliki peran masing – masing dalam proses pengepakan semen bag, salah satunya yaitu *layer pusher* yang berfungsi untuk mendorong satu layer semen bag menuju ke atas palet. Roda *layer pusher* merupakan salah satu sub bagian yang memiliki intensitas *breakdown* tertinggi pada *wagon palletizer* (67B-PA1), yang terjadi selama 6 bulan secara berturut – turut. Untuk durasi penggantian atau perbaikan pun cukup tinggi. Berikut data selama 6 bulan terakhir yang diambil dari TIS (*Technical Information System*) Holcim yang telah di rekap menjadi satu tentang masalah *layer pusher*.

Tabel 1. *Stoplog Wagon Palletizer 67B-PA1* (khusus *layer pusher*)

Stopdate	startdate	Description	Duration (h)	Major Cause	Explanation
03/11/2016 21:06:00'	04/11/2016 00:15:00'	Running status Palletizer Train	03.00	Mechanical	perbaikan joint rel roda pallet layer pusher lepas
23/11/2016 07:30:00'	23/11/2016 07:33:00'	Running status Palletizer Train	00.05	Mechanical	perbaikan roda layer pusher
23/11/2016 12:06:00'	23/11/2016 15:37:00'	Running status Palletizer Train	03.52	Mechanical	perbaikan roda layer pusher
26/11/2016 21:48:00'	26/11/2016 00:48:00'	Running status Palletizer Train	03.00	Mechanical	trouble layer pusher right roda aus, sambungan rel tidak rata
13/12/2016 15:31:00'	13/12/2016 15:38:00'	Running status Palletizer Train	00.12	Mechanical	adjust roda layer pusher
13/12/2016 16:09:00'	13/12/2016 16:24:00'	Running status Palletizer Train	00.25	Mechanical	adjust roda layer pusher
15/12/2016 08:16:00'	15/12/2016 20:09:00'	Running status Palletizer Train	12.00	Mechanical	ganti roda layer pusher
23/12/2016 02:22:00'	23/12/2016 03:06:00'	Running status Palletizer Train	00.55	Mechanical	67B-PA1 Perbaikan plate rel untuk roller supporting layer pusher right
30/12/2016 14:54:00'	30/12/2016 15:02:00'	Running status Palletizer Train	00.13	Mechanical	perbaikan di layer pusher
30/12/2016 14:54:00'	30/12/2016 15:02:00'	Running status Palletizer Train	00.35	Mechanical	perbaikan di layer pusher
23/01/2017 09:40:00'	23/01/2017 14:32:00'	Running status Palletizer Train	05.00	Idle time	PMS
09/02/2017 07:26:00'	09/02/2017 17:43:00'	Running status Palletizer Train	10.28	Idle time	PMS

09/02/2017 18:01:00'	09/02/2017 18:48:00'	Running status Palletizer Train	01.08	Idle time	PMS
05/03/2017 20:09:00'	05/03/2017 01:45:00'	Running status Palletizer Train	06.00	Idle time	Bushing roda layer pusher kocak stop
24/04/2017 14:08:00'	24/04/2017 15:14:00'	Running status Palletizer Train	01.10	Mechanical	layer pusher left roda bagian atas lepas
24/04/2017 15:29:00'	24/04/2017 16:46:00'	Running status Palletizer Train	01.28	Mechanical	layer pusher left roda bagian atas lepas
24/04/2017 17:09:00'	24/04/2017 19:23:00'	Running status Palletizer Train	02.23	Mechanical	layer pusher left roda bagian atas lepas

Layer pusher memiliki 24 roda yang terbagi di 2 *pusher carriage* yang masing – masing dibagi menjadi 3 bagian, 4 roda di bagian atas, 4 roda di bagian tengah dan 4 roda dibagian bawah, yang semuanya mempunyai peran untuk menyangga *pusher carriage*. Roda yang terbuat dari bahan teflon ini memiliki sifat cepat aus dan teflon dapat terlepas dari body.



Gambar 1. Roda teflon yang aus dan lepas
(Sumber : Hasil foto sendiri)

Dampak yang ditimbulkan diantaranya, pergerakan *pusher carriage* yang tidak stabil sehingga terjadi vibrasi, akibatnya rel menjadi retak dan tidak rata, *pusher carriage* lebih condong ke arah bawah, sehingga dapat menyobek *layer forming belt*. *Pusher carriage* dapat saling bertabrakan. Hal ini merugikan perusahaan baik dari segi waktu dan juga biaya perbaikan. Dengan permasalahan ini maka perlu dilakukannya *improve*, seperti penggantian bahan roda ini.



Gambar 2. Rel *layer pusher* retak dan telah di las
(Sumber : Hasil foto sendiri)

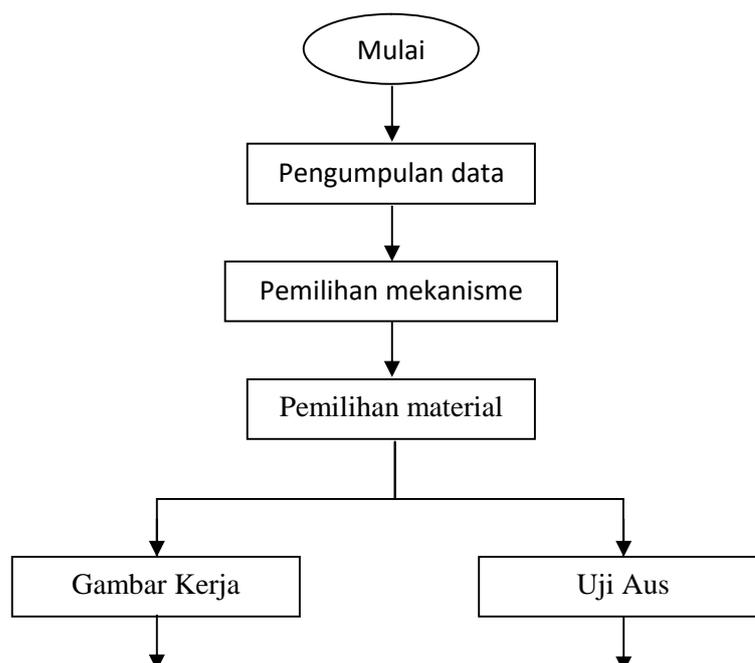
Dari sisi produksi *wagon palletizer* (67B-PA1) memiliki *running hours* yang jauh lebih tinggi dibandingkan *truck palletizer* (67A-PA1). Ini juga mengapa *spare part wagon palletizer* (67B-PA1) lebih boros.

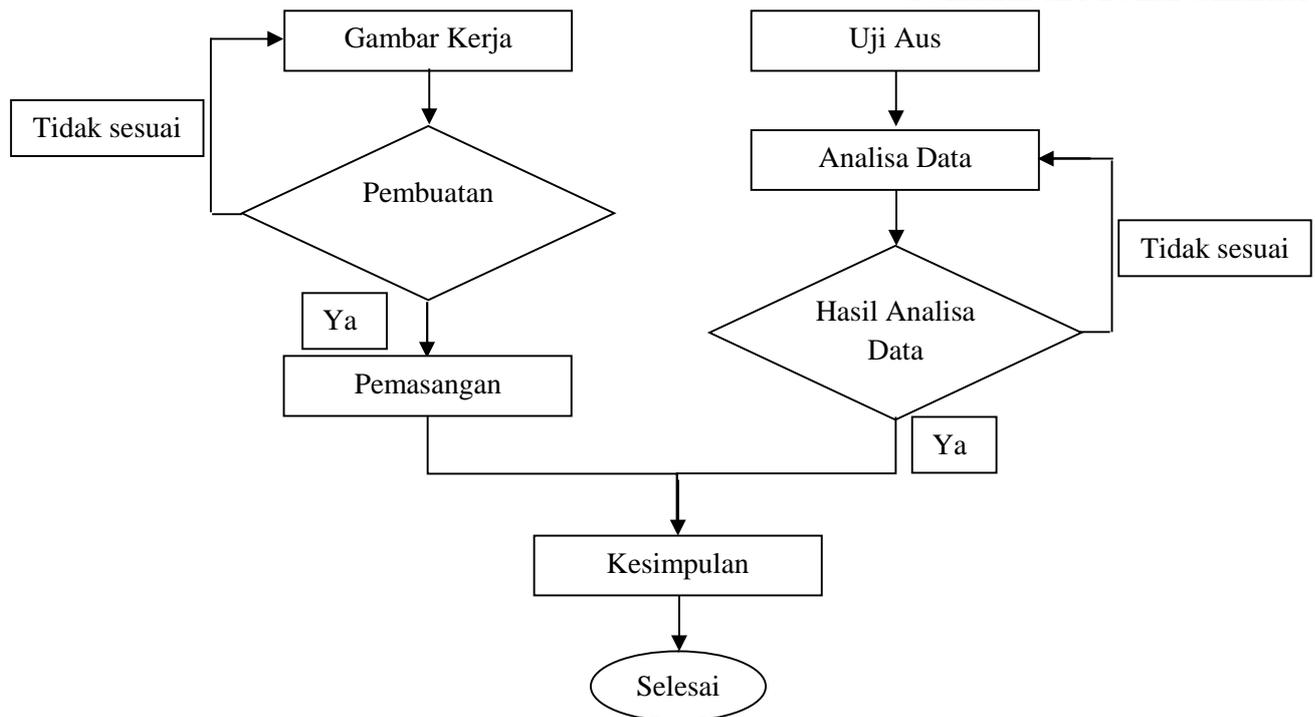
Tabel 2. *Running Hours Palletizer* Pabrik Holcim Cilacap

CC2 Palletizer Operation Report								
Time	Truck Palletizer				Wagon Palletizer			
	Running hours	Consumption	Average Bag Type	Production	Running hours	Consumption	Average Bag Type	Production
	h	Bag	Kg	ton	h	Bag	Kg	ton
01.01.2016 00:00	528.38	1035693	50	51385.4	566.87	1389110	40	55700.9
01.02.2016 00:00	330.93	598633	49	29425.0	386.55	846873	40	34166.5
01.03.2016 00:00	344.62	620116	50	30878.6	443.47	965783	41	39272.6
01.04.2016 00:00	239.83	391204	50	19553.1	469.35	1067162	42	44847.8
01.05.2016 00:00	398.95	594443	50	29483.2	618.57	1367931	41	56287.4
01.06.2016 00:00	442.82	753264	48	35947.9	512.22	1070389	41	44233.8
01.07.2016 00:00	336.80	573657	49	28246.2	448.22	891452	42	37021.1
01.08.2016 00:00	471.48	762920	48	36345.0	573.28	1045496	40	42211.0
01.09.2016 00:00	424.45	772335	48	37129.2	511.72	1156596	40	46560.9
01.10.2016 00:00	444.30	852859	48	41334.5	561.18	1350951	40	54478.6
01.11.2016 00:00	400.23	745400	49	36401.1	595.18	1465110	41	60494.7
01.12.2016 00:00	482.58	968528	48	46642.7	619.68	1566985	41	63704.5
01.01.2017 00:00	500.88	916765	48	43966.9	597.30	1346617	41	55146.0
01.02.2017 00:00	298.72	483140	50	24056.3	594.67	1507175	42	63580.2
01.03.2017 00:00	365.42	598277	49	29527.9	662.75	1761367	42	73805.6
01.04.2017 00:00	428.47	797028	49	38714.2	649.58	1737764	42	72194.7
01.05.2017 00:00	96.17	155289	48	7499.7	189.82	530162	42	22299.6
Sum		11619551				21066923		

Berdasarkan penelitian sebelumnya, bahan teflon memiliki tingkat keausan yang tinggi rata-rata sekitar 1×10^{-4} sampai 1×10^{-3} mm³ / Nm, menyebabkan puing-puing bekas flakey, yang bisa sangat merugikan. Keausan lebih besar terjadi pada benda yang kekerasannya lebih rendah. Berbagai faktor yang mempengaruhi keausan adalah kecepatan gerak, besarnya beban, profil permukaan serta kekerasan dari material itu sendiri. Gesekan antar permukaan juga akan menimbulkan panas yang juga mempengaruhi keausan, karena dalam kajian material disebutkan bahwa keausan material akan berkurang seiring meningkatnya temperatur. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dilakukan penggantian bahan teflon menjadi bahan baja AISI 4140 yang memiliki tingkat kekerasan bahan lebih tinggi sehingga tingkat keausan dapat dikurangi dan memperpanjang umur roda.

2. METODE PENELITIAN





Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Keterangan :

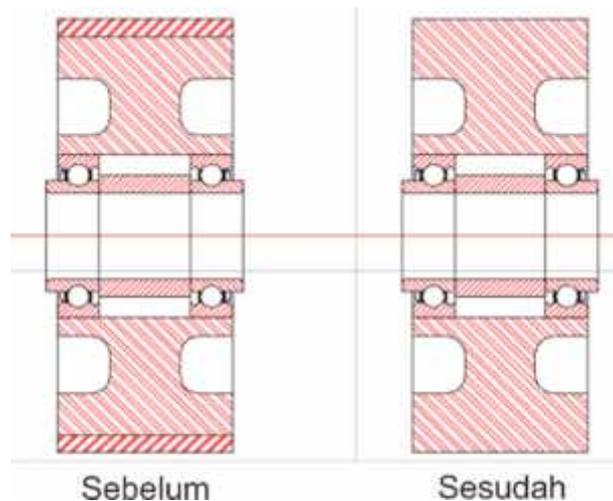
1. Mulai
Tugas akhir dapat dimulai apabila judul telah ditentukan dan proposal telah disusun.
2. Pengumpulan data
Melakukan diskusi mengenai kondisi dan situasi di lapangan tentang apapun yang berhubungan dengan *layer pusher*. Setelah itu, dilakukan pengamatan langsung ke lapangan untuk melakukan pengamatan desain dari komponen roda *layer pusher*.
3. Perencanaan
Bagaimana menemukan solusi dan pemecahan yang tepat untuk mengganti bahan roda *layer pusher*.
4. Pemilihan material
Mengganti bahan roda *layer pusher* dengan mempertimbangkan berbagai hal, seperti sifat fisik material, sifat bahan material, desain material dan biaya penggantian bahan material tersebut.
5. Perancangan, pembuatan dan pemasangan
Merancang desain komponen roda *layer pusher* sebelum dan sesudah diganti. Kemudian dilakukan pembuatan komponen roda dengan cara dibubut dan setelah selesai dilakukan pemasangan.
6. Uji aus, analisa data dan hasil analisa data
Uji aus untuk mengetahui seberapa besar pengaruh keausan terhadap penggantian bahan. Data di analisa dengan melakukan perhitungan laju keausan kedua bahan yaitu teflon dan baja AISI 4140.
7. Kesimpulan
Setelah pemasangan dan melihat hasil analisa data, dapat diambil kesimpulan yang terkait masalah ausnya roda *layer pusher*.
8. Selesai
Tugas akhir dapat dikatakan selesai apabila penguji dan pembimbing telah menyerahkan nilai akhir dan nilai tersebut dinyatakan memenuhi syarat kelulusan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan Bahan Pengganti

Bahan baja dipilih sebagai pengganti bahan teflon karena bahan baja memiliki banyak keunggulan dari bahan teflon. Bahan baja menjadi satu dengan body poros, tidak seperti teflon yang melapisi body poros yang mengakibatkan teflon dapat terlepas dari body poros. Selain itu, baja AISI 4140 memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi dibandingkan bahan teflon. Karena tingkat kekerasan material dapat mempengaruhi tingkat laju keausan. Semakin tinggi kekerasan material maka semakin kecil tingkat keausannya karena keausan terjadi pada bahan yang lebih lunak. Keausan bahan baja rata diseluruh permukaan, tidak seperti keausan teflon yang lebih cepat mengalami retak – retak pada teflon dan keausan terjadi tidak rata dan menimbulkan puing – puing bekas flakey.

3.2 Desain Sebelum Dan Sesudah



Gambar 4. Roda *layer pusher*

Dimensi sebelum dan sesudah adalah sama yaitu diameter luar 125 mm, diameter dalam 25 mm dan tebal 50 mm. Perbedaannya, desain sebelumnya terdapat teflon yang mengelilingi body poros, desain sekarang body poros sekaligus untuk permukaan roda tanpa adanya lapisan teflon lagi.

3.3 Fabrikasi Dan Instalasi

Pembuatan komponen roda dilakukan dengan menggunakan mesin bubut. Kesulitan membubut bahan baja pada saat sudah mulai panas, karena material semakin lama kekerasannya semakin bertambah seiring dengan bertambahnya suhu. Melihat kondisi tersebut, maka *feed* bubut dikurangi. Setelah komponen selesai dibuat, bagian tengah diberi bushing dan dikedua sisinya diberi bearing type 6005ZV. Proses pemasangan dilakukan pada saat jadwal stop *palletizer*. Penggantian dilakukan pada salah satu *pusher carriage*, yaitu sebelah timur.



Gambar 5. Roda baja terpasang
(Sumber : Hasil foto sendiri)

Penggantian dengan bahan baja ini masih dalam eksperimen atau uji coba, tetapi sudah dapat dilihat hasilnya. Pemasangan pertama kali pada tanggal 15/12/16 2 roda bahan baja pada *pusher carriage* sebelah timur bagian atas, sampai sekarang 13/06/17 roda tersebut bisa dikatakan tidak aus karena diameternya masih tetap. Tetapi bila permukaannya dipegang, keausan yang di alami roda bahan baja tersebut rata melingkar ke seluruh bagian, berbeda dengan roda bahan teflon yang mempunyai sifat lebih cepat aus bahkan sebelum jadwal penggantian atau sebelum life time sudah mengganti dengan yang baru karena teflon dapat lepas dari *body* porosnya. Sedangkan dengan bahan baja, tidak terjadi masalah seperti itu karena desainnya jadi satu langsung ke *body* roda.

3.4 Uji Aus

Untuk mengetahui kinerja komponen penggantian bahan roda *layer pusher* dan seberapa pengaruh setelah dilakukan penggantian bahan, maka dilakukan pengujian keausan. Pengujian aus yang disimulasikan, salah satunya dengan metode Ogoshi OAT-U, benda uji memperoleh beban gesek dari *revolving disc* yang menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang dan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Dasar penentuan tingkat keausan pada material berdasarkan besarnya jejak permukaan. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terlepas dari benda uji.



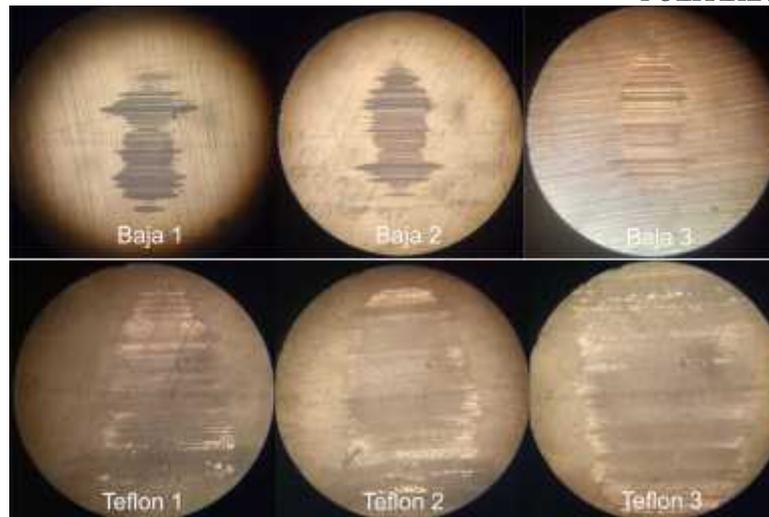
Gambar 6. Ogoshi Type OAT-U
(Sumber : Hasil foto sendiri)

Peralatan dan material yang dibutuhkan yaitu mesin Ogoshi, mikrometer, pemasang dan pembuka gear, mikroskop pengukur dan sampel uji keausan.



Gambar 7. Mikroskop Laboratorium Bahan Teknik UGM
(Sumber : Hasil foto sendiri)

Dari masing – masing sampel uji yang berdimensi 30 mm x 30 mm x 8 mm, diukur menggunakan mikroskop menghasilkan lebar celah (*bo*). Di ambil dari 3 celah terpanjang, kemudian di rata – rata. Setelah itu rata – rata lebar keausan dibagi dengan 19 strip sesuai dengan perbesaran lensanya yaitu 50 kali. Maka dihasilkan lebar celah (*bo*).



Gambar 8. Perbesaran 50X Mikroskop
(Sumber : Hasil foto sendiri)

Tabel 3. Lebar Celah Keausan

No	Spesimen	Lebar keausan			Rata - rata lebar keausan	Abrasion groove width bo (mm)
1	Baja 1	16	11	10	12	0,63
2	Resin 1	30	25	17	24	1,26
3	Baja 2	22	13	14	16	0,84
4	Resin 2	32	28	20	27	1,42
5	Baja 3	22	14	15	17	0,89
6	Resin 3	40	38	34	37	1,94
Pada Perbesaran Lensa 50 kali, 1 mm = 19 strip						

Berikut data hasil pengujian keausan :

$$\text{Rumus keausan : } W_s = \frac{E \cdot b \cdot o^3}{8 \cdot r \cdot P \cdot \omega \cdot L} \quad [\text{Persamaan 1}]$$

Diketahui : Lebar Disk B = 3 mm
Jari – jari Disk r = 15 mm
Kecepatan Motor = 1430 rpm

Tabel 4. Hasil Uji Keausan Spesifik Permukaan

No	Kode Spesimen	Abrasion Time		Abrasion Distance lo (mm)	Abrasion Speed Vm/sec	Abrasion Groove Width bo (mm)	bo3 (mm3)	Spesific Abrasion Ws (mm2/Kg)	Final Load Po (kg)
		Min	Sec						
1	Baja 1	1	60	66600	0,25	0,63	0,250	4,42743E-08	2,12
2	Resin 1	1	60	66600	0,25	1,26	2,000	3,54194E-07	2,12
3	Baja 2	1	60	100000	0,25	0,84	0,593	4,65962E-08	3,18
4	Resin 2	1	60	100000	0,25	1,42	2,863	2,25101E-07	3,18
5	Baja 3	1	60	200000	0,25	0,89	0,705	1,38555E-08	6,36
6	Resin 3	1	60	200000	0,25	1,94	7,301	1,43502E-07	6,36

Berikut detail hasil perhitungan laju keausan kedua bahan yang telah di uji, perhitungan laju keausan ini berdasarkan variasi pembebanan.

✓ Pembebanan 2,12 kg

$$\begin{aligned} \text{Baja 1) } W_s &= \frac{E \cdot b \cdot o^3}{8 \cdot r \cdot P \cdot o \cdot L^3} \quad [\text{Persamaan 1}] & \text{Resin 1) } W_s &= \frac{E \cdot b \cdot o^3}{8 \cdot r \cdot P \cdot o \cdot L^3} \quad [\text{Persamaan 1}] \\ &= \frac{30,63^3}{815,212,66600} & &= \frac{31,26^3}{815,212,66600} \\ &= \frac{0,750}{16943040} & &= \frac{6,001}{16943040} \\ &= 4,42743^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg} & &= 3,54194^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg} \end{aligned}$$

✓ Pembebanan 3,18 kg

$$\begin{aligned} \text{Baja 2) } W_s &= \frac{E \cdot b \cdot o^3}{8 \cdot r \cdot P \cdot o \cdot L^3} \quad [\text{Persamaan 1}] & \text{Resin 2) } W_s &= \frac{E \cdot b \cdot o^3}{8 \cdot r \cdot P \cdot o \cdot L^3} \quad [\text{Persamaan 1}] \\ &= \frac{30,84^3}{815,318,100000} & &= \frac{31,42^3}{815,318,100000} \\ &= \frac{1,778}{38160000} & &= \frac{8,589}{38160000} \\ &= 4,65962^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg} & &= 2,25101^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg} \end{aligned}$$

✓ Pembebanan 6,36 kg

$$\begin{aligned} \text{Baja 3) } W_s &= \frac{E \cdot b \cdot o^3}{8 \cdot r \cdot P \cdot o \cdot L^3} \quad [\text{Persamaan 1}] & \text{Resin 3) } W_s &= \frac{E \cdot b \cdot o^3}{8 \cdot r \cdot P \cdot o \cdot L^3} \quad [\text{Persamaan 1}] \\ &= \frac{30,89^3}{815,636,200000} & &= \frac{31,94^3}{815,636,200000} \\ &= \frac{2,115}{152640000} & &= \frac{21,904}{152640000} \\ &= 1,38555^{-8} \text{ mm}^2/\text{kg} & &= 1,43502^{-7} \text{ mm}^2/\text{kg} \end{aligned}$$



Gambar 9. Grafik Laju Keausan Kedua Bahan

Pada grafik – grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai tingkat keausan terlihat berbanding terbalik dengan beban, semakin besar beban yang diberikan, semakin turun pula laju keausan material. Perubahan grafik tingkat keausan terlihat tidak linear. Dimulai dari beban 2,12 kg hingga beban 6,36 kg tren grafik selalu turun. Tetapi tidak pada baja yang sempat naik pada beban 3,18 kg tetapi tren grafik menurun secara signifikan pada beban 6,36 kg. Karena bahan baja akan lebih cepat mengalami peningkatan temperatur yang semakin memperkeras permukaannya sehingga gerusan yang terjadi relatif lebih kecil, pengaruh dari masing-masing spesimen yang mempunyai harga kekerasan yang relatif berbeda. Sedangkan teflon, walaupun tren grafik selalu turun tetapi tidak turun secara signifikan. Nilai laju keausan baja 4,42743⁻⁸ mm²/kg ; 4,65962⁻⁸ mm²/kg ; 1,38555⁻⁸ mm²/kg ; jauh lebih kecil dibandingkan nilai laju keausan teflon 3,54194⁻⁷ mm²/kg ; 2,25101⁻⁷ mm²/kg ; 1,43502⁻⁷ mm²/kg. Pada kondisi operasinya, ketika nilai wear rate rendah maka akan berpengaruh pada umur hidup material tersebut yang relatif lebih lama.

4. KESIMPULAN

Nilai tingkat keausan rendah akan berpengaruh pada umur hidup material tersebut yang relatif lebih lama. Dengan digantinya bahan baja, maka dapat memperkecil laju keausan sehingga dapat memperpanjang umur roda. Tingkat kekerasan material dapat mempengaruhi tingkat laju keausan. Semakin tinggi kekerasan material maka semakin kecil tingkat keausannya karena keausan terjadi pada bahan yang lebih lunak dan laju keausan semakin berkurang pada saat temperature naik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada orang tua saya, Drs. Sidiq Ruswanto, ST., M.Si, Dr. Belyamin, M.Sc, Eng., B.Eng, Bapak Priyatno, Agus Supriyatno, Agus MU, Ari Sus, Andri S, Samsi, Amin S, Bagyo S atas bimbingan selama berada di departmen *Mechanical FM & PH*, sahabat seperjuangan EVE 10, kontraktor Truba.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] *BEUMER paletpac® SCSSBBQA*, Dokumen no BA-612-000023-PP-EN projek, PT. Holcim Indonesia Tbk Cilacap Plant, 2012.
- [2] Dr. Ir. Akhmad Herman Yuwono, M.Phil.Eng, Departemen Metalurgi Dan Material Fakultas Teknik Universitas Indonesia, "*Buku Panduan Praktikum Karakteristik Material 1 Pengujian Merusak (Destructive Testing)*", 2009.
- [3] Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine Type OAT-U, edisi, Nama Perusahaan, Kota, Negara, Tahun, tanggal
- [4] AZoM (5 Juli 2012) "*AISI 4140 Chrome-Molybdenum High Tensile Steel*", diambil kembali dari <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6116> 24 Maret 2017.
- [5] Sadaphal G. B, Prof. S.V. Bhaskar, "*International Engineering Research Journal*" Page No 1699-1705, 2012.
- [6] Bennett and W.G. Sawyer, "*Unpublished polymer wear testing*", 2011.
- [7] Eskaridho Gultom dan Yusuf Kaelani, "Studi Eksperimen dan Analisa Laju Keausan Material Alternatif" Vol. 5, No. 2, ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print) 2016.
- [8] Sunhaji, "*Hasil Uji Keausan Spesifik Permukaan*", Laboratorium Bahan Teknik Jurusan Teknik Mesin Dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, 29 Maret 2017.

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN GYPSUM SINTETIS TERHADAP SETTING TIME PADA SEMEN SMOOTH FIBRE

Pebri Ika Ndani¹, Estuti Budi Mulyani², Ginanjar Trio Pamungkas³

¹Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta,
pebriikandani05.holcim@gmail.com

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

³Laboratory, Technical Department, PT. Holcim Indonesia Tbk Tuban Plant

Abstrak

Gypsum sintetis dapat dimanfaatkan untuk mengurangi penggunaan gypsum natural dalam industri semen sebagai bahan tambah untuk menghambat waktu pengikatan semen (*setting time*). Dalam penelitian ini, gypsum sintetis yang digunakan yaitu gypsum sinteteis dengan jenis phosphogypsum yang merupakan hasil samping dari indutri pupuk. Metode yang digunakan adalah simulasi penambahan beberapa variasi massa gypsum sintetis pada semen dalam ruang lingkup laboratorium. Penggilingan dilakukan dalam test mill mini dan hasil dari proses tersebut akan dijadikan pasta untuk uji *setting time* dengan metode vicat. Selain uji *setting time*, akan dilakukan pengujian umum lainnya seperti uji kuat tekan, blaine, analisa x-ray, dll. Dalam penelitian ini komposisi material yang digunakan untuk pembuatan semen yaitu 94,6% clinker, 3,4% gypsum dan 2% filler (high grade limestone). Hasil penelitian menunjukkan semen dengan perbandingan gypsum sintetis dan gypsum natural sebesar 1:3 memenuhi target kualitas semen smooth fibre terutama dari segi *setting time*. Dengan perbandingan tersebut didapatkan efesiensi biaya sebesar Rp 199.458,-/hari.

Kata Kunci: Gypsum sintetis, Setting time, Semen

Abstract

Synthetic gypsum can be utilized to reduce the use of natural gypsum in the cement industry as an additive material that control the rate of cement setting. In this study, synthetic gypsum that used called phosphogypsum, this synthetic gypsum is an industrial by-products from fertilizer industry. The method that will be used is applying mass varies of synthetic gypsum in cement in laboratorial scope. Grinding will be done in mini test mill and the product will be mixed into cement paste for *setting time* analysis by vicat methode. Beside that, we also do others general test, such as , compressive strength test, blaine test, x-ray etc. In this study, the composition of materials are 94,6% clinker, 3,4% gypsum and 2% filler (high grade limestone). The results indicated that cement with ratio 1:3 of synthetic and natural gypsum meet the standard for smooth fibre cement especially in cement setting. This ratio has cost efficiency of Rp 199.458,-/day.

Keywords: Synthetic gypsum, Setting time, Cement

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan gypsum sintetis memiliki keuntungan dalam dalam hal ekonomi, pengolahan limbah serta pelestarian lingkungan melalui penurunan kebutuhan tambang terhadap gypsum natural [1]. Berdasarkan keuntungan yang bisa diperoleh maka timbul gagasan upaya penurunan penggunaan gypsum natural pada industri semen dengan cara penambahan gypsum sintetis pada proses penggilingan akhir di *finishmill* sebagai *cement retarder*, yaitu material yng memiliki fungsi untuk mengatur waktu pengikatan semen (*setting time*). Namun diharapkan penambahan gypsum sintetis tersebut tidak menurunkan kualitas dari semen yang dihasilkan. Oleh karena itu dilakukan penelitian pengaruh dari variasi penambahan gypsum sintetis terhadap *setting time* semen.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prosentase penambahan gypsum sintetis yang dapat digunakan dengan tercapainya target kualitas produk yang telah ditentukan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Persiapan Sample Uji

Dalam penelitian ini komposisi material untuk pembuatan semen yaitu 94,6% clinker, 3,4% gypsum dan 2% HGLS (*High Grade Limestone*). Clinker diambil dari *equipment cooler*, sehingga sample yang didapatkan fresh keluaran dari *kiln*. Gypsum dan HGLS diambil di *stockpile*, yang merupakan tempat penyimpanan material. Untuk mempermudah proses penggilingan, sample diperkecil ukurannya dengan menggunakan *jaw crusher*.

2.2 Pembuatan Semen

Dalam penelitian ini jenis semen yang akan dibuat yaitu semen *smooth fiber*. Semen ini salah satu produk dari PT. Holcim yang membuat permukaan jadi halus, serat yang halus dan untuk memperkuat lapisan. Semen ini dikontrol dengan ketat sesuai standar dari SNI 15-2049 tipe I (*blaine rendah*) [2]. Target dari semen *smooth fiber* diatur dalam SLA yang merupakan singkatan dari *Service Level Agreement*. SLA merupakan *guideline* pembuatan semen holcim yang telah disepakati bersama dari sisi *commercial, RMX and Aggregates*, serta *Manufacturing and Supply Chain Directorat*. Berdasarkan SLA 2016 target dari semen *smooth fiber* adalah sebagai berikut:

Table 1. Syarat mutu semen *smooth fiber* berdasarkan SLA 2015

No	Uraian	Target	Unit
1	Hilang pijar	≤ 3	%
2	Bagian tak larut	≤ 0.75	%
3	Kuat tekan		kg/cm ²
	3 hari	≤ 220	
	7 hari	≤ 280	
	28 hari	≤ 380	
4	Waktu pengikatan metode <i>vicat</i> :		menit
	Awal	90-150	
	Akhir	200-375	
5	Blaine	3100-3400	cm ² /g

Pembuatan semen dalam penelitian ini dilakukan dengan cara mencampur dan menghaluskan *clinker*, gypsum dan HGLS dengan menggunakan *test mill*, hasil dari proses ini adalah semen. Cara penggunaan *test mill* sesuai dengan *guideline* (GL5011ver.1.4 subbab 5.4.32). Penggilingan dihentikan bila semen telah memenuhi target *blaine* (3200-3400 cm²/gr). Pengujian nilai *blaine* dilakukan dengan alat *blaine test apparatus*, cara penggunaan alat ini sesuai dengan *guideline* (GL5011ver1.4 subbab 5.4.20).

2.3 Pengujian Setting Time

Pengujian *setting time* bertujuan untuk mengetahui waktu ikat awal dan waktu ikat akhir ketika semen dicampurkan dengan air. Pengikatan awal semen (*initial setting time*) yaitu waktu dari pencampuran semen dan air sampai kehilangan sifat keplastisannya sedangkan waktu pengikatan akhir (*final setting time*) adalah waktu sampai pastinya menjadi massa yang keras. Pengujian *setting time* dilakukan dengan menggunakan alat *vicat*. Proses pembuatan pasta (campuran antara semen dan air) sesuai dengan *guideline* (GL5011ver.1.4 subbab 5.4.29) dan petunjuk penggunaan alat *vicat* sesuai dengan *guideline* (GL5011ver1.4 subbab 5.2.11).

2.4 Pengujian Kuat Tekan

Dalam penelitian ini parameter kualitas lainnya selain nilai *setting time* yaitu nilai kuat tekan. Uji kuat tekan berfungsi untuk mengetahui kuat tekan dari mortar (campuran antara semen, pasir dan air) pada waktu 3D, 7D dan 28D. Proses pembuatan mortar dilakukan sesuai dengan *guideline* (GL5011ver.1.4 subbab 5.4.25). Sedangkan petunjuk penggunaan alat kuat tekan mortar sesuai dengan *guideline* (GL5011ver.1.4 subbab 5.2.2)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Material

Sebelum pembuatan semen, material yang terkumpul dianalisa kandungan oksida dan meniralnya terlebih dahulu dengan metode *x-ray*. Berikut hasil pengujian pada *clinker*, gypsum natural, gypsum sintetis dan HGLS.

Tabel 1. Hasil *x-ray* material

Symbol	Clinker	Gypsum natural	Gypsum sintetis	HGLS
Al ₂ O ₃	5,82	0,73	0,27	1,23
CaO	68,58	29,35	30,46	54,75
Fe ₂ O ₃	3,31	0,16	0,08	0,29
K ₂ O	0,35	0,11	-0,01	-0,01
MgO	1,24	0,05	-0,04	0,41
Na ₂ O	0,13	0,16	0,18	0,13
SiO ₂	21,82	2,27	1,80	1,58
SO ₃	0,28	44,30	44,23	0,05
NA ₂ eq	0,36	0,23	0,18	0,13

Berdasarkan data hasil x-ray tersebut didapatkan kandungan SO₃ dari gypsum natural lebih tinggi 0,07% dari gypsum sintetis.

3.2 Pembuatan semen

Proses pembuatan semen dalam penelitian ini yaitu dengan cara penggilingan *clinker*, gypsum dan HGLS secara bersamaan dengan menggunakan alat *test mill*. Alat ini menggunakan prinsip ball mill, yaitu proses penggerusan material menggunakan tumbukkan antar bola-bola besi yang berputar didalam tabung *test mill*. Tumbukkan antar bola besi ini akan menggerus material tersebut sehingga akan tercampur dan menjadi halus. Hasil akhir dari proses ini adalah semen

Menurut SLA, proporsi pembuatan semen tipe *smooth fiber* yaitu 94-95% *clinker*, 2% HGLS dan 3-4% gypsum. Berdasarkan referensi tersebut maka dalam penelitian ini proporsi material yang digunakan untuk membuat semen yaitu 94,6% *clinker*, 2% HGLS dan 3,4% gypsum. Untuk mengetahui pengaruh penambahan gypsum sintetis terhadap *setting time* semen tanpa mengurangi proporsi dari *clinker* dan HGLS (proporsi gypsum konstan 3,4%) maka dilakukan pencampuran antara gypsum sintetis dengan gypsum natural. Perbandingan antara gypsum sintetis dan gypsum natural yang digunakan adalah 1:0, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:9 dan 0:1.

Proses penggilingan material dalam *test mill* akan dihentikan jika sudah didapatkan semen dengan kehalusan yang sesuai dengan standart SLA. Pengujian kehalusan ini dilakukan dengan metode *blaine*. Berikut hasil *blaine* dari setiap variasi semen yang dihasilkan:

Tabel 2. Hasil *blaine* semen

Variasi	1:0	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:9	0:1
Blaine	3213	3286	3258	3290	3259	3251	3272	3277	3280	3223

Dari data tersebut menyatakan bahwa seluruh sample semen memenuhi target *blaine* dari semen *smooth fiber* yaitu 3100-3400 cm²/g. Setelah diketahui bahwa sample memenuhi target *blaine*, maka tahap selanjutnya yaitu melakukan analisa kandungan mineral dan oksida dari semen menggunakan alat *x-ray*, berikut hasil *x-ray* dari semen tersebut:

Tabel 3. Hasil *x-ray* semen

Oksida	Variasi									
	1:0	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:9	0:1
Al ₂ O ₃	5,31	5,24	5,33	5,39	5,26	5,28	5,28	5,38	5,37	5,31
CaO	67,27	65,67	67,18	66,90	66,78	67,14	66,79	67,09	67,18	66,86
Fe ₂ O ₃	3,44	3,26	3,44	3,44	3,41	3,42	3,44	3,48	3,46	3,45
K ₂ O	0,27	0,27	0,28	0,36	0,33	0,36	0,33	0,27	0,29	0,34
MgO	1,15	1,18	1,15	1,16	1,15	1,16	1,15	1,19	1,16	1,17
Na ₂ O	0,14	0,15	0,15	0,16	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
SiO ₂	20,21	20,07	20,20	20,46	20,13	20,28	20,16	20,23	20,21	20,22
SO ₃	1,76	1,78	1,76	1,76	1,78	1,77	1,76	1,77	1,77	1,76
C ₃ S	74,63	75,17	79,13	75,68	73,55	73,80	73,32	78,16	78,75	72,86
C ₃ A	8,26	8,38	8,32	8,47	8,18	8,21	8,18	8,36	8,39	8,24
Na ₂ eq	0,32	0,33	0,33	0,40	0,36	0,38	0,37	0,33	0,34	0,38

Dari data hasil *x-ray* tersebut didapatkan bahwa kandungan SO₃ dalam seluruh variasi semen memenuhi syarat mutu dari semen *smooth fiber* yaitu 1.7-1.9 %. Selanjutnya dilakukan analisa LoI pada semen untuk mengetahui proporsi *filler* (HGLS) yang digunakan. Berikut hasil LoI semen tersebut:

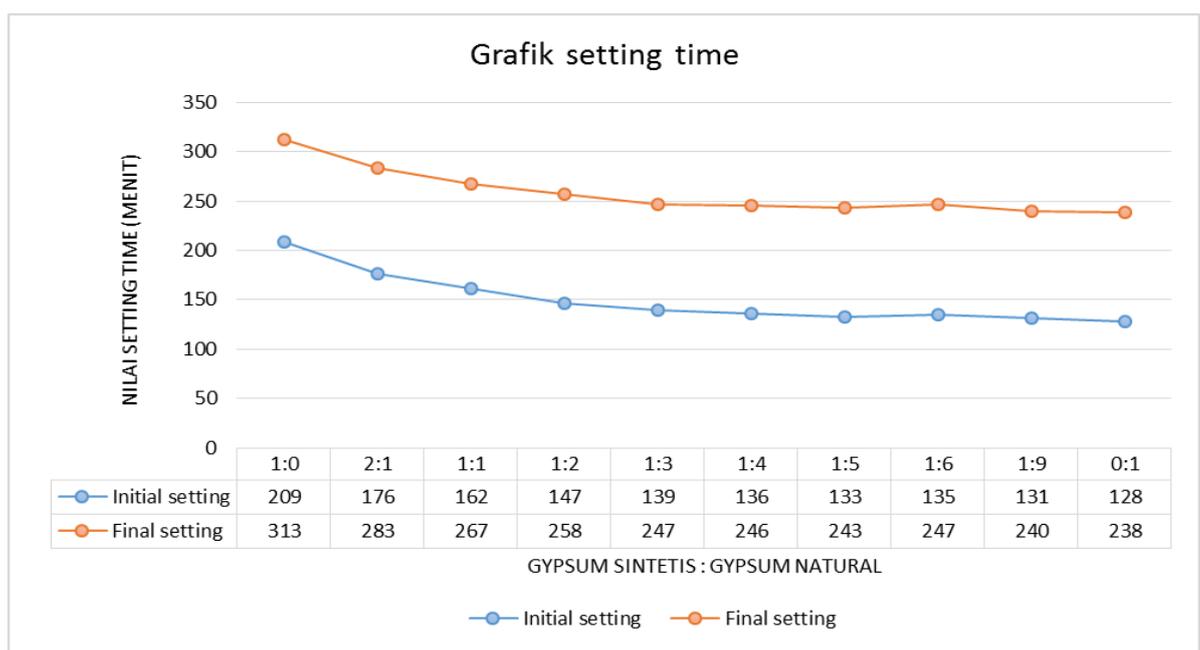
Tabel 4. Hasil LoI semen

Variasi	1:0	2:1	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:9	0:1
LoI	1,89	1,88	1,99	1,99	1,93	1,95	1,99	1,98	1,88	1,89	1,96

Menurut SLA, nilai LoI yang diperbolehkan untuk semen *smooth fiber* yaitu $\leq 3\%$. Sehingga dapat dinyatakan bahwa semua variasi semen memenuhi target LoI.

3.3 Analisa setting time

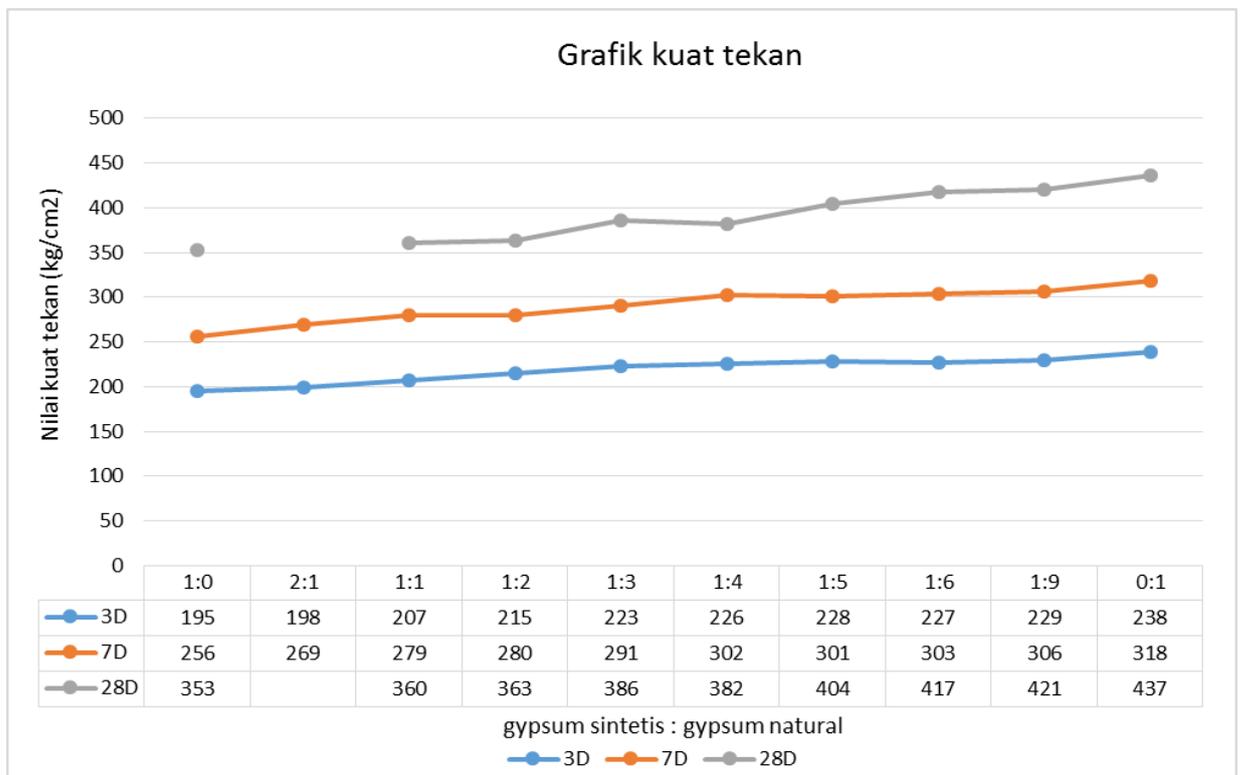
Setelah diketahui bahwa seluruh variasi semen telah memenuhi target dari semen *smooth fiber*, maka selanjutnya dilakukan pengujian *setting time*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan gypsum sintetis terhadap waktu pengikatan yang dibutuhkan. Berikut grafik hasil pengujian *setting time* yang meliputi *initial setting* dan *final setting*.



Dari grafik di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa gypsum sintetis memiliki nilai *setting time* yang lebih tinggi dari gypsum natural yaitu dengan selisih 81 menit untuk *initial setting* dan 75 menit untuk *final setting*. Semakin tinggi perbandingan gypsum sintetis terhadap natural maka nilai *setting time* semakin tinggi pula. Menurut SLA, batasan nilai *setting time* pada semen *smooth fiber* yaitu 90-150 menit untuk *initial setting* dan 200-375 untuk *final setting*. Dari data tersebut didapatkan bahwa tidak semua variasi semen memenuhi syarat mutu dari parameter *initial setting*. Sedangkan untuk *final setting* semua sample memenuhi syarat. Namun karena kedua syarat mutu tersebut harus terpenuhi maka ditarik kesimpulan bahwa menurut hasil penelitian ini variasi antara gypsum nsintetis dan gypsum natural yang memenuhi syarat mutu *setting time* semen *smooth fiber* yaitu 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:9, dan 0:1. Dari penelitian ini dapat diketahui pula bahwa dengan prosentase gypsum sebesar 3,4% maka gypsum sintetis tidak dapat digunakan pada semen *smooth fiber* tanpa camprana gypsum natural karena akan menghasilkan nilai *initial setting* yang cukup tinggi yaitu 209 menit.

3.4 Analisa kuat tekan

Dalam penelitian ini, dilakukan pula uji kuat tekan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan gypsum sintetis terhadap kuat tekan pada semen *smooth fiber*. Pengujian kuat tekan dilakukan pada mortar dengan usia 3 hari, 7 hari dan 28 hari. Berikut hasil uji kuat tekan semen:



Note: Data 28 hari variasi 2:1 muncul pada tanggal 11Juni 2017

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa dalam penelitian ini semakin tinggi penambahan gypsum sintetis maka nilai kuat tekan semen *smooth fiber* cenderung akan menurun. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan semen *smooth fiber* dengan menggunakan gypsum sintetis lebih rendah daripada saat menggunakan gypsum natural. Selisih nilai kuat tekan antara keduanya yaitu 43 kg/cm² pada usia 3 hari, 62 kg/cm² pada usia 7 hari dan 84 kg/cm² pada usia

28 hari. Menurut SLA target kuat tekan semen *smooth fiber* adalah ≥ 220 kg/cm² pada usia 3 hari, ≥ 280 kg/cm² pada usia 7 hari dan ≥ 380 kg/cm² pada usia 28 hari. Berdasarkan target kualitas tersebut maka pada penelitian ini variasi semen yang memenuhi target kuat tekan pada usia 3 hari, 7 hari dan 28 hari adalah 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:9 dan 0:1.

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa variasi gypsum sintetis dan gypsum natural yang memenuhi target SLA dari parameter *setting time* dan kuat tekan adalah 1:3, 1:4, 1:5, 1:6, 1:9, dan 0:1. Karena gypsum sintetis memiliki harga yang lebih ekonomis bila dibandingkan dengan gypsum natural maka penulis berkesimpulan bahwa variasi dengan kadar gypsum sintetis tertinggi yaitu 1:3 merupakan variasi yang cukup ideal. Pada variasi tersebut kandungan gypsum sintetis di dalam semen yaitu 0,85%. Dalam penelitian ini variasi tersebut memberikan nilai *initial setting* sesar 139 menit, *final setting* 247 menit dan nilai kuat tekan 223 kg/cm² pada usia 3 hari, 291 kg/cm² pada usia 7 hari serta 386 kg/cm² pada usia 28 hari.

3.5 Efisiensi biaya

Perhitungan efisiensi biaya dilakukan berdasarkan dari data harga gypsum sebagai berikut:

Gypsum natural : Rp 389.332,- / ton
Gypsum sintetis : Rp 360.000,- / ton

Berdasarkan variasi ideal yaitu perbandingan antara gypsum natural dan gypsum sintetis sebesar 1:3 dengan kadar gypsum dalam semen yaitu 3,4%, dengan asumsi input material *finishmill* adalah 100 ton/jam maka efisiensi biaya yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Variasi	Massa dalam per 100 ton material input		Biaya		Total biaya
	Sintetis	Natural	Sintetis	Natural	
0:1	0	3400	Rp 0,-	Rp1.323.729,-	Rp1.323.729,-
1:3	850	2550	Rp306.000,-	Rp992.797,-	Rp1.298.797,-
Efisiensi					Rp24.932,-

Jika diasumsikan bahwa *finishmill* beroperasi selama 8 jam/hari maka efisiensi biaya yang didapatkan yaitu:

8 x Rp24.932,- = Rp 199.458,-/hari .

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Semen *smooth fibre* dengan menggunakan gypsum sintetis memiliki nilai *setting time* yang lebih tinggi daripada saat menggunakan gypsum natural. Selisih di antara keduanya yaitu 81 menit untuk *initial setting* dan 75 menit untuk *final setting*
2. Dengan kadar gypsum 3,4% di dalam semen perbandingan ideal antara gypsum sintetis dan gypsum natural yang memenuhi target SLA dari parameter *setting time* dan kuat tekan semen *smooth fiber* yaitu 1:3. Pada variasi ini prosentase gypsum sintetis di dalam semen yaitu 0,85%
3. Variasi 1:3 menghasilkan efisiensi biaya sebesar Rp 199.458,-/hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] 6 Facts About Synthetic Gypsum. <http://feeco.com/6-facts-synthetic-gypsum> (diakses tanggal 13 Desember 2016 pukul 23:00)
- [2] Holcim Smooth Fibre. <http://www.holcim.co.id/id/produk-layanan/semen/holcim-smooth-fibre.html> (diakses tanggal 14/12/2016 pukul 10.30)

KAJIAN TEKNIS VIBRO RIPPER DI QUARRY PT. HOLCIM INDONESIA PABRIK TUBAN

Masyhudi¹; Estuti Budi Mulyani²; Taufan Nugraha³

1. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen
2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
3. Drilling and Blasting team leader. Holcim Indonesia Tuban Plant

¹Masyhudiarmansyah09@gmail.com

Abstrak

Keefektifan suatu metode *ekstraksi* dalam proses penambangan sangat diperlukan untuk mencapai hasil yang diharapkan oleh suatu perusahaan, PT Holcim Indonesia pabrik Tuban menggunakan 3 metode untuk *ekstraksi* material yaitu *blasting*, *milling* dan *ripping*, metode *ripping* di *quarry* Holcim tuban menggunakan *Bulldozer* untuk memproduksi material, tetapi akhir bulan april 2017 *quarry* pabrik Tuban mencoba alat baru berupa *vibro ripper* yang digunakan untuk proses *ripping* selain *Bulldozer*. Fokus penelitian ini adalah menentukan kapasitas produksi alat *vibro ripper* yang digunakan untuk operasi pengupasan/*ekstraksi* material batu kapur di PT. Holcim Indonesia pabrik Tuban, selain itu penggunaan bahan bakar alat *vibro ripper* perlu diperhatikan untuk meninjau dari segi ekonomisnya, maka penelitian ini juga menganalisa penggunaan bahan bakar *vibro ripper* sudah sesuai dengan yang ditetapkan atau belum. Dari hasil kajian yang dilakukan kapasitas produksi alat *vibro ripper* mencapai 51,09 ton per jam pada lokasi B dengan ketinggian bench 3m, sementara untuk konsumsi bahan bakar alat *vibro ripper* adalah sebesar 21,4 liter per jam. Kata Kunci : Vibro ripper, produktivitas, konsumsi bahan bakar.

Abstract

Effectiveness of an extraction method in the mining process is necessary to achieve the expected results of a company, PT Holcim Indonesia Tuban plant uses 3 methods for material extraction ie *blasting*, *milling* and *ripping*, *ripping* method in *quarry* Holcim tuban using *Bulldozer* to produce material, but end April 2017 *quarry* Tuban factory tries new tool in the form of *vibro ripper* used for *ripping* process besides *Bulldozer*. The focus of this research is to know the productivity of *vibro ripper* tools used for lime / extraction operations of limestone material at PT. Holcim Indonesia Tuban factory, in addition to the use of fuel tool *vibro ripper* need to be considered to review in terms of economical, then this study also analyzes the use of fuel *vibro ripper* is in accordance with the established or not. The study was conducted by calculating the productivity of *vibro ripper* by hour and calculate the fuel consumption.

Keywords : Vibro ripper, produktivitas, fuel consumption.

PENDAHULUAN

Dalam melakukan kegiatan penambangan batu kapur yang terletak di desa Sawir, kecamatan Tambakboyo, kabupaten Tuban seluas 288 ha PT. Holcim Indonesia pabrik Tuban menggunakan 3 metode *ekstraksi* antara lain: metode *blasting*, metode *milling* serta metode *ripping*. *Ekstraksi* material menggunakan metode *blasting* adalah dengan meledakkan batuan di alam menggunakan bahan peledak industri, untuk metode *milling* menggunakan alat *surface minner* alat ini menggupas material batu kapur dari alam dengan cara menggupas bagian permukaan itu kapur, sedangkan untuk proses *ripping* menggunakan alat *bulldozer* untuk menggeruk material dari alam, tetapi pihak *quarry* Holcim pabrik Tuban ingin mencoba proses *ripping* dengan alat berat baru yaitu berupa *vibro ripper*, alat ini bekerja dengan prinsip *vibrasi*. PT. Holcim pabrik Tuban bekerja sama dengan beberapa pihak penyedia alat berat untuk proses penambangan yang dilakukannya, salah satunya adalah dengan PT. Sumber Rejeki Transjaya (SRT) selaku penyedia alat berat berupa *Vibro ripper*, *Vibro ripper* merupakan alat baru dalam lingkungan *quarry* PT. Holcim Indonesia , karena alat ini baru digunakan pada bulan April tahun 2017 di *quarry* pabrik Tuban maka produktivitas dari alat ini belum diketahui. Perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai alat *vibro ripper* tersebut untuk mengetahui produktivitas serta konsumsi bahan bakarnya.

Perumusan Masalah

berapa ton kapasitas produksi *alat vibro ripper* per jam operasinya?

Berapa liter konsumsi rata-rata bahan bakar *alat vibro ripper* per jam operasinya?

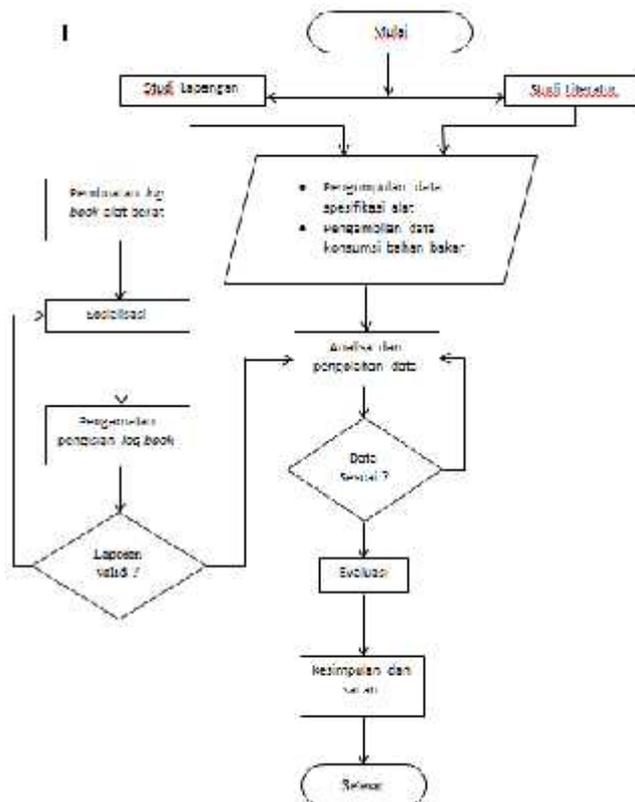
Tujuan

Mengetahui kapasitas produksi dari *alat vibro ripper* yang digunakan.

Mengetahui konsumsi bahan bakar dari *alat vibro ripper*.

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir



Gambar.1 Diagram alir penelitian

Metode Penelitian

Subjek dari penelitian ini adalah *alat vibro ripper*, metode yang digunakan adalah pengamatan serta perhitungan secara langsung di lapangan untuk mengetahui berapa *produktivitas* *alat vibro ripper* setiap jam operasinya dan berapa banyak bahan bakar yang terpakai selama satu jam, selain itu analisa akan dilakukan pada penggunaan *log book* sehari hari apakah sudah sesuai atau belum.

3 Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran untuk mengetahui kapasitas produksi alat *vibro ripper* per jam operasinya, pengambilan data dilakukan dengan mengukur panjang (p), lebar (l) dan tinggi (t) atau *volume* yang dapat digali/dikeruk oleh alat *vibro ripper* per jamnya dengan ketinggian *bench* telah diketahui sebelumnya, *bench* adalah jenjang bertingkat untuk penambangan yang terbentuk akibat kegiatan penambangan. Hasil yang berupa volume dengan satuan m³ per jam dapat dikonversi ke dalam satuan ton dengan mengalikan dengan massa jenis batuan kapur insitu, yaitu sebesar 2,2 untuk batuan kapur di holcim Tuban menurut study yang pernah dilakukan.

Tabel 3.1 : Tabel komparasi untuk *produktivitas vibro ripper*

No	Hari ke-	Operator	Tinggi Bench	Lokasi	Rata-rata kapasitas produksi Ton per jam
1	1 dan 2	A	4	A	40.681
2	3 dan 4	A	3	A	41.618
3	5 dan 6	A	4	B	48.721
4	7 dan 8	A	3	B	51.093
5	9 dan 10	B	4	A	41.354
6	11 dan 12	B	3	A	41.952
7	13 dan 14	B	4	B	48.821
8	15 dan 16	B	3	B	49.410

Dari tabel (3.1) komparasi diatas untuk pengambilan data selama 16 hari didapat data bahwa untuk lokasi A dengan kekerasan batuan sebesar 36.50 mpa serta tinggi bench 3m merupakan hasil yang paling efektif untuk penggunaan *vibro ripper* di lingkungan Quarry Holcim pabrik Tuban dengan produktivitas mencapai 51,093 ton per jam.

Tabel 3.2 : Tabel Evisiensi Operator *vibro ripper*

No	Hari ke-	Operator	Operation time (m)	Idle time(m)
1	1 dan 2	A	56,80	3,20
2	3 dan 4	A	55,30	4,70
3	5 dan 6	A	57,01	2,99
4	7 dan 8	A	55,97	4,03
5	9 dan 10	B	55,50	4,50
6	11 dan 12	B	56,75	3,25
7	13 dan 14	B	56,63	3,37
8	15 dan 16	B	56,56	3,44

Suatu alat tidak dapat bekerja 60 menit secara penuh, tetapi ada beberapa faktor yang mempengaruhinya, pada tabel (3.2) diatas pengambilan data mulai hari pertama sampai ke16 ,semua sample menandakan evisiensi bagus sesuai pada tabel (3.3) dibawah , karena untuk alat berat yang beroda rantai evisiensi selama satu jam adalah 92 % atau 55 menit kerja.

Jenis Alat	Kriteria Evisiensi per-jam		
	Baik sekali	Sedang	Kurang (Malam Hari)
Crawler	55 Menit (92%)	50 Menit (83%)	45 Menit (75%)
Ban karet	50 Menit (83%)	45 Menit (75%)	40 Menit (67%)

--	--	--	--

3.1 Konsumsi Bahan bakar

Tabel 3.1.1 : Tabel Konsumsi bahan bakar *vibro ripper* bulan Mei

TANGGAL	HM (HOUR METER)	VOLUME (LITER)
01-05-17	34,0	163
02-05-17	45,0	238
03-05-17	50,0	240
04-05-17	71,0	268
05-05-17	77,0	147
06-05-17	85,0	161
07-05-17	97,0	258
08-05-17	108,0	205
09-05-17	119,0	191
10-05-17	130,0	335
11-05-17	143,0	280
12-05-17	149,0	139
14-05-17	157,0	159
15-05-17	169,0	272
16-05-17	181,0	188
17-05-17	193,0	300
18-05-17	201,0	202
19-05-17	213,0	248
20-05-17	225,0	208
21-05-17	237,0	287
22-05-17	249,0	239
23-05-17	260,0	197
24-05-17	272,0	243
25-05-17	284,0	243
26-05-17	297,0	210
27-05-17	308,0	290
28-05-17	321,0	239
29-05-17	333,0	197
30-05-17	345,0	226
31-05-17	357,0	222

Berdasarkan data selama satu bulan, jam kerja alat *vibro ripper* sangat padat dan diketahui bahwa rata rata konsumsi bahan bakarnya adalah 21,04 liter per jam, sedangkan standar bahan bakar dari pabrik pembuatnya adalah 23.40 liter per jam.

3.2 Faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar

Dari hasil penelitian dapat diketahui bahwa pemakaian bahan bakar alat *vibro ripper* masih memenuhi standar dari pabrik pembuatnya. Meskipun jam operasi alat yang padat. Hal itu dapat disebabkan oleh beberapa faktor pendukung.

3.2.1 Perawatan mesin kendaraan

Perawatan mesin kendaraan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk merawat bagian - bagian dari mesin atau peralatan sebelum terjadi kerusakan atau kegagalan fungsi yang mengakibatkan terganggunya operasi kendaraan. Perawatan kendaraan dapat dilakukan setiap hari atau secara berkala. Umumnya untuk alat berat perawatan kendaraan dilakukan sesuai dengan jam operasi alat yaitu 50 H, 250 H, 500 H, 1000 H atau menurut spesifikasi pada standar perusahaan pembuatnya. Saat ini perawatan yang dilakukan untuk *vibro ripper* adalah perawatan harian sebelum kendaran beroperasi. Penggantian akan langsung dilakukan apabila saat pengecekan ditemukan komponen dalam keadaan abnormal.

No	Nama	Kondisi	Status	Date	Jumlah	Lokasi	Status	Mengecek
1	Periksa oli mesin	...	...	...	...	...	...	...
2	Periksa tekanan angin	...	...	...	...	...	...	...
3	Periksa kondisi ban	...	...	...	...	...	...	...
4	Periksa kondisi mesin	...	...	...	...	...	...	...
5	Periksa kondisi sistem hidrolik	...	...	...	...	...	...	...
6	Periksa kondisi sistem rem	...	...	...	...	...	...	...
7	Periksa kondisi sistem penerangan	...	...	...	...	...	...	...
8	Periksa kondisi sistem pendinginan	...	...	...	...	...	...	...
9	Periksa kondisi sistem tenaga	...	...	...	...	...	...	...
10	Periksa kondisi sistem transmisi	...	...	...	...	...	...	...
11	Periksa kondisi sistem suspensi	...	...	...	...	...	...	...
12	Periksa kondisi sistem steering	...	...	...	...	...	...	...
13	Periksa kondisi sistem keselamatan	...	...	...	...	...	...	...
14	Periksa kondisi sistem komunikasi	...	...	...	...	...	...	...
15	Periksa kondisi sistem informasi	...	...	...	...	...	...	...
16	Periksa kondisi sistem kontrol	...	...	...	...	...	...	...
17	Periksa kondisi sistem pemantauan	...	...	...	...	...	...	...
18	Periksa kondisi sistem peringatan	...	...	...	...	...	...	...
19	Periksa kondisi sistem keamanan	...	...	...	...	...	...	...
20	Periksa kondisi sistem proteksi	...	...	...	...	...	...	...
21	Periksa kondisi sistem identifikasi	...	...	...	...	...	...	...
22	Periksa kondisi sistem pelacakan	...	...	...	...	...	...	...
23	Periksa kondisi sistem komunikasi	...	...	...	...	...	...	...
24	Periksa kondisi sistem informasi	...	...	...	...	...	...	...
25	Periksa kondisi sistem kontrol	...	...	...	...	...	...	...
26	Periksa kondisi sistem pemantauan	...	...	...	...	...	...	...
27	Periksa kondisi sistem peringatan	...	...	...	...	...	...	...
28	Periksa kondisi sistem keamanan	...	...	...	...	...	...	...
29	Periksa kondisi sistem proteksi	...	...	...	...	...	...	...
30	Periksa kondisi sistem identifikasi	...	...	...	...	...	...	...

Gambar 3.2.1. Form inspeksi harian untuk *vibro ripper* yang ada pada saat ini

Tabel 3.2.1 Tabel perawatan standar untuk *vibro ripper*

Hours	Checked Points	Actions	
250	-Brake Accumulator	Test	
	-Braking System	Check	
	-Differential and Final Drive Oil Level	Check	
	-Drive Shaft Spline (Center)	Lubricate	
	-Engine Oil (High Speed) and Oil Filter	Change	
	-Quick Coupler	Lubricate	
	-Engine Oil and Filter	Change	
500	-Steering Column Play	Check	
	-Differential and Final Drive Oil Sample	Check	
	-Engine Crankcase Breather	Clean	
	-Engine Oil (High Speed) and Oil Filter	Change	
	-Engine Oil and Filter	Change	
	-Fuel System Primary Filter (Water Separator) Element	Replace	
	-Fuel System Secondary Filter	Replace	
	-Fuel Tank Cap and Strainer	Clean	
	-Hydraulic System Biodegradable Oil Filter Element	Replace	
	-Hydraulic System Oil Filter	Replace	
1000	-Hydraulic System Oil Sample	Obtain	
	-Transmission Oil Sample	Obtain	
	-Articulation Bearings	Lubricate	
	-Case Drain Screen (Strainer) (Steering Pump, Hydraulic Fan Pump, Motor)	Clean	
	-Drive Shaft Universal Joints	Lubricate	
	-Roading Fender Hinges	Lubricate	
	-Rollover Protective Structure (ROPS)	Inspect	
2000	-Steering Pilot Oil Screen (Command Control Steering)	Clean or replace	
	-Transmission Oil	Change	
	-Brake Discs	Check	
	-Differential and Final Drive Oil	Clean	
	-Engine Valve Lash	Check	
	-Engine Valve Rotators	Inspect	
	-Hood Tilt Actuator	Lubricate	
	-Hydraulic System Oil	Change	
Every Year	-Hydraulic Tank Breaker Relief Valve	Clean	
	-Service Brake Wear Indicator	Check	
	-Steering Column Spline (Command Control Steering)	Lubricate	
	-Cooling System Coolant Sample	Check	
	-Receiver Dryer (Refrigerant)	Replace	
	3000	-Steering Column Spline (HMU Steering)	Lubricate
	5000	-Drive Shaft Support Bearing	Lubricate
	6000	-Cooling System Water Temperature Regulator	Replace
		-Cooling System Coolant Extender (ELC)	Add
12000	-Cooling System Coolant (ELC)	Change	

Karena alat *vibro ripper* yang berada di quarry Holcim Tuban adalah peralatan baru jadi belum sampai terjadi pengecekan yang jam kerjanya sampai 250 500 1000 2000 3000 5000 6000 12000.

3.2.2 EVALUASI PENULISAN LOGBOOK UNTUK OPERATOR

Setelah dibuat dan dilakukan sosialisasi, pelaksanaan penulisan *logbook* berjalan dengan baik. Hal ini dilihat dari pengisian *logbook* sudah dilakukan secara rutin.

No. Mesin	Spesifikasi		Jam Kerja	Produksi	Konsumsi Bahan Bakar
	Model	Capacity			
01	01	15	100	100	100
02	02	15	100	100	100
03	03	15	100	100	100
04	04	15	100	100	100
05	05	15	100	100	100
06	06	15	100	100	100
07	07	15	100	100	100
08	08	15	100	100	100
09	09	15	100	100	100
10	10	15	100	100	100
11	11	15	100	100	100
12	12	15	100	100	100
13	13	15	100	100	100
14	14	15	100	100	100
15	15	15	100	100	100
16	16	15	100	100	100
17	17	15	100	100	100
18	18	15	100	100	100
19	19	15	100	100	100
20	20	15	100	100	100
21	21	15	100	100	100
22	22	15	100	100	100
23	23	15	100	100	100
24	24	15	100	100	100
25	25	15	100	100	100
26	26	15	100	100	100
27	27	15	100	100	100
28	28	15	100	100	100
29	29	15	100	100	100
30	30	15	100	100	100
31	31	15	100	100	100

Gambar Error! No text of specified style in document..2. Hasil evaluasi pengisian logbook operator vibro ripper

3.3 KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan untuk produktivitas paling tinggi dan paling efektif adalah dengan lokasi berada di posisi A dengan kekerasan batuan sebesar 36.50 mpa serta tinggi bench 3m menghasilkan 51,093 ton per jam sesuai data pada tabel (3.1), serta untuk konsumsi bahan bakar adalah sebanyak 21,04 liter masih di bawah standar pembuatannya.

3.4

3.5 UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada Ibu Estuti, Bapak Taufan dan Bapak Budiono atas bimbingan selama penelitian dan penulisan, serta kepada Bapak Kunto, Bapak sawal, Bapak Hendy dan Tim Quarry yang telah memberikan dukungan dalam pembuatan tugas akhir ini.

3.6 DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Hitachi Commercial Diesel Engine Fluids Recommendations*, Hitachi Inc,2013.
- [2] Rostiyanti, Fatena Susy, *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*, Jakarta, Rineka Cipta, 2008.
- [3] *Guide Line Quarry Tuban Plant*
- [4] *GL5010 Ver 1.3 Quality Plan Tuban Plant*
- [5] *Tuban Final Report 15130- Quarry Planning 2011*
- [6] *RIPPABILITY STUDY BY ROCK MASS RATING METHOD AND INFLUENCE OF GROUND VIBRATION DUE TO LIMESTONE BLASTING ACTIVITY TO THE STABILITY OF DOLOMITE UNDERGROUND MINE, FASADE UTAMA, 2012*

3 MANUFAKTUR DAN PROSES PRODUKSI

RANCANG BANGUN DIES UNTUK MEMBUAT MATA BOR BIOPORI

Muhamad Aris Rizky Pratama, Norman Dwi Sasono, Pangestu Anugerah Firdaus, Tulus Leonard Simamora.

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16424, No. telp. +62217270044, No. Fax. (021)727004.

Abstrak

Seiring terjadinya banjir di beberapa daerah dikarenakan kurangnya resapan air, yang menyebabkan rumah penduduk ikut tergenang dikarnakan banjir. Salah satu yang dapat dilakukan masyarakat saat ini yaitu dengan menggunakan teknologi bor biopori Bor biopori berfungsi untuk membuat lubang biopori yang dapat mengurangi genangan air, dalam pembuatan bor biopori dibutuhkan suatu press tool untuk memproduksi mata bor biopori yang terbuat dari lempengan pelat dalam jumlah yang banyak dan cepat serta dimensi mata bor biopori yang seragam. Studi dimulai dari menganalisa kebutuhan bor biopori untuk mempermudah membuat lubang biopori dengan gaya gesek yang rendah sehingga mudah ketika diputar. Dalam tugas akhir ini, peneliti akan membuat suatu press tool atau yang sering disebut dengan dies dimana press tool tersebut diharapkan dapat mempermudah saat memproduksi biopori dalam jumlah yang banyak dan cepat, serta sesuai dengan dimensi biopori yang dibutuhkan. Tahapan proses untuk membuat mata bor biopori yakni pertama dengan menganalisis dan menghitung dimensi mata bor biopori, kemudian analisa kebutuhan bahan yang akan digunakan lalu masuk proses permesinan. setelah selesai, semua bagian press tool atau dies di rakit(assembly). Dengan demikian perkakas tekan ini dapat diharapkan menghasilkan produk yang sesuai dengan rancangan.

Kata Kunci : *lubang, serapan air, pelat besi.*

Abstract

as the flood occurred in the some areas because of lack of water infiltration, that cause the house of the people can be flooded cause of flood. Currently, one of that can community do is by using technology biopori drill. Biopori drill have function to make biopori holes that can reduce puddle of the water. In the making of biopori we needed process tool to producing biopori drill bit that made of slabs plat in large quantities and quick and biopori drill bit dimension that same. study begin from analyzing the needs of biopori drill to make a hole biopori that easier with low friction so easy when rotated. in this thesis, researchers will make a process tool or often we called a dies where that tool press expected can be easier when producing biopori with many and fast amount, and accordance with the biopori dimension that we need. process stages to make biopori drill bit is, The first, with analyzing and calculate dimension of biopori drill bit, then analysis material that we needs to be used and now we can enter to machining process. After finish, all parts of tool press or dies assembled.

Keywords: *drill, water up take, iron phas*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lubang resapan biopori adalah lubang silindris yang dibuat secara vertikal kedalam tanah, dengan diameter lubang 10-30 cm dan kedalaman tanah sekitar 100 cm. lubang ini berfungsi untuk menampung air hujan dan meningkatkan daya resap tanah terhadap air hujan agar tidak timbul genangan. Lubang resapan biopori ini dibuat dengan menggunakan bor biopori.

Bor biopori adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang vertikal yang lebarnya sesuai dengan standar pembuatan lubang biopori. Proses pembuatan bor biopori ini melalui beberapa tahap yaitu

proses pemotongan, proses tekuk (*bending*), pengelasan dan pengecatan yang kemudian menghasilkan bor biopori.

Untuk itu akan dirancang dan dibuat perkakas tekan untuk membuat mata bor biopori agar dalam proses pembuatan mata bor biopori ini dapat memiliki dimensi atau ukuran yang sama dan dapat diproduksi secara efektif dan efisien, sehingga judul tugas akhir yang diajukan adalah “**Rancang Bangun Press Tool Untuk Membuat Mata Bor Biopori**”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

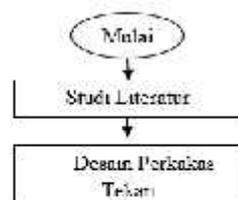
1. Bagaimana mendesain perkakas tekan untuk membuat mata bor biopori?
2. Bagaimana menghitung kekuatan perkakas tekan untuk membuat mata bor biopori ?
3. Bagaimana membuat dan meng *assembly* perkakas tekan untuk membuat mata bor biopori:

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Dapat mendesain perkakas tekan untuk membuat mata bor biopori.
2. Dapat menghitung kekuatan dari perkakas tekan untuk membuat mata bor biopori.
3. Dapat membuat dan meng *assembly* perkakas tekan untuk membuat mata bor biopori.

2. METODELOGI PENELITIAN



Gambar 1 Prosedur Penelitian

2.1 Waktu dan

Tempat dilakukan di Politeknik Negeri mulai 25 April

2.2 Bahan dan

Dalam bahan St.42 menggunakan untuk melakukan biopori.

2.3 Pengolahan Data

Tempat Penelitian

pelaksanaan Penelitian ini Bengkel Jurusan Teknik Mesin Jakarta, dan waktu pelaksanaan 2017 sampai Juli 2017.

Peralatan.

penelitian ini menggunakan dengan keteban 3 [mm], serta mesin *press* sebagai alat bantu proses pembuatan mata bor

2.3.1 Sumber Data

Sumber data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data primer yang didapat dari proses penelitian.

2.4 Perancangan

Proses kerja memerlukan suatu perencanaan yang benar-benar matang. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan perkakas tekan antara lain :

1. Kualitas dan jumlah produksi yang diinginkan.
2. Jenis mesin dan kekuatan peralatan yang digunakan.
3. Analisa gaya yang diperlukan.

Salah satu yang perlu diperhatikan adalah bahan perencanaan harus menghasilkan peralatan yang sederhana mungkin, agar diperoleh biaya yang seminimal mungkin dalam pembuatan dan pengoperasiannya. Berikut ini proses perencanaan perkakas tekan dan alasan pemilihan bahan yang erat hubungannya dengan perkakas tekan, yaitu :

2.4.1 Perencanaan Dies dan *punch*

Bahan *punch* dan dies dipilih berdasarkan material yang akan dipotong , material yang akan dipotong adalah St.42 dengan tebal material 3 [mm], sehingga bahan *punch* dan dies harus mempunyai kekuatan tarik yang jauh lebih tinggi. Bahan yang dipergunakan untuk *punch* dan dies dalam perkakas tekan yang direncanakan diambil dari material ASSAB yaitu XW 45 yang dikeraskan antara 58-59 HRC.

2.4.2 Perencanaan pelat atas dan pelat bawah

Pelat atas berfungsi untuk menahan dari *punch* serta tempat menempelnya pemegang *punch*. Pelat bawah merupakan tempat landasan dies yang mana dies ini diikat dengan baut dan pena penepat. Bahan yang digunakan untuk pelat atas dan pelat bawah adalah St.42.

2.4.3 Perencanaan Pelat Stripper

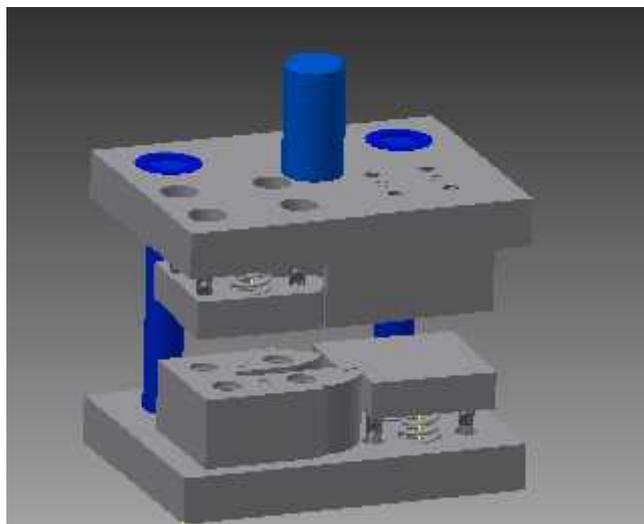
Berfungsi untuk menahan benda kerja sewaktu proses berlangsung , sehingga material yang dipotong tidak melengkung. Bahan yang digunakan adalah St.42.

2.4.4 Perencanaan *Shank*

Penempatan tangkai pemegang biasanya terletak pada titik berat pada gaya pemotongan. Bahan yang digunakan untuk *shank* adalah St.60 sesuai dengan standard FIBRO, Standard FIBRO merupakan acuan atau literatur dalam merencanakan alat yang berhubungan dengan perkakas tekan dalam pembuatan konstruksinya.

2.4.5 Perencanaan Tiang Pengarah Dan Bantalan

Fungsi tiang pengarah yaitu untuk mengarahkan pelat bagian atas kedudukan *punch* dan dies tepat posisinya, dengan demikian ketepatan proses lebih terjamin, bahan yang digunakan untuk pillar adalah SUJ2 yang dikeraskan sebesar 58 HRC, sehingga tetap tahan terhadap gesekan yang terjadi sewaktu kerja berlangsung.



Gambar 2 rancangan dies

2.5 Perhitungan

2.5.1 Perhitungan Gaya Potong

$$F_p = 0,7 \times U \times s \times \tau_g \quad [\text{Persamaan 1}]$$

$$F_p = 0,7 \times 255 \text{ [mm]} \times 3 \text{ [mm]} \times 42 \text{ [kg/mm}^2\text{]}$$

$$F_p = 22.491 \text{ [N]}$$

2.5.2 Perhitungan Gaya Pegas Stripper

$$F_{sp} = (5\% \div 20\%) \cdot F_p \quad [\text{persamaan 2}]$$

$$F_{sp} = 5\% \cdot 22.491 \text{ [N]}$$

$$F_{sp} = 1124,55 \text{ [N]}$$

$$F_{pg} = \frac{F_{sp}}{n} \quad [\text{persamaan 3}]$$

$$F_{pg} = 1124,55 : 4$$

$$F_{pg} = 281,1375 \text{ [N]}$$

Keterangan :

F_{sp} = Gaya Stripper [N]

F_p = Gaya Potong [N]

n = Jumlah pegas

2.5.3 Perhitungan Ukuran

1. Tebal Dies

Untuk menentukan tebal dies gaya yang digunakan adalah gaya maksimum, yaitu gaya pemotongan saat memotong plat. Maka :

$$H = \sqrt[3]{F_p} \quad [\text{persamaan 4}]$$

$$H = \sqrt[3]{22.491 \text{ [N]}}$$

$$H = 23.007 \text{ [mm]}$$

2. Jarak Tepi Produk Ke Tepi Dies (W)

$$W_1 = 1,2 H_{act} \quad [\text{persamaan 5}]$$

$$W_1 = 1,2 \cdot 30 \text{ [mm]}$$

$$W_1 = 36 \text{ [mm]}$$

3. Panjang & Lebar Dies

$$\text{Panjang Dies} = 82 \text{ [mm]} + (2 \times W_2) \quad [\text{persamaan 6}]$$

$$\text{Panjang Dies} = 82 \text{ [mm]} + (2 \times 36 \text{ [mm]})$$

$$\text{Panjang Dies} = 154 \text{ [mm]}$$

$$\text{Lebar Dies} = 4,5 \text{ [mm]} + (2 \times W_2) \quad [\text{persamaan 5}]$$

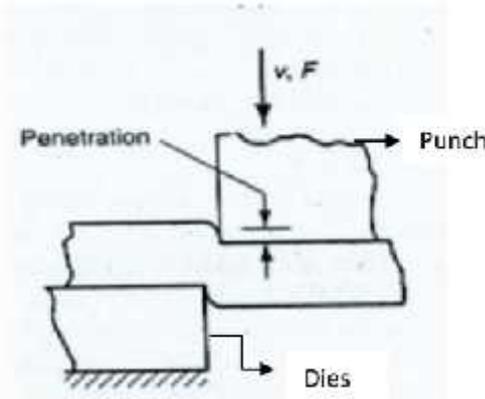
$$\text{Lebar Dies} = 4,5 \text{ [mm]} + (2 \times 36 \text{ [mm]})$$

$$\text{Lebar Dies} = 76,5 \text{ [mm]}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan penelitian untuk membuat mata bor biopori, maka gaya yang dibutuhkan pada pelat dengan jenis material St.42 ketebalan 3 [mm] sebesar 22.491[N], sehingga pelat tersebut dapat

terbentuk menjadi mata bor biopori, akan tetapi untuk menghasilkan bentuk mata bor biopori yang baik



perlunya pegas *stripper* untuk menghindari terjadinya benturan antara *punch* dan *dies* oleh sebab itu maka gaya yang dibutuhkan pegas *stripper* adalah 281,1375 [N], diharapkan dalam proses perhitungan dengan proses penelitian langsung dapat menghasilkan perkakas tekan yang baik.

Gambar. 3 Proses pemotongan

4. KESIMPULAN

1. Proses mendesain perkakas tekan ini dengan cara menghitung ukuran komponen yang menjadi bagian utama dari perkakas tekan ini, sehingga menghasilkan dimensi yang akan digunakan dalam proses mendesain perkakas tekan ini.
2. Proses perhitungan kekuatan dari perkakas tekan ini dilakukan saat terjadinya proses pemotongan, diharapkan proses perhitungan ini dapat sesuai dengan lapangan.
3. Proses pembuatan perkakas tekan ini dimulai dari proses perencanaan bahan material yang akan dibuat untuk membuat perkakas tekan ini, selanjutnya terjadinya proses *machining*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini tentu tidak lepas dari pihak-pihak yang membantu dalam pengerjaan penelitian ini. Untuk itu penulis berterima kasih kepada bapak Budi Yuwono S.T dan ibu Ariek Sulistyowati, Dra. M.Kom sebagai pihak yang telah membantu dalam pengerjaan rancang bangun ini. Karena atas bantuan pihak-pihak tersebut tugas akhir ini diharapkan dapat diselesaikan dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gump, Harvey, Wilson, 2011. Die Design Hand Book, Mc Graw Hill Book Company.
- [2] J.R.Paquin, 2012. Die Design Fundamental, Industrial Press New York, N.Y.
- [3] Ohta, Tetsu, 2013. Die Structure design, JICA, Nagoya International Training Center.

Perancangan Proses Manufaktur Cetakan Mould Untuk Produk Money Box

Erry Muhamad Yulian Safari, Nugroho Eko Setjiogiarto

Prodi Teknik Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jln. Prof. Dr. G.A Siwabessy
Kampus UI Depok Telp. (021) 78635030

errymuhamad09.1q@gmail.com

Abstrak

Injection Molding adalah proses penting dari industri plastik karena kemampuan dan fleksibilitasnya untuk memproduksi komponen yang rumit pada tingkat produksi yang tinggi dan juga dengan aliran proses yang mudah. Proses yang terlibat harus cukup sempurna untuk memproduksi komponen tanpa cacat dan kualitas rendah. Ukuran dari cetakan memainkan peran penting, seperti radius dari cetakan yang memungkinkan aliran fluida mudah dilalui. Bentuk menjadi kriteria penting dalam desain cetakan. Maka produk yang akan dihasilkan bergantung dari desain proses manufaktur cetakan mold tersebut. Tujuan dari perancangan ini adalah merancang proses manufaktur cetakan mold produk money box untuk mendapatkan proses manufaktur terbaik yang dapat memberikan hasil yang baik pada produk money box dan menganalisis parameter material, suhu, tekanan terhadap cetakan mould pada proses injection molding terbaik untuk mendapatkan hasil produk yang optimal. Langkah metode pelaksanaan perancangan ini adalah : (1) studi literature, (2) pemilihan produk, (3) analisa produk (ukuran, sifat, bahan, kebutuhan), (4) analisa cetakan mould produk, (5) rancangan proses manufaktur cetakan mould (proses permesinan terbaik), (6) analisa cetakan mould pada proses injection moulding (parameter suhu, material, tekanan injection). Pada proses analisa digunakan metode perhitungan matematik dan metode validasi menggunakan software CAD. Dengan analisis tersebut akan didapat pengaruh proses manufaktur dari cetakan mould terhadap hasil dari produk money box. Cetakan mold dengan proses manufaktur yang terbaiklah yang dapat menghasilkan produk money box yang optimal.

Kata kunci : Injection molding, cetakan mould, money box, CAD.

Abstract

Injection Molding is an important process of the plastics industry because of its ability and process to produce complex components at high production levels and also with easy process flow. The process involved should be perfect to produce flawless and low quality components. The size of the mold is an important role, such as the radius of the mold that allows the fluid to pass easily. The shape becomes an important criterion in mold design. Then the product to be produced depends on the design of the mold manufacturing process. The purpose of this design is the process of making the mold of the money box product for the best manufacturing process which can give good results on the money box product and analyze the material parameters, temperature, pressure to mold in the best injection molding process for optimal product. The steps of this design method are: (1) study literature, (2) product selection, (3) product analysis, (4) mold analysis of mold product, (5) mold process concept (best machining process), (6) the injection molding process (temperature, material, injection pressure) parameters. In the analysis process used mathematical methods and validation methods using CAD software. With the results of this analysis will form a mold process of the money box products. Mold with the best manufacturing processes that can produce optimal money box products.

Keywords: Injection molding, mold, money box, CAD.

1. LATAR BELAKANG

Plastik adalah bahan yang dapat menghasilkan berbagai bentuk yang dapat digunakan oleh manusia dalam kehidupan sehari - hari. Produk plastik diproduksi menggunakan berbagai jenis operasi atau proses tergantung dari aplikasi produk plastik itu sendiri. Plastik sangat cocok untuk zaman modern ini. Hal ini dilihat dari sifat plastik yang ringan, kuat, mudah dibentuk dan tahan lama. Produk yang berbahan baku plastik pada saat ini sering kita jumpai dalam kehidupan manusia. Hal tersebut membuka peluang bisnis untuk para pengusaha untuk membuat produk yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah *money box*. Proses pembuatan *money box* tersebut menggunakan teknik *injection moulding*. Proses *injection moulding* merupakan teknik yang sering digunakan dalam pembentukan produk yang berbahan plastik, karena dengan menggunakan metode tersebut bisa membuat bentuk yang sulit untuk dibentuk dibandingkan metode yang lain.

Injection Moulding adalah proses penting dari industri plastik karena kemampuan dan fleksibilitasnya untuk memproduksi komponen yang rumit pada tingkat produksi yang tinggi dan juga dengan aliran proses yang mudah. Proses yang terlibat harus cukup sempurna untuk memproduksi komponen tanpa cacat dan kualitas rendah. Untuk itu diperlukan analisis terhadap cetakan.[1]. Ukuran dari cetakan memainkan peran penting, seperti radius dari cetakan yang memungkinkan aliran fluida mudah dilalui. Bentuk menjadi kriteria penting dalam desain cetakan.[2]. Maka produk yang akan dihasilkan bergantung dari desain proses manufaktur cetakan *mould* tersebut. *MoldFlow* simulasi efektif menghilangkan penggunaan metode *trial and error* dengan memvalidasi dan mengoptimalkan desain plastik sebelum produksi. Hal ini tidak hanya meningkatkan kualitas tetapi juga membantu kita untuk membimbing tentang pemilihan mesin dan perencanaan produksi.[3]. Dari analisis dan simulasi kita dapat menentukan lokasi yang paling cocok untuk temperatur bahan dan tekanan untuk injeksi.[4]. Analisis secara matematis pun sangat diperlukan untuk menghasilkan sistem yang terbaik pada proses *injection moulding*.

Sistem *injection moulding* ini yang akan menentukan baik tidaknya sebuah produk plastik. Mulai dari cetakan *mould* sampai komponen – komponen dari *injection moulding* yang jadi penentu dari hasil produk yang dihasilkan *injection moulding*, untuk itu diperlukannya sebuah rancangan cetakan *mould* yang baik untuk sebuah produk plastik. Dalam teknologi modern, *software CAD* dapat digunakan untuk merancang cetakan bahkan menganalisis setiap faktor penentu dari sebuah rancangan. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam merancang cetakan *mould*. Faktor – faktor seperti ukuran cetakan, *layout*, sistem saluran dan sistem *gating*.

Berdasarkan penjelasan diatas maka perancang akan mengajukan sebuah perancangan proses manufaktur untuk cetakan *mould* produk *money box*.

2. PERUMUSAN MASALAH

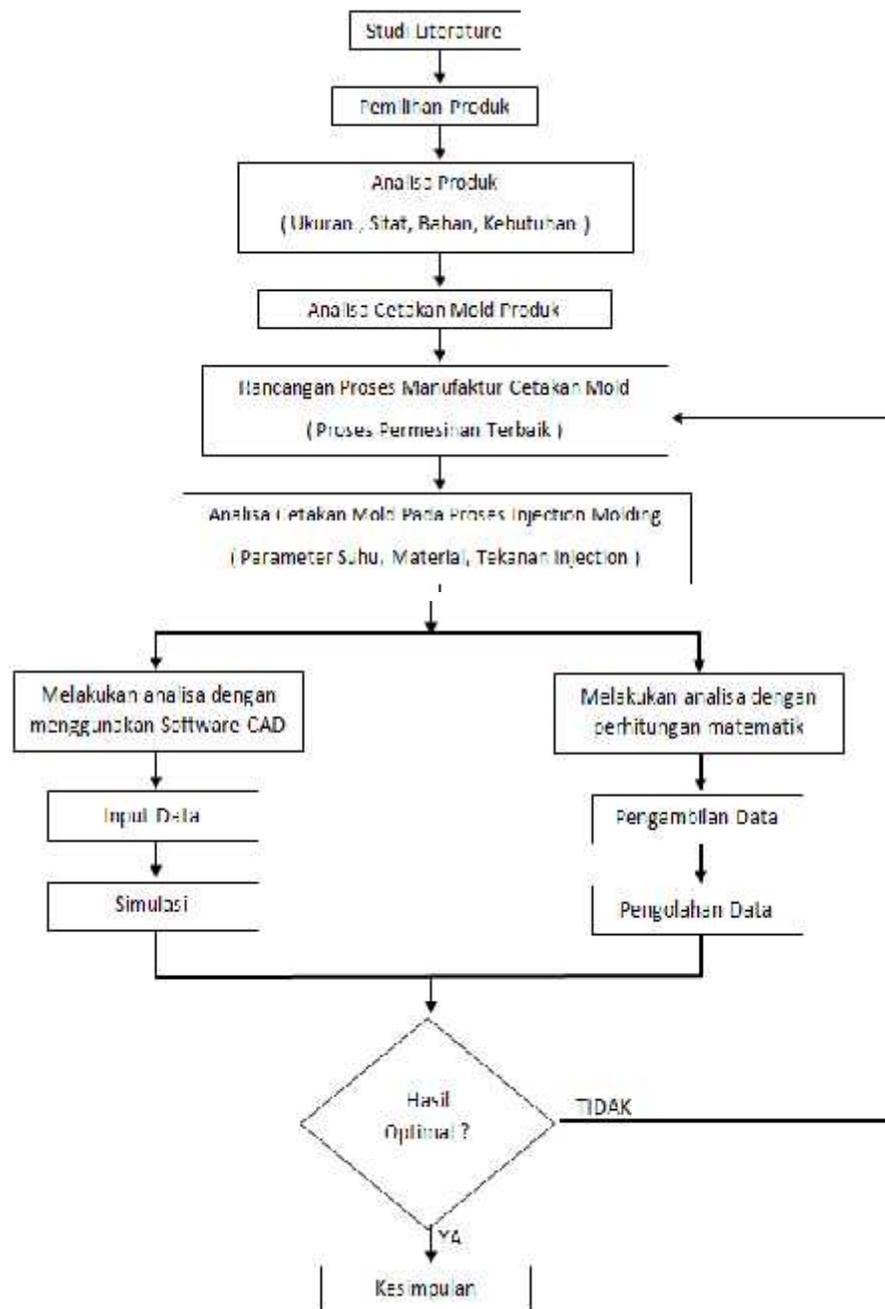
Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, banyak faktor yang menjadi penyebab tidak optimalnya hasil dari produk *injection moulding*. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukannya analisis, yaitu bagaimana cetakan *mould* mempengaruhi hasil dari produk *money box* ?. Untuk itu dibutuhkan analisis rancangan mengenai proses manufaktur cetakan *mould* tersebut dan analisis terhadap *variabel* pada proses *injection moulding*.

3. TUJUAN

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah diatas tujuan perancangan ini adalah :

1. Merancang proses manufaktur cetakan *mould* produk *money box* untuk mendapatkan proses manufaktur terbaik yang dapat memberikan hasil yang baik pada produk *money box*.
2. Menganalisis parameter material, suhu, tekanan proses *injection moulding* terbaik untuk mendapatkan hasil produk yang optimal.

4. METODE PELAKSANAAN



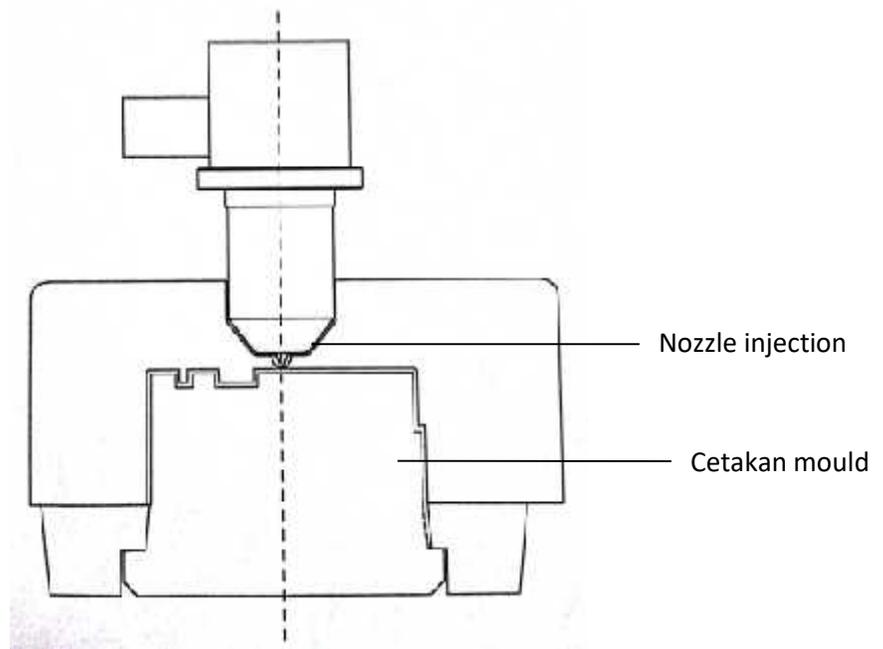
Gambar.1 Metode Pelaksanaan

Cetakan mould memiliki tingkat ketelitian sangat tinggi sehingga dalam menentukan model cetakan perlu diperhatikan proses permesinannya. Proses permesinan yang digunakan mulai dari CNC, Wire Cut, EDM, Milling, Turning. Perlu ditekankan proses pembuatan cetakan mould harus sesuai dengan urutan proses yang benar. Tingkat kepresisian antar bagian cavity dan core dan juga kerapatan harus dijaga dengan baik. Dalam menentukan ukuran cetakan mould dapat dilihat dari mould base yang telah ada dipasaran dan juga tingkat kebutuhan yang diinginkan. Untuk membuat cetakan mould dibutuhkan analisa dari produk yang akan dihasilkan dari mould itu sendiri. Pada perancangan proses manufaktur cetakan mould ini produk yang akan dihasilkan ialah money box. Fungsi money box sendiri yaitu sebagai tempat penyimpanan uang kecil.

1. Analisa Produk.

Fungsi utama dari money box yaitu sebagai tempat penyimpanan uang kecil. Dimensi produk yang tidak terlalu besar dan tidak rumit / kompleks. Berbahan ringan sehingga mudah untuk dibawa.

2. Perancangan Produk



Gambar.2 Skecth cetakan mould

Berdasarkan analisa produk, dimensi dan bentuk cetakan mould tidak rumit. Sehingga akan memudahkan pada proses pengerjaan permesinannya.

3. Pemilihan Bahan

Perancangan dimulai dengan memilih bahan untuk cetakan mould. Bahan yang akan digunakan sebagai cetakan mould yaitu SKD 61. Penentuan bahan yang digunakan berdasarkan beberapa factor, salah satunya yaitu SKD 61 merupakan bahan yang sering dijumpai dipasaran dan memiliki karakteristik yang baik digunakan sebagai cetakan mould seperti kuat terhadap temperature tinggi.

4. Perencanaan Proses Permesinan

Berdasarkan analisa produk, proses permesinan yang akan digunakan untuk membuat cetakan mould yaitu dengan menggunakan mesin milling. Selain berdasarkan analisa produk pemilihan mesin milling juga berdasarkan lingkup perancangan yang akan dilaksanakan di Politeknik Negeri Jakarta.

Beberapa parameter pada mesin milling perlu dianalisa agar menghasilkan cetakan mould yang optimal. Hasil dari analisa parameter tersebutlah yang akan digunakan untuk membuat cetakan mould pada mesin milling. Setelah parameter yang akan digunakan didapat kemudian mulai mensetting mesin milling sesuai dengan parameter yang ingin digunakan. Kemudian masukkan G-code yang telah sesuai dengan alur pembuatan cetakan mould. Hasil dari proses ini ialah produk cetakan mould yang diinginkan.

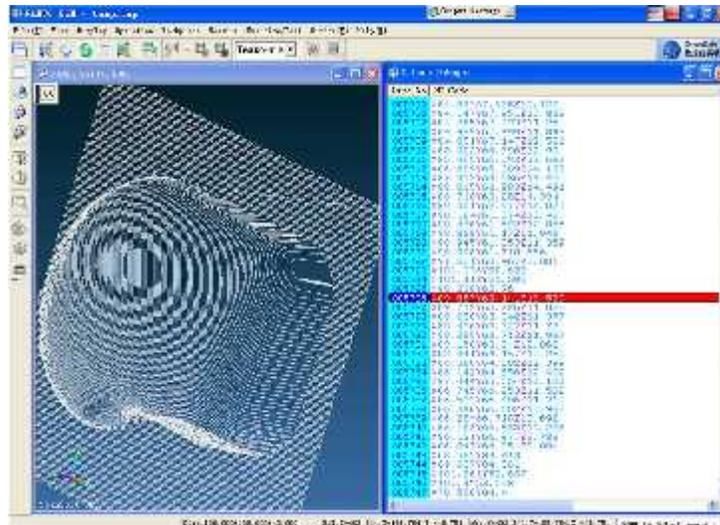
5. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Simulasi Proses Permesinan



Gambar.3 Contoh Simulasi Proses Milling Pada Software Swansoft

Pada simulasi ini akan didapat gambaran berupa animasi proses pembuatan cetakan mould dengan menggunakan mesin milling. Input yang dimasukan dan dioperasikan pada software swansoft ialah berbentuk G-code yang sebelumnya telah didapat dari hasil analisa cetakan mould pada tahap sebelumnya. Pada simulasi ini juga merupakan validasi G-code apakah sudah sesuai atau belum sesuai dengan hasil cetakan yang diinginkan.

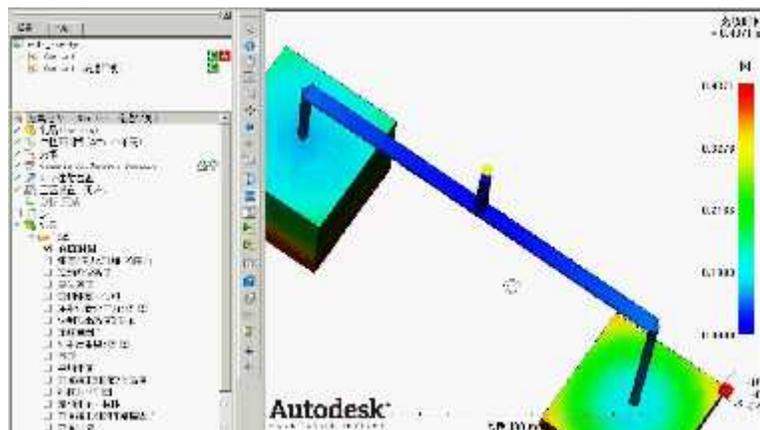


Gambar.4 Contoh G-code Pada Software Swansoft

2. Pengujian Hasil Proses Milling

Setelah G-code disimulasikan dan hasil yang didapat ternyata sesuai dengan hasil cetakan yang diinginkan maka selanjutnya parameter pada proses milling akan di analisa untuk mendapatkan hasil cetakan mould yang baik. Hasil pengujian pada setiap hasil cetakan mould dengan parameter proses yang berbeda akan dibandingkan. Hasil cetakan mould yang diinginkan akan didapat sehingga produk money box yang dihasilkan dari cetakan mould tersebut optimal.

3. Pengujian MoldFlow



Gambar.5 Contoh Analisis Menggunakan Software MoldFlow

Hasil produk money box yang optimal tidak hanya dipengaruhi oleh cetakan mould saja, parameter lain pada proses injection juga berpengaruh pada hasil akhir dari produk. Struktur komponen mold base yang digunakan pada simulasi ini disesuaikan dengan komponen mold base standar yang terdapat pada software MoldFlow karena pada perancangan ini memfokuskan pada proses pembuatan cetakan mouldnya. Hasil dari simulasi ini akan didapatkan kombinasi parameter yang menghasilkan produk money box optimal sesuai yang diharapkan.

6. KESIMPULAN

1. Rancangan proses manufaktur cetakan mould money box dapat dilakukan di area bengkel Politeknik Negeri Jakarta dengan hasil yang optimal.
2. Kombinasi parameter proses milling terbaik yang dapat menghasilkan cetakan mould yang optimal.
3. Kombinasi parameter proses injection molding terbaik yang dapat menghasilkan produk money box yang optimal / sesuai dengan yang diharapkan.

7. UCAPAN TERIMA KASIH

Full paper seminar nasional yang berjudul “ Perancangan Proses Manufaktur Cetakan Mould Untuk Produk Money Box ”. Banyak pihak yang terlibat membantu, memberikan bimbingan, arahan, pengetahuan, dan dukungan kepada penulis dalam proses pembuatan dan penyusunan full paper ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Belyamin, M.Sc. Selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin.
2. Bapak Moch. Sholeh, Drs., S.T. Selaku Kepala Program Studi Teknik Manufaktur.
3. Bapak Drs. Nugroho Eko Setjiogiarto. Dipl. Ing. M.T Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
4. Teman – teman mahasiswa Program Studi Teknik Manufaktur yang telah memberi do’a, dukungan, informasi, saran dan motivasi dalam penyelesaian laporan full paper ini.
5. Kedua Orang Tua yang telah memberikan dorongan semangat dan do’a kepada penulis sehingga full paper ini dapat diselesaikan.

8. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. A. Bhat, S. Subramaniam, A. K. Pillai, E. K. L, and M. Elangovan, “Analysis and Design of Mold for Plastic Side Release Buckle Using Moldflow Software,” *Int. J. Res. Eng. Technol.*, pp. 366–372, 2014.
- [2] G. M. D. and L. S. S. Nilesh Khutafale, “Model Based Simulation and Design of Injection Mould for Charge Air Cooling Inlet Tank,” *Int. J. Eng. Res. Gen. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 391–396, 2016.
- [3] M. Salunke, K. Rushikesh, V. Lomate, and G. Sopal, “INJECTION MOLDING METHODS DESIGN , OPTIMIZATION , SIMULATION OF PLASTIC TOY BUILDING BLOCK BY MOLD IJMET,” *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 6, pp. 33–42, 2015.
- [4] K. Surendra Babu, S. Muneer Basha, and Sreedhar, “Design and Simulation of Plastic Injection Moulding Process,” *ANVESHANA’S Int. J. Res. Eng. Appl. Sci.*, vol. 1, no. 11, pp. 100–110, 2016.

PENGARUH RADIUS PENEKUKAN DAN TEBAL PLAT TERHADAP KUAT TEKAN PADA BAJA ST 60

Muhammad Indy¹, Darius Yuh².

1. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta Selatan, 088808404061

indymuhammad@gmail.com

2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Baja canai dingin adalah baja karbon berbentuk lembaran, setrip, pelat ataupun batangan dengan proses dibentuk (forming) atau ditekuk (bending) pada temperatur ruang dengan menggunakan mesin press atau mesin stamping dengan menggunakan dies atau mesin roll. Baja canai dingin memiliki beberapa jenis profil antaralain U, C, H, dan I. Baja canai dingin memiliki beberapa syarat diantaranya adalah ketebalan tidak melebihi 25 [mm] dan rasio radius dalam terhadap ketebalan kurang dari atau sama dengan delapan (SNI 7971:2013).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tebal plat dan radius pada elemen bengkok terhadap kuat tekan pada baja canai dingin yang di gunakan untuk konstruksi. Ukuran profil baja canai yang akan digunakan adalah tebal plat 1 [mm] dan 8 [mm], lebar kaki 3,5 [mm], tinggi 10,5 [mm], radius yang digunakan mengikuti standar mesin penekuk plat promecacm 487-002 terhadap ketebalan plat yang di gunakan, sehingga radius yang disarankan adalah 1 [mm], 1,3[mm], 1,6[mm] dan sudut penekukan adalah 90°.

Faktor radius pada elemen bengkok dan tebal plat tentunya merupakan faktor penting dalam menyebabkan terjadinya perubahan titik pusat gaya dan pengurangan ukuran pada elemen rata.

Kata kunci : Baja canai dingin, Radius bengkok, Tebal plat, Kuat tekan, SNI 7971:2013

Abstract

Cold formed steel is carbon steel shaped sheets , setrip , plates or bars with process forming or bending in room temperature by the use of a machine press or a stamping machine by using dies or machine roll . Cold formed steel having several species of profile such as u , c , h , and i .Cold formed steel having several requirements of them are thickness does not exceed 25 mm and the ratio radius in respect to the thickness of less than or equal to eight (sni 7971: 2013).

This study aims to to analyze the influence of thick plate and radius on element bent to durabillity press on cold fromed steel in use for construction .Size profile steel canai to be used is thick plate 1 [mm] and 8[mm] , long 3.5 [mm] , high 10.5 mm , radius used adhering to a standard press machine promecacm 487-002 to thickness plate that in use , so that radius suggested is 1[mm], 1,3[mm], 1,6[mm] and the angle of bent is 90°.

The radius of bent and thick plate is an important factor in caused change a center of gravity and reduction in size on flat element.

Keywords: Cold formed steel, Angle of bent, Thicknes of Plate, Bending Strength, SNI 7971:2013.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja canai dingin adalah alternatif pengganti kayu sebagai konstruksi bangunan, konstruksi jembatan. Dalam bidang otomotif baja canai dingin dapat digunakan dalam rangka mobil, dan rangka motor karena sifatnya yang tahan terhadap korosi, dan ulet. Baja canai dingin adalah baja karbon berbentuk lembaran, setrip, pelat ataupun batangan dengan yang dibentuk (*forming*) atau ditekuk (*bending*) pada suhu temperatur ruang dengan menggunakan mesin *press* atau mesin *stamping* dengan menggunakan dies sebagai cetakan atau mesin *roll*. Baja canai dingin memiliki beberapa jenis profil antarlain U, C, H, dan I. Baja canai dingin memiliki beberapa syarat diantaranya ketebalan tidak melebihi 25 [mm] dan rasio radius dalam terhadap ketebalan kurang dari atau sama dengan delapan (SNI 7971:2013). Pada mesin *press* merek promecam 487-002 memiliki standar radius penekukan terhadap ketebalan plat. Untuk ukuran tebal plat 0.8 [mm] dan 1 [mm] bisa dibentuk dengan radius penekukan yaitu 1 [mm], 1,3 [mm], dan 1,6 [mm] tetapi perubahan ukuran dapat merubah kuat tekan baja canai dingin tersebut karena ukuran adalah faktor yang berpengaruh terhadap momen.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, peneliti merumuskan masalah yang akan dibahas yaitu “Apakah pengaruh radius penekukan dan tebal plat terhadap kuat tekan baja st 60 yang di bentuk menjadi berprofil U?”

1.3 Batasan Masalah

- Penelitian terbatas hanya pada tahap uji numerikal
- Baja canai dingin berprofil U yang ditinjau untuk konstruksi.
- Variabel yang digunakan yaitu : material core dan cavity, jarak antara saluran cooling dan diameter saluran cooling. Bersarkan variabel yang digunakan akan dilakukan perubahan pada material core dan cavity, dimensi jarak antara saluran cooling dan dimensi diameter saluran cooling.

Berikut perubahan yang akan dilakukan berdasarkan variabel yang digunakan:

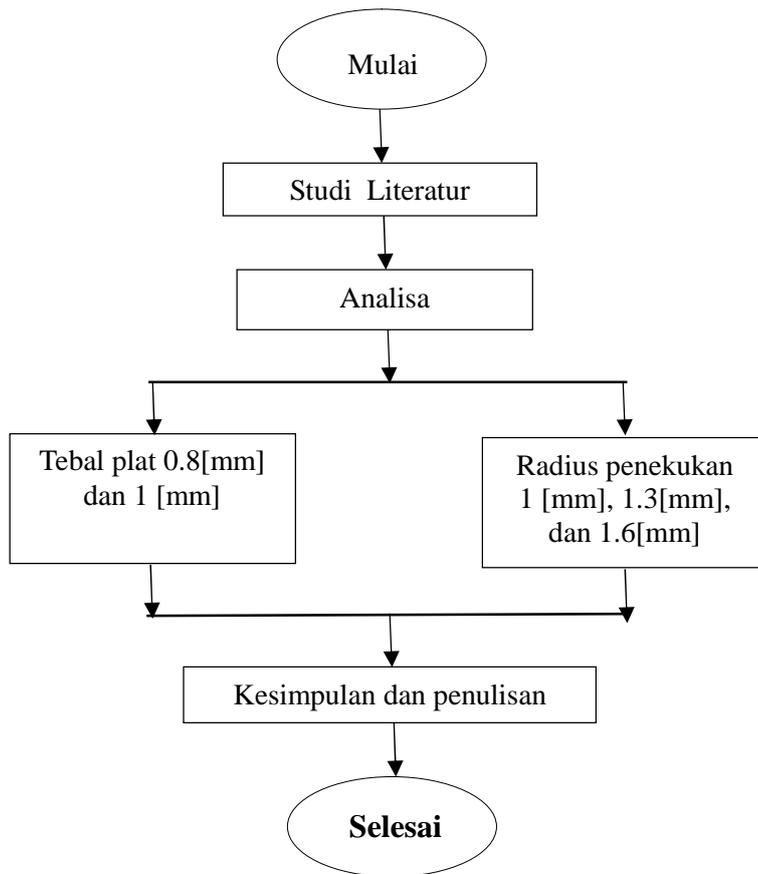
Tabel 2.1 Variabel Penelitian

Material	Radius Penekukan [mm]	Tebal Plat [mm]
ST 60	1	0.8
	1.3	1
	1.6	

1.4 Tujuan

- Mengetahui pengaruh radius penekukan pada baja canai dingin terhadap kuat tekan.
- Mengetahui pengaruh tebal plat pada baja canai dingin terhadap kuat tekan.
- Membuat desain baja canai dingin profil U untuk konstruksi atap yang optimum.

2. METODE PENELITIAN



Penelitian ini mengikuti standar mesin *press hydraulic* dengan merek promecam 487-002 menggunakan dies yang membetuk sudut 90° dengan radius *punch* 1 [mm], 1.3[mm], dan 1.6[mm]. Plat yang digunakan adalah plat dengan kekuatan tarik sebesar 60 kg/mm^2 dengan ketebalan 0.8[mm] dan 1[mm]. Ukuran yang digunakan untuk sampel adalah lebar kaki 3,5 [mm], dan tinggi 10.5 [mm]. Ukuran tebal, lebar kaki, dan tinggi sampel juga diaplikasikan untuk konstruksi bangunan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui desain yang optimum untuk baja canai dingin berprofil U yang digunakan untuk rangka atap.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Center Of Gravity

Hal pertama yang dilakukan adalah mencari COG dari beberapa variabel bebas yang digunakan.

Tabel 3.1 Variabel terhadap COG

Tebal Plat [mm]	Radius Penekukan [mm]	I_{xx} [mm]	I_{yy} [mm]
0.8	1		
	1.3		
	1.6		
1	1		
	1.3		
	1.6		

3.2 Kuat Tekan

Hal terakhir yang di lakukan adalah mencari gaya yang mampu di tahan oleh baja profil U

Tabel 3.2 Variabel terhadap Gaya

Tebal Plat [mm]	Radius Penekukan [mm]	Force [N]
0.8	1	
	1.3	
	1.6	
1	1	
	1.3	
	1.6	

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian akan didapat radius penekukan dan tebal plat yang optimal. Sehingga didapatkan desain profil U yang optimal.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] SNI 7971:2013. Standar Nasional Indonesia. Baja Canai Dingin ; Standar Indonesia ; 2013.

OPTIMALISASI DESAIN SALURAN COOLING PADA SISTEM INJEKSI MOULD TWO PLATE DARI PRODUK LEGO SEBAGAI STUDI KASUS

Bayu Dwi Aprianto¹, R. Grenny Sudarmawan²

1. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, bayu_aprianto1@yahoo.com
2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Penelitian ini menjelaskan tentang optimalisasi desain saluran cooling pada sistem injeksi mould two plate dari produk lego sebagai studi kasus. Optimalisasi adalah proses pencapaian efektifitas dan efisiensi terhadap saluran cooling pada cetak plastik (dual cavity). Penelitian ini berfokus pada optimalisasi cycle time pada sistem injeksi mould two plate dari produk lego. Mengoptimalkan desain saluran cooling sangat penting untuk meningkatkan proses manufaktur. Pentingnya melakukan penelitian ini karena berdampak untuk meningkatkan kualitas produk lego. Sebelum dilakukan penelitian hasil cetakan kurang bagus, kepadatannya tidak merata, masih banyak udara yang terjebak atau terlihat jelas pada produk plastik dan tampilan produk yang tidak simetri. Selain itu penelitian ini juga berdampak pada cycle time produksi lego. Optimalisasi cycle time pada sistem injeksi mould two plate dari produk lego akan berpengaruh pada anggaran yang dikeluarkan oleh Industri. Variabel yang digunakan meliputi material core dan material cavity, dimensi jarak antara saluran cooling dan dimensi diameter saluran cooling. Berdasarkan variabel tersebut akan dilakukan penelitian dengan menggunakan perhitungan matematik untuk mencari desain saluran cooling yang optimal. Kemudian perhitungan yang didapat akan di bandingkan hasilnya dengan menggunakan software mouldflow simulations. Konstanta pada penelitian ini meliputi material produk, posisi parting line, posisi tempat ejektor, jenis gate dan desain runner yang digunakan, desain core dan desain cavity serta desain dan dimensi dari produk lego. Berdasarkan variabel dan konstanta yang telah ditentukan maka akan menjadi pedoman dalam melakukan penelitian. Dan hasil dari penelitian akan didapat desain saluran cooling yang optimal. Sehingga didapatkan cycle time yang optimal. Kemudian dari optimalisasi cycle time ini, dapat menghemat waktu dan pengeluaran produksi.

Kata Kunci: optimalisasi, cooling, injeksi, mould

Abstract

This research explains the optimization of cooling channel design on two-plate injection molding system of Lego product as case study. Optimization is the process of achieving the effectiveness and efficiency of cooling channels on plastic molding (dual cavity). This study focuses on the optimization of cycle time on two plate injection molding system from lego product. Optimizing the cooling channel design is essential on improving the manufacture process. This research is important because it impacts to improve the quality of lego products. Prior to the research the results of the mold is less good, the density is not evenly distributed, there is still a lot of air trapped or it is clearly visible on the plastic product and the product result is not symmetry. In addition, this study also affects the production cycle time of lego. Optimizing cycle time on two-plate injection molding system from lego product will affect the budget issued by Industry. Variables that are used include; core material and cavity material, dimension of distance between channel cooling and dimension of cooling channel diameter. Based on these variables, mathematical calculations are used to find the optimal channel cooling design. Then the calculations obtained will be compared to the results by using software mouldflow simulations. The constants of this research include product material, parting line position, ejector position, gate type and runner design used, core design and cavity design and the last, design and dimension of lego product. Based on the variables and constants that have been determined, then it will be a guide in conducting research. And the results of the research is to get the optimal channel cooling design, so it will get the optimal cycle time, then from the optimization of this cycle time, it can save time and production expenditure.

Keywords: optimization, cooling, injection, mold

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari semakin lama semakin meningkat. Peningkatan pemanfaatan plastik ini terjadi karena plastik mempunyai massa yang lebih ringan, praktis dan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan bahan lain seperti logam [2]. Hal ini diperkuat dengan penggunaan plastik sebagai alternatif pengganti logam agar massa benda lebih ringan dan untuk mengurangi beban operasi [2]. Berdasarkan pernyataan pada kalimat sebelumnya, industri-industri manufaktur mulai beralih dari penggunaan bahan logam menjadi bahan dari plastik sebagai bahan dasar produksi. Penggunaan bahan plastik sebagai pengganti bahan logam dalam bidang otomotif yaitu pada casing sepeda motor. Casing sepeda motor yang awalnya menggunakan bahan dari logam kemudian beralih menggunakan bahan dari plastik karena faktor ekonomis.

Produk dari plastik sering ditemukan dimana saja dan berikut adalah contoh produk yang terbuat dari plastik yaitu tabung plastik, mainan, botol, aksesoris, peralatan dapur dan banyak lagi [1]. Berdasarkan pernyataan tersebut, banyak industri manufaktur berlomba-lomba untuk membuat barang yang terbuat dari plastik. Salah satu yang paling berpotensi yaitu pembuatan mainan dari plastik yaitu lego. Berdasarkan pernyataan tersebut, industri mainan lego menjadi pasar yang menjanjikan karena banyaknya minat masyarakat terhadap mainan lego.

Pembuatan mainan lego menggunakan *moulding*. *Moulding* adalah proses menuangkan (mencetak) plastik cair ke dalam *mould cavity* (rongga cetak) sesuai dengan pola dari *core* dan *cavity* kemudian plastik cair tersebut akan menjadi padat dengan pendinginan secara perlahan-lahan [11]. Pada *moulding* terdapat suatu proses untuk pembentukan plastik, yang disebut proses *injection moulding*. Proses *Injection moulding* (pencetakan suntik) merupakan proses yang paling penting untuk pembentukan plastik, karena proses ini mempunyai akurasi dimensi yang baik [14].

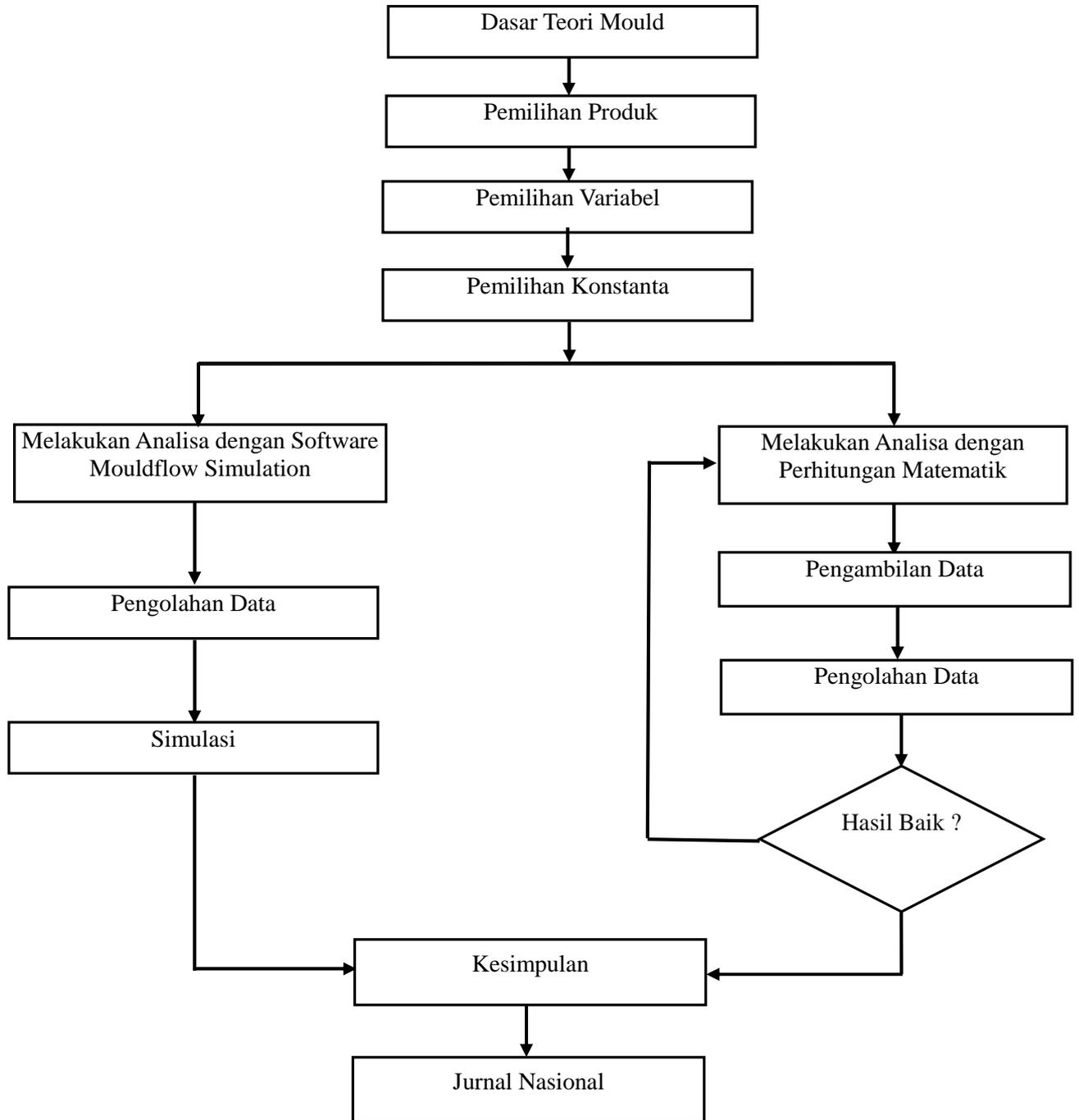
Tantangan terbesar bagi setiap industri dalam proses membuat pesanan dari *client* adalah menentukan biaya dan waktu yang dibutuhkan pada proses produksi [15]. Berdasarkan pernyataan tersebut perlu dilakukan penelitian tentang optimalisasi desain saluran *cooling* dari produk lego. Hal ini dilakukan karena *cooling system* berpengaruh pada *cycle time* dan kualitas produk. Pada *cycle time* produk lego berdampak pada anggaran biaya yang dikeluarkan oleh industri, sedangkan pada kualitas produk berpengaruh pada minat masyarakat untuk membeli produk lego. Jika *cycle time* produk lego tidak diperhatikan akan menyebabkan kualitas produk lego tidak baik, seperti cetakan kurang bagus, kepadatannya tidak merata, masih banyak udara yang terjebak atau terlihat jelas pada produk plastik, tampilan produk yang tidak simetri.

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mencari *cycle time* yang optimal dari desain saluran *cooling* pada sistem injeksi *mould two plate* dari produk lego dengan cara melakukan perhitungan dan analisa dengan *software mould flow simulations*.

2. METODE PENELITIAN

Berikut adalah diagram alir penelitian Optimalisasi Desain Saluran *Cooling* pada Sistem Injeksi *Mould Two Plate* dari Produk Lego sebagai Studi Kasus:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan diagram alir penelitian tentang optimalisasi desain saluran *cooling* pada sistem injeksi *mould two plate* dari produk lego sebagai studi kasus. Untuk mempermudah jalannya penelitian dimulai dengan beberapa tahap yaitu:

1. Tahap Persiapan dan Pemilihan Produk

Tahap awal untuk melakukan penelitian yaitu dengan mencari referensi yang berhubungan dengan *moulding* dan perpindahan panas. Referensi tentang *moulding* berhubungan dengan proses pembuatan produk sedangkan referensi tentang perpindahan panas berhubungan dengan perpindahan panas yang terjadi pada saat proses injeksi terhadap desain saluran *cooling*. Berdasarkan referensi yang didapat akan diputuskan produk yang nantinya akan diteliti.

2. Tahap Pemilihan Variabel dan Konstanta

Setelah penentuan produk yang akan diteliti kemudian menentukan variabel yang digunakan. Variabel yang digunakan meliputi: material *core* dan material *cavity*, jarak antara saluran *cooling* dan diameter saluran *cooling*. Berdasarkan variabel yang digunakan akan dilakukan perubahan pada material *core* dan *cavity*, dimensi jarak antara saluran *cooling* dan dimensi diameter saluran *cooling*.

Berdasarkan variabel yang akan digunakan kemudian dapat ditentukan konstanta dalam penelitian ini. Konstanta tersebut meliputi: posisi *parting line*, posisi tempat *ejector*, jenis *gate* dan desain *runner*, desain *core* dan desain *cavity*

3. Tahap Perhitungan

Tahap berikutnya dalam penelitian ini yaitu melakukan perhitungan berdasarkan variabel dan konstanta yang digunakan. Hasil dari perhitungan ini akan diperkuat dengan menggunakan analisa pada *software mould flow simulations*. Kesimpulan yang di peroleh dari penelitian ini yaitu optimalisasi desain saluran *cooling* pada sistem injeksi *mould two plate* dari produk lego yaitu dengan optimalisasi cycle time sehingga dapat menghemat waktu dan pengeluaran produksi. Hasil lain dari penelitian ini yaitu jurnal nasional.

2.2 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini konstanta yang digunakan adalah:

1. Material produk
2. Posisi parting line
3. Posisi tempat ejektor
4. Jenis gate dan desain runner yang digunakan
5. Desain core dan desain cavity
6. Desain dan dimensi produk lego

Variabel yang digunakan yaitu : material core dan cavity, jarak antara saluran cooling dan diameter saluran cooling. Berdasarkan variabel yang digunakan akan dilakukan perubahan pada material core dan cavity, dimensi jarak antara saluran cooling dan dimensi diameter saluran cooling.

Berikut perubahan yang akan dilakukan berdasarkan variabel yang digunakan:

Tabel 2.1 Variabel Penelitian

Material <i>Core</i> dan Material <i>Cavity</i>	Jarak antara Saluran <i>Cooling</i> [mm]	Diameter <i>Cooling</i> [mm]
S55C	10	6
Aluminium (Al)	20	8
Beryllium Copper (BeCu)	30	10

Berdasarkan variable yang digunakan, akan dibuat sebuah matrik untuk mencari pasangan yang paling optimal, berikut adalah variasinya:

1. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
2. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
3. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]
4. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
5. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
6. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]
7. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
8. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
9. Material S55C dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]
10. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
11. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
12. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]
13. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
14. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
15. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]
16. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
17. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
18. Material Al dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]
19. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
20. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
21. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 10 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]
22. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
23. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
24. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 20 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]
25. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 6 [mm]
26. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 8 [mm]
27. Material BeCu dengan jarak antara saluran *cooling* 30 [mm] dan diameter *cooling* 10 [mm]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan melakukan perhitungan berdasarkan kombinasi dari Table 2.2 Matriks Variabel penelitian kemudian dibandingkan dengan *software moldflow simulations*.

Berikut adalah persamaan yang dipakai:

- a. Rumus Waktu Pendinginan *Moulding*

$$t_c = \frac{S^2}{a_{eff}} \times \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \times \frac{T_M - T_W}{T_E - T_W} \right) \quad \text{Persamaan 1}$$

Keterangan:

T	= Waktu Pendinginan	(s)
S	= Tebal Dinding Produk Cetakan	(mm)
a_{eff}	= Kemampuan Menghantarkan Panas Efektif	(mm ² /s)
T_M	= Temperatur Cair Plastik	(⁰ C)
T_W	= Temperatur Dinding Cetakan	(⁰ C)
T_E	= Temperatur Maksimal saat Produk Cetak Diambil	(⁰ C)

b. Rumus Perpindahan Panas secara Konduksi

$$Q = \frac{kA\Delta T}{x}$$

Persamaan 2

Keterangan:

Q	= Laju Perpindahan Panas Konduksi	[W]
k	= Koefisien Perpindahan Panas	[W/m°C]
A	= Luas Penampang Aliran panas	[m ²]
ΔT	= Perbedaan Suhu	[°C]
x	= Panjang Benda	[m]

Berdasarkan Perhitungan sementara menggunakan persamaan 1, dengan ukuran produk lego (50x50x50) [mm], ketebalan 2 [mm] dan material plastik ABS diperoleh:

Diketahui: S = 2 [mm]

$$a_{\text{eff}} = 0.65$$

$$T_M = 270 \text{ [}^\circ\text{C]} - \text{Tabel 2.2 Tabel Data}$$

$$T_W = 80 \text{ [}^\circ\text{C]} - \text{Tabel 2.2 Tabel Data}$$

$$T_E = 100 \text{ [}^\circ\text{C]} - \text{Tabel 2.2 Tabel Data}$$

Ditanyakan: tc?

Jawab:

$$\begin{aligned} tc &= \frac{z^2}{0.65} \times \ln \left(\frac{8}{\pi^2} \times \frac{270-80}{100-80} \right) \\ &= 6.2351 \times 2.0413 \\ &= 12.7275 \text{ [s]} \end{aligned}$$

Jadi, cooling Time yang diperoleh adalah = 12.7275 [s]

Berdasarkan persamaan 2, diperoleh:

Diketahui: k = 229 [W/m°C]

$$T_{\text{air}} = 25 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$T_{\text{dinding}} = 80 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

$$d = 6 \text{ [mm]}$$

Ditanyakan: Q?

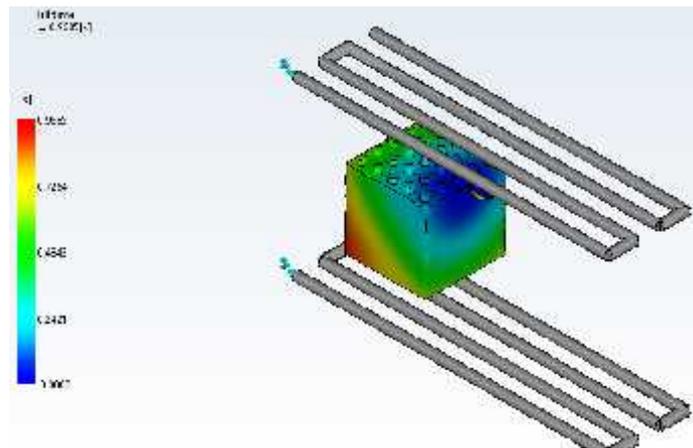
Jawab:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{kA\Delta T}{x} \\ Q &= \frac{229 \times \pi \times 3^2 \times 55}{100} \\ Q &= 3561.1524 \text{ [watt]} \end{aligned}$$

Karena ada 4 *cooling channel*, maka Q dibagi dengan 4 yaitu 3561.1524/4 = 890.2881 [watt]

Hasil dari persamaan 1 akan menjadi pembanding dengan hasil dari analisa *software moldflow simulations*. Perhitungan tersebut masih bersifat sementara karena belum di gabungkan dengan persamaan 2 dan persamaan yang lain. Pada persamaan 1 terdapat temperatur dinding cetakan (T_w) yang nantinya akan dicari nilainya berdasarkan variable yang telah ditentukan. Sehingga nilai (T_w) pada hasil persamaan 1 masih bersifat sementara.

Berikut hasil dari simulasi dengan menggunakan *software moldflow simulations*:



Actual filling time	0.97 (s)
Actual injection pressure	15.973 (MPa)
Clamp force area	26.15e3 (cm ²)
Max. clamp force during filling	2.014 (tonne)
Velocity/pressure switch-over at % volume	99.04 (%)
Velocity/pressure switch over at time	0.96 (s)
Total part weight at the end of filling	24.20g (g)
Shot volume	25.1075 (cm ³)
Cavity volume	24.8316 (cm ³)
Runner system volume	0.275g (cm ³)
Maximum clamp force during cycle	2.974 (tonne)
Max. wall shear stress	0.268 (MPa)
Total part weight	25.331 (g)
Coding time	10.00 (s)
Cycle time	25.96 (s)

Spesifikasi yang digunakan sesuai dengan variabel yang digunakan yaitu: jarak antara saluran cooling 10 [mm], diameter cooling 6 [mm]. Berdasarkan hasil dari *software moldflow simulations* diperoleh cooling time 10 [s].

Hasil dari perhitungan berdasarkan kombinasi dari Table 2.2 Matriks Variabel penelitian dan hasil dari simulasi *software moldflow simulations* baru menggunakan variasi 1 (berdasarkan variabel yang digunakan). Dan penelitian ini masih berlangsung untuk mencari *cycle time* yang optimal sehingga hasil dapat berubah.

Tabel 2.2 Tabel Data

Material	Melt temperature (°C)	Wall temperature (°C)	Demolding temperature (°C)	Average density (g/cm ³)
ABS	200–270	50–80	60–100	1.03
HDPE	200–300	40–60	60–110	0.82
LDPE	170–245	20–60	50–90	0.79
PA 6	235–275	60–95	70–110	1.05
PA 6.6	260–300	60–90	80–140	1.05
PBT	230–270	30–90	80–140	1.05
PC	270–320	85–120	90–140	1.14
PMMA	180–260	10–80	70–110	1.14
POM	190–230	40–120	90–150	1.3
PP	200–300	20–100	60–100	0.83
PS	160–280	10–80	60–100	1.01
PVC rigid	150–210	20–70	60–100	1.35
PVC soft	120–190	20–55	60–100	1.23
SAN	200–270	40–80	60–110	1.05

4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian akan didapat desain saluran cooling yang optimal. Sehingga didapatkan cycle time yang optimal. Kemudian dari optimalisasi cycle time ini, dapat menghemat waktu dan pengeluaran produksi.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Belyamin, M.Se, Eng., B.Eng., sebagai Ketua Jurusan Teknik Mesin.
2. Bapak Drs. Mochammad Sholeh, ST. MT sebagai Ketua Prodi S1-Terapan Teknik Manufaktur.
3. Teman-teman S1 Teknik Manufaktur Politeknik Negeri Jakarta 2013.

Terimakasih atas perhatian dari segala pihak yang telah berkontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan *full paper* ini, sehingga penulisan *full paper* dengan judul “Optimalisasi Desain Saluran Cooling pada Sistem Injeksi Mould Two Plate dari Produk Lego sebagai Studi Kasus” dapat diselesaikan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B, J.R.M., 2013. Analysis of Plastic Flow in Two Plate Multi Cavity Injection Mould for Plastic Component for Pump Seal. , 3(8), pp.1–4.
- [2] Bhat, H.A. et al., 2014. ANALYSIS AND DESIGN OF MOLD FOR PLASTIC SIDE RELEASE BUCKLE USING MOLDFLOW SOFTWARE. , pp.366–372.
- [3] Crompton, T.R. 1979. Additive Migration from Plastic into Food. Pergamon Press. Oxford.
- [4] Davidson A., 1970. HandBook of Precision Engineering. Mc. Graw Hill Book Co. Great Britain
- [5] Design, M.E., Prof, A. & Engineering, M., 2014. DESIGN AND DEVELOPMENT OF PLASTIC INJECTION. International Journal of Advanced Engineering Research and Studies, IV(I), pp.27–30.
- [6] Flin R.A. and P.K. Trojan. 1975. Engineering Materials and Their Applications. HonhTonMifflinCo.Boston.
- [7] Handbook of Plastic Process; edited by Charles A Harper; Wiley ;new jersey ; 2006
- [8] <http://www.custompartnet.com/> Diakses 14 Mei 2017 ada pukul 09.50 WIB.
- [9] <http://www.ispitb.org>. Diakses 5 Desember 2008 pada pukul 14.07 WIB.
- [10] <http://www.oke.or.id>. Diakses 5 Desember 2008 pada pukul 14.07 WIB.
- [11] Kamble, B., 2014. FAMILY MOULD DESIGN FOR QUALITY LEVERS. FAMILY MOULD DESIGN FOR QUALITY LEVERS, 03(03), pp.464–469.
- [12] Moerbani, J., 1999, Plastic Moulding, Jurnal Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI), Surakarta.
- [13] offline D-M-E plastic_university, mold technology series
- [14] Raghavendra, N., Sharma, P.R. & Math, M.C., 2015. A Design and Moulding Analysis of Two Plate Mould Tool for Motor Rare Housing Thermoplastic Product. , 2(3), pp.90–95.
- [15] Spiroski, Z. & Macedonia, R., 2015. Expert system for mold quotation. , 40(1).
- [16] Syarief.R., S. Santausa dan Isyana. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB Bogor.
- [17] Winarno, F.G. 1987. Mutu, Daya Simpan, Transportasi dan Penanganan Buah-buahan dan Sayuran. Konferensi Pengolahan Bahan Pangan dalam Swasemba da Eksport. Departemen Pertanian. Jakarta.

4 PERAWATAN DAN PERBAIKAN

PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN INJECTION MOULDING TOYO TM 130 H SERIES DI PT X

Pandu Setyawan

Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425

pandusty@gmail.com

Abstrak

Mesin injeksi molding adalah mesin yang memproduksi berbagai produk dari bahan dasar biji plastik. Mesin ini memanfaatkan energi panas dari heater barrel yang membuat biji plastik meleleh atau berada pada titik suhu lebur yang nantinya di dorong oleh screw menggunakan pressure tinggi menuju molding atau cetakan. Hasil produk dari mold akan keluar menggunakan pin yang mendorong produk dan akan memisahkannya dari molding.

Mesin injeksi molding juga terdiri dari beberapa komponen utama yang mendukung kerja mesin itu sendiri, beberapa komponen utama tersebut adalah motor, pompa, barrel, screw, dan mold. Dari beberapa komponen tersebut tentu perawatan berkala adalah keharusan agar mesin tetap bisa bekerja secara maksimal. Namun sayangnya masih banyak perusahaan yang menganggap remeh sebuah perawatan mesin dengan alasan biaya yang tinggi dan mengurangi jumlah produksi.

karena dalam kenyataannya sering kali sebuah perawatan harus mematikan mesin dan membuat produksi berhenti sesaat, padahal jika mereka tahu dengan dilakukannya perawatan berkala maka akan dapat meningkatkan hasil produksi dibandingkan menunggu terjadinya insiden kerusakan baru setelahnya dilakukan perbaikan yang akan mengurangi hasil produksi secara signifikan.

Dengan melihat masalah tersebut, maka penulis mencoba membuat sebuah jadwal perawatan yang baik agar mesin injeksi molding dapat bekerja secara maksimal dan mengurangi tingkat kerusakan karena dengan jadwal perawatan yang dibuat tentu mesin injeksi molding akan mendapatkan perawatan secara berkala yang nantinya juga akan berpengaruh terhadap umur mesin itu sendiri.

Maka penulis membuat schedule perawatan untuk mesin injeksi molding toyo tm 130 h series, dengan adanya schedule ini tentu diharapkan akan dapat meminimalisir kerusakan yang terjadi pada mesin injeksi molding dan akan meningkatkan kerja mesin serta mengurangi biaya perbaikan. Schedule mesin ini juga akan meningkatkan pendapatan perusahaan yang dimana dalam sebuah perusahaan pendapatan adalah hal yang utama.

Kata kunci: mesin injeksi molding, schedule perawatan.

Abstract

Injection molding machine is a machine that produces a variety of products from plastic resin base material. This engine utilizes the heat energy from the heater barrel made of plastic resin melt or the melting temperature is at a point that will be driven by screw uses high pressure to the mold. The products from the mold will come out using a pin that drives the product and will separate it from molding.

Injection molding machine also consists of several main components that support the work of the machine itself, some of the main components are motors, pumps, barrel, screw and mold. Of course some of these components must be regular maintenance in order to keep the machine can work optimally. But unfortunately there are still many companies that underestimate an engine maintenance by reason of the high cost and reduce the number of production.

because in fact often a treatment should turn off the engine and make the production stopped for a moment, but if they knew by doing regular maintenance it will be able to increase production rather than waiting to the incident only then do repairs damage that would reduce significantly the production.

By looking at the problem, the authors tried to create a maintenance schedule that is good that injection molding machine can work optimally and reduce the level of damage caused by the maintenance schedule are made of injection molding machines will receive periodic maintenance which will also affect the life of the machine own.

The authors make a schedule of care for injection molding machines toyo tm 130 h series, with this schedule is certainly expected to minimize the damage caused to the injection molding machine and will increase the machine work

and reduce repair costs. Schedule engine will also increase the income of companies in which a company 'revenue is the main thing.

Keywords: machine schedule and injection molding machine toyo 130 h series.

1.1 Pendahuluan/Latar Belakang

Mesin injeksi molding terbagi atas dua sumber tenaga, ada yang menggunakan tenaga listrik dan juga hidrolik. Setiap sumber tenaga yang digunakan mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing tergantung dengan kebutuhan perusahaan dan hasil produksi yang diinginkan, biasanya hasil produksi dengan volume kecil dan sedikit akan menggunakan sumber tenaga hidrolic dan juga sebaliknya.

Mesin injeksi molding menggunakan biji plastik sebagai bahan baku pembuatan produksi, ada beberapa jenis material plastik yang digunakn dari PVC, PP, ABS, Acrilyc dan sebagainya. Biasanya bahan baku tersebut digunakan tergantung dari produk yang ingin dihasilkan, produk dengan volume kecil cenderung menggunakan PVC dan PP yang tergolong lunak dalam hal pembentukan dan ABS serta Acrylic cenderung digunakan untuk hasil produksi dengan volume yang besar.

Mesin ini digerakkan secara otomatis dengan pemrograman PLC. Sehingga operator hanya tinggal melakukan setting pada mesin lalu menjalankannya, mesin ini menggunakan oli sebagai pelumas mesin dan grease untuk beberapa bagian mesin seperti rolling dor system dan togle molding.

Mesin injeksi molding ini membutuhkan pemeliharaan yang baik agar kerusakan yang dialami minim dan tidak mengganggu proses produksi. Untuk itu, penulis melakukan analisa berdasarkan history kerusakan dan membuat jadwal preventive maintenance yang baik dan benar.



Gambar. 1 kondisi swivle joint yang mengalami kebocoran oli



Gambar. 2 kondisi setelah diganti dengan o ring yang baru

Dari gambar 1 terdapat dua swivle joint dimana salah satu dari swivle joint tersebut mengalami kebocoran oli, dari data tersebut maka akan dilakukan sebuah analisa mengapa hal tersebut bisa terjadi hingga akhirnya mendapatkan solusi penanganannya hingga swivle joint tersebut bisa beroperasi seperti semula.

1.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk melakukan penelitian tugas akhir ini adalah metode analisa deskriptif. Metode ini merupakan metode yang menggambarkan objek atau subjek yang diteliti sesuai dengan apa adanya tanpa melakukan kontrol atau manipulasi terhadap data yang dikumpulkan dengan tujuan menggambarkan fakta dan karakteristik objek atau subjek secara sistematis dan tepat untuk kemudian ditarik kesimpulan.

A. Dokumentasi

Metode pengumpulan data dengan memotret atau mengambil gambar masalah tersebut dan mengabadikannya dengan merekam saat komponen tersebut bekerja. Sehingga gejala-gejala mesin tersebut dapat diketahui dengan jelas. Namun metode ini harus meminta izin terlebih dahulu kepada pembimbing industri dan pihak-pihak yang berwenang di industri.

B. Maintenance History

Maintenance history untuk mesin yang mengalami masalah tersebut. *Maintenance history* sangat membantu karena berisi tindakan-tindakan yang dilakukan dalam menjaga dan memperbaiki mesin tersebut. Sehingga masalah yang terjadi dapat diketahui dengan melihat *maintenance history* mesin tersebut.

C. Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap pembimbing industri dan teknisi *maintenance* yang sudah berpengalaman. Wawancara meliputi pertanyaan apa, kenapa, bagaimana komponen *swivel joint* dapat mengalami gangguan.

D. Kepustakaan

Setelah mengetahui komponen apa yang mengalami gangguan, maka selanjutnya mencari tahu mengenai komponen *swivel joint* berdasarkan artikel-artikel, referensi di internet. Sehingga data tersebut mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini.

1.3 Hasil dan Pembahasan

A. Deskripsi Masalah

Masalah yang terjadi pada mesin injeksi molding ini adalah bocornya oli pada swivel joint dibagian suply oli yang mengakibatkan tekanan pada saat melakukan injeksi menjadi berkurang dan aliran material plastik menjadi tidak optimal yang menyebabkan hasil produksi juga menjadi cacat atau NG(No Good)

B. Penyebab Gangguan Pada *swivel joint*

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, hal-hal yang menyebabkan gangguan pada *swivel joint* adalah:

1. Lingkungan kotor

Kondisi lingkungan kerja yang kotor dapat membuat kontaminasi pada udara yang mengalir pada *swivel joint*. Sehingga o ring yang terdapat pada swivel joint menjadi mudah rusak dan akan mengakibatkan kebocoran oli.

2. Usia komponen

Setiap komponen memiliki batas usia pemakaian. Pengoperasian mesin selama dua puluh empat jam tanpa henti memaksakan *o ring pada swivle joint* bekerja secara ekstra untuk bergerak dan mendukung laju maju dan mundurnya screw. Sehingga usia pemakaian *o ring* dapat berkurang dengan cepat.

3. tekanan tidak maksimal

swivle joint memiliki 4 o ring didalamnya, dimana pada bagian tersebut akan ada sebuah pergerakan terus menerus tergantung dari berapa lama mesin itu berproduksi. Jika tekanan yang diberikan tidak maksimal maka kinerja pada komponen *swivel joint* tidak sesuai yang diharapkan dan tentu o ring akan mengalami kerusakan.

C. Pemecahan Masalah

Analisa dilakukan dengan cara menemukan penyebab lalu kemudian melakukan upaya perbaikan dan upaya untuk menghilangkan penyebab masalah tersebut. Penyebab hasil produksi yang cacat adalah karena bocornya oli di swivel joint yang diakibatkan oleh hausnya o ring yang sudah melebihi masa life timenya. Penyebab gangguan tersebut adalah komplikasi dari lingkungan yang kotor, pelumasan yang tidak baik, tekanan yang dialiri tidak maksimal dan usia dari *o ring* tersebut. Agar bocornya oli tidak terulang lagi, maka sumber dari masalah yang menyebabkan hal tersebut harus dihilangkan. Berikut ini adalah solusi untuk mengatasi penyebab masalah diatas:

1. Menjadikan kegiatan *cleaning* lebih efektif dengan cara melakukan *cleaning* setiap pergantian *shift*.
2. Meningkatkan koordinasi antara divisi Repair and Maintenance dan divisi produksi sehingga divisi produksi dapat menggunakan mesin lain yang tidak dalam proses perawatan.
3. Pemeriksaan secara rutin dan detail kepada komponen yang terdapat di swivel joint.
4. Mengganti o ring sesuai jadwal yang sudah ditentukan

1.4 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat sementara adalah tekanan fluida yang mengalir dari pompa harus bekerja secara teratur jika tersendat-sendat tentu akan mengakibatkan o ring pada swivle joint termakan lebih cepat dan menimbulkan efek pada bocornya oli sehingga menyebabkan suply oli kebagian pompa dan screw menjadi terganggu dan mengakibatkan hasil produksi menjadi cacat selain itu faktor life time dari swivle joint itu sendiri sangat menentukan umur pemakaiannya.

1.5 UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada beberapa pihak yaitu sebagai berikut:

1. Dr. Belyamin, M.Sc., Eng., B.Eng. (Hons), ketua jurusan teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Dra. Indriyani Rebet, M.Si, ketua program studi teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Drs. Sugeng Mulyono, S.T., M.Kom, pembimbing Praktek Kerja Lapangan Politeknik Negeri Jakarta.
4. Adi purwanto pembimbing praktik kerja lapangan PT Presisi Cileungsi Makmur

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manual book toyo injection moulding machine tm 130 h series
- [2] History mesin toyo tm 130 h series

ANALISIS KERUSAKAN KAWAT PUTUS PADA MESIN WIRECUT MAKINO DUO 43 DI PT. XX

Alif Priatna Lugina¹

¹ Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta,
alifpriatnal@gmail.com

Abstrak

PT. XX bergerak di bidang manufaktur *dies* dan *mold*, untuk melakukan proses produksinya PT. XX menggunakan mesin CNC. Salah satu mesin yang digunakan adalah mesin *wirecut*. Mesin *Wirecut* merupakan proses permesinan dengan menggunakan proses erosi yang dihasilkan dari perbedaan potensial lewat sebuah kawat dengan *control* berupa *Computer Numerical Control* (CNC). Elektrodanya adalah sebuah kawat gulungan yang terus berputar dan berganti selama proses permesinan berlangsung. Selama proses erosi, kawat selalu berganti dan berputar agar pada setiap erosi kawat yang digunakan selalu baru dan tidak putus.

Tetapi di PT. X terdapat mesin *wirecut* yang mengalami *breakdown* yaitu kawat pemotong yang putus ketika kawat mulai memotong benda kerja dan kawat sulit tersambung kembali. Hal ini mengganggu pekerjaan karena beberapa proses *finishing* menggunakan *wirecut* sehingga menyebabkan *downtime*. Terhitung dalam hari yang sama sudah terjadi sebanyak 4 kali kawat tersebut putus dan dalam kurun waktu 3 tahun telah terjadi *breakdown* kawat putus sebanyak 4 kali. Untuk mencari tahu penyebab kerusakan digunakan metode *fishbone* dengan membuat diagram pareto dari tabel klasifikasi jenis kerusakan mempermudah analisis akhir.

Berdasarkan pengolahan data klasifikasi jenis kerusakan yang sering terjadi di mesin *wirecut* didapatkan ada 4 jenis kerusakan yang sering terjadi yaitu kawat, kebocoran, alarm, dan lain-lain. Persentase kerusakan dari ke 4 jenis kerusakan yang sering terjadi yaitu, 44,5%; 22,2%; 22,2%; 11,1%.

Kata Kunci: *wirecut*, kawat putus, *nozzle*.

Abstract

PT. XX is engaged in manufacturing dies and molds, to make the production process PT. XX uses a CNC machine. One of the machines used is the wirecut machine. Wirecut machine is a machining process by using the erosion process resulting from potential difference through a wire with control in the form of Computer Numerical Control (CNC). The electrodes are a wire roll that keeps turning and changing during the machining process. During the process of erosion, the wire is always changing and rotating so that every wire erosion used is always new and not broken.

But at PT. X there is a wirecut machine that breakdown is a cutting wire that breaks when the wire starts cutting workpiece and wire is difficult to reconnect. This interferes with the work because some of the finishing process uses wirecut causing downtime. Counted within the same day has happened as much as 4 times the wire is broken and within 3 years there has been breakdown of wire break 4 times. To find out the cause of the damage is used the method of fishbone by making a pareto diagram of the classification table type of damage facilitate the final analysis.

Based on the data processing classification type of damage that often occurs in wirecut machine found there are 4 types of damage that often occur yag wire, leakage, alarm, and others. Percentage of damage from the 4 types of damage that often happens is 44.5%; 22.2%; 22.2%; 11.1%.

Keywords: wirecut, broken wire, nozzle.

1.1 Latar Belakang

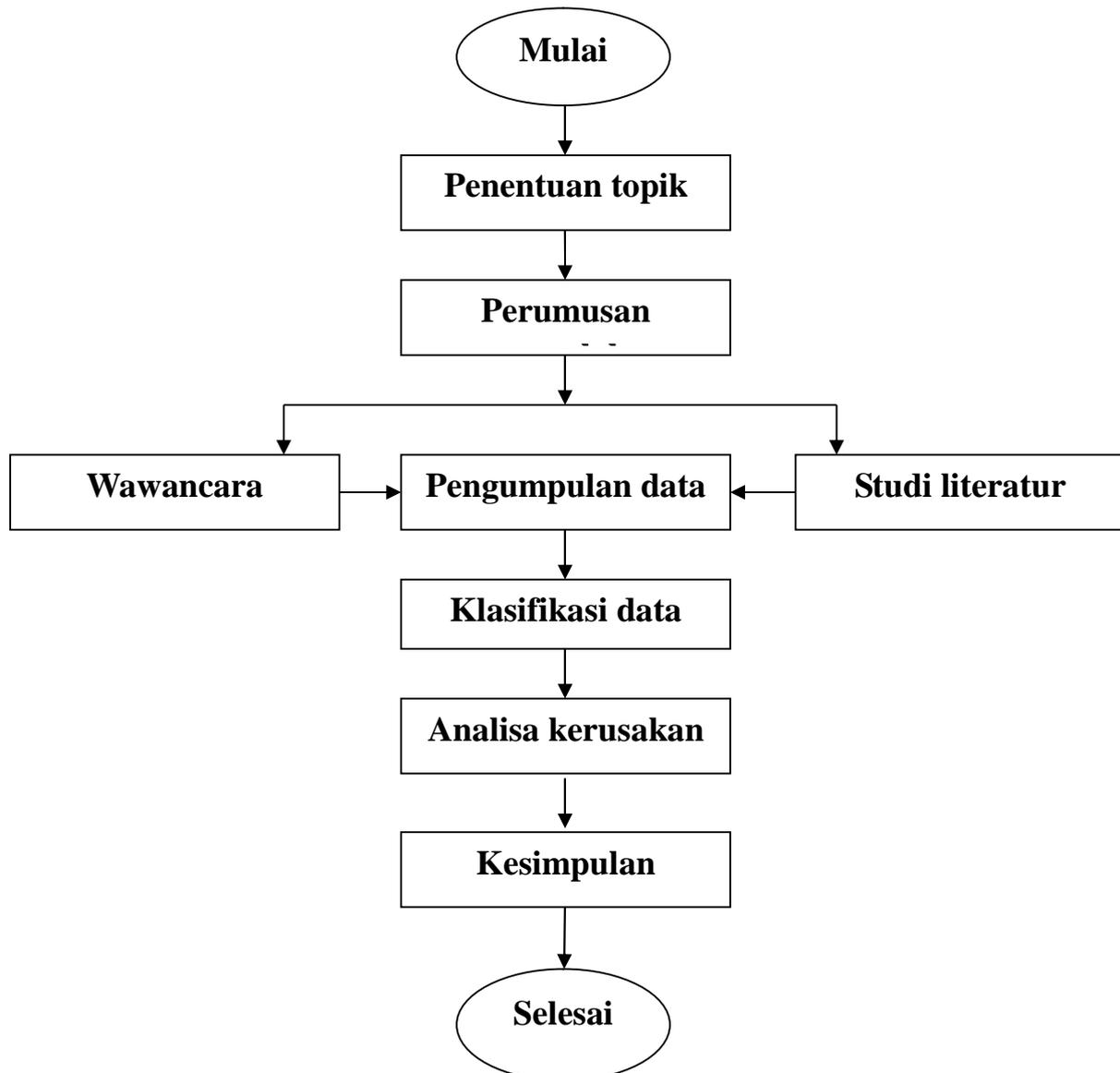
Wirecut merupakan proses permesinan dengan menggunakan proses erosi yang dihasilkan dari perbedaan potensial lewat sebuah kawat dengan *control* berupa *Computer Numerik Control* (CNC). Elektrodanya adalah sebuah kawat gulungan yang terus berputar dan berganti selama proses permesinan berlangsung. Selama proses erosi, kawat selalu berganti dan berputar agar pada setiap erosi kawat yang digunakan selalu baru dan tidak putus. Tetapi di PT. X terdapat mesin *wirecut* yang mengalami kerusakan yaitu kawat pemotong yang putus ketika kawat mulai memotong benda kerja.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan putusnya kawat ketika sedang memotong benda kerja yaitu kotornya aquades, masalah pada *discharge cable*, *conductivity*, tinggi rendahnya tekanan air pada

nozzle. Dengan melihat data dan riwayat mesin tersebut, maka dibuatlah tugas akhir ini yang bertujuan untuk menganalisa penyebab putusnya kawat pada mesin *wirecut*.

1.2 Metode Penelitian

Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar 2.1 Diagram Metode Penelitian

1.3 Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian/observasi dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Daftar Riwayat Kerusakan Mesin 2014-2017

No.	Tanggal	Jenis Kerusakan	Penanggulangan
1	21/10/2014	Kawat selalu menumpuk pada saat pemotongan.	Periksa ujung kawat tidak bengkok, periksa program, kecepatan laju kawat diganti dari 12 menjadi 10.
2	27/10/2014	Kebocoran <i>cooling</i> pada karet penutup poros.	Penutupan dengan lem silikon.
3	3/11/2014	Tekanan air <i>nozzle</i> lemah dan kawat sulit masuk ke <i>lower guide</i> .	Setting keran semprotan dan <i>nozzle</i> kawat.
4	29/12/2014	Pelindung <i>lower guide</i> patah terpotong <i>wire</i> .	Mengganti pelindung <i>lower guide</i> .
5	31/12/2014	Kebocoran <i>cooling</i> pada karet penutup poros.	Penggantian karet penutup poros.
6	24/03/2015	<i>Display</i> simulasi <i>error</i> dan tidak ada tegangan di layar.	Cek dan <i>setting conductivity</i> .
7	27/04/2015	Motor pump untuk <i>nozzle</i> berisik.	Pengecekan : spiral pada <i>able n</i> patah/lepas dari <i>spline</i> , kipas <i>able n</i> patah/lepas dari <i>spline</i> (kipas tidak ikut berputar). Dilakukan pengelasan spiral pada <i>spline</i> dan kipas <i>able n</i> pada <i>spline</i> .
8	5/05/2015	Kawat putus ketika beroperasi dan kawat sulit tersambung ke <i>lower guide</i> .	Ditemukan kotoran pada mesin (pintu masuk aquades ke pompa) yang menahan laju aquades yang disedot pompa, aliran aquades pada jet <i>nozzle</i> pelan. Cleaning mesin.
9	12/05/2015	Kawat tidak memotong benda dengan baik dan kawat putus.	Air aquades kotor. Mengganti filter air.
10	24/08/2015	Alarm feedback speed abnormal.	Mengganti linear scale V axis.
11	31/08/2015	Kawat putus saat pemotongan.	Settingan <i>conductivity</i> tidak pas, setting ulang.
12	9/11/2015	Kebocoran air pada tanki resin.	Cek, bersihkan selang yang tersumbat.
13	13/11/2015	<i>Alarm auto drain tank error</i> .	Service.
14	24/11/2015	<i>Alarm roll tension</i> kawat <i>error</i> .	Cek, bongkar roll kawat dan motor <i>tension</i> .
15	26/01/2017	Terjadi kebocoran air.	Memberikan lem <i>able n</i> pada karet penutup poros yang robek.
16	6/02/2017	Kawat putus ketika beroperasi dan sulit masuk.	Membersihkan kotoran yang menyumbat aliran air yang akan di sedot pompa menuju <i>jet nozzle</i> .

Berdasarkan riwayat mesin tersebut diketahui telah terjadi kerusakan dimana kawat putus ketika beroperasi sebanyak 4 kali dan didapat persentase 2 kali putusnya kawat diakibatkan oleh lemahnya tekanan *nozzle*.

Tabel 1.2 Klasifikasi jenis kerusakan

No.	Jenis Kerusakan	Frekuensi Kerusakan
1.	Kawat menumpuk	1
2.	<i>Cooling</i> bocor	4

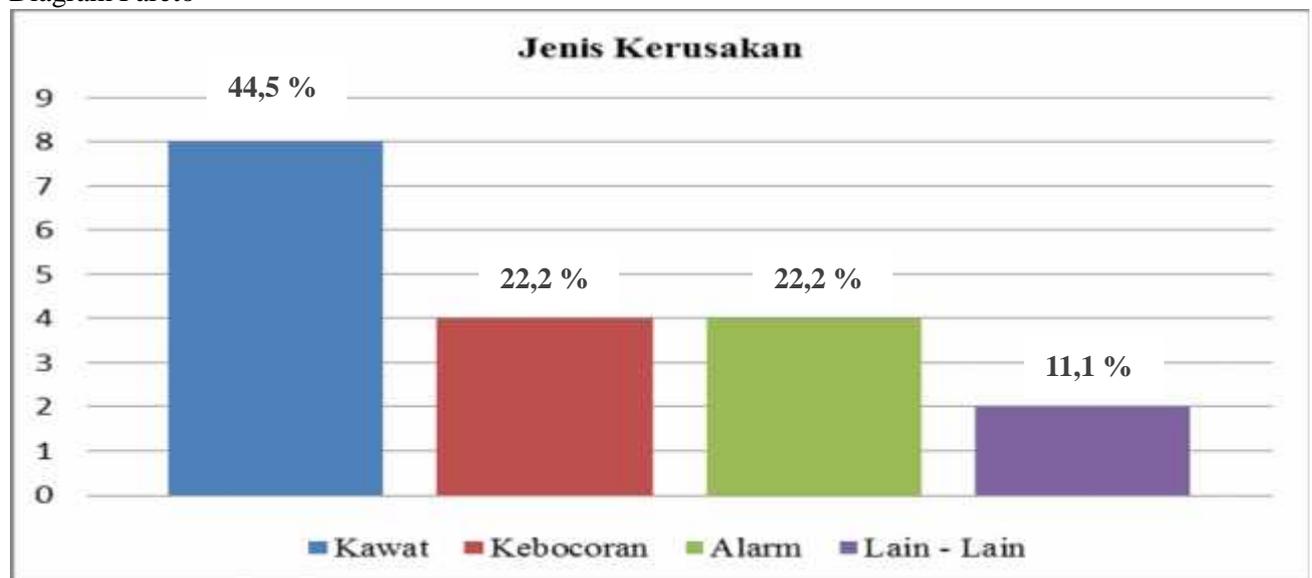
3.	Kawat sulit masuk	3
4.	Pelindung <i>lower guide</i> patah	1
5.	<i>Motor Pump</i> berisik	1
6.	Kawat putus saat memotong	4
7.	<i>Alarm Error</i>	4
Total Kerusakan		18

Dari data di atas klasifikasi jenis kerusakan menjelaskan kerusakan apa saja yang pernah terjadi pada mesin *wirecut* yang di dapat dari tabel riwayat kerusakan, lalu dibuat pengelompokan jenis kerusakan yang sering terjadi pada mesin *wirecut* MAKINO DU0 43 selama periode 2014-2017

Tabel 1.3 Jenis Kerusakan yang sering terjadi

No.	Jenis Kerusakan	Frekuensi Kerusakan	Persentase
1	Kawat	8	44,5 %
2	Kebocoran	4	22,2 %
3	<i>Alarm</i>	4	22,2 %
4	Lain – lain	2	11,1 %
Total Kerusakan		18	100 %

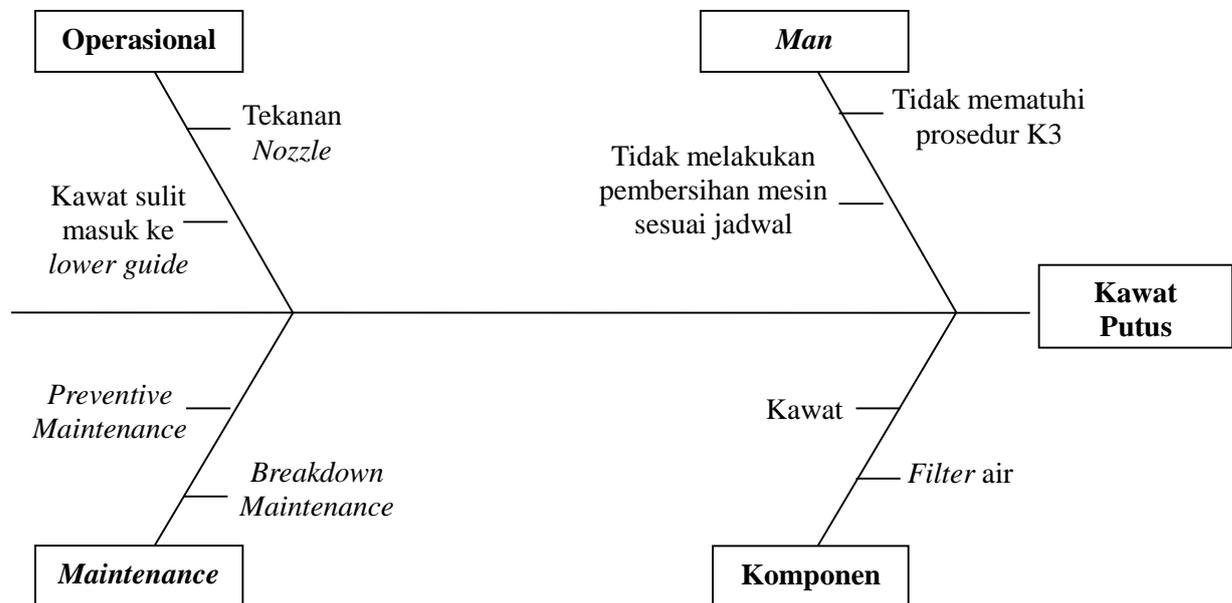
Diagram Pareto



Gambar 3.1 Diagram Pareto

Analisis Kerusakan

Dari data diagram pareto di atas yang menjelaskan tentang frekuensi jenis kerusakan yang sering dialami mesin *wirecut*, didapat klasifikasi jenis kerusakan yang paling sering terjadi pada *wirecut* adalah kawat. Frekuensi kerusakan pada kawat terjadi sebanyak 8 kali selama periode 2014 sampai 2017 dengan persentasenya sebanyak 44,5% untuk seluruh kerusakan. Untuk itu dilakukan analisa kerusakan menggunakan diagram sebab-akibat (*Fish Bone*) untuk mengetahui penyebab dari putusnya kawat pemotong ini dan mencari akar dari masalahnya.



Gambar 3.2 Diagram Fish Bone

1.4 Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan data klasifikasi jenis kerusakan yang sering terjadi di mesin *wirecut* didapatkan ada 4 jenis kerusakan yang sering terjadi yaitu kawat, kebocoran, alarm, dan lain-lain. Persentase kerusakan dari ke 4 jenis kerusakan yang sering terjadi yaitu, 44,5%; 22,2%; 22,2%; 11,1%.

1.5 Daftar Pustaka

- [1] Agie Charmilles, *High Precision Wirecut EDM User's Manual Version 02.05*
- [2] Agie Charmilles, *High Precision Wirecut EDM User's Manual Version 03.01*
- [3] Behrens, A, *New Arc Detection Technology for Highly Efficient Electro Discharge Machining*
- [4] www.Wikipedia.com, Electrical Discharge Machining
- [5] <https://elqorni.wordpress.com/2012/11/09/mengenal-analisis-fishbone/>
- [6] https://www.academia.edu/12237278/mesin_wear_cur

PERENCANAAN PERAWATAN BAN FORKLIFT DIESEL JENIS SOLID UNTUK
DRIVE WHEEL DAN STEERING WHEEL DI PT.XRiza Arif Sutejo¹, M.Zakinura²,

Politeknik Negeri Jakarta Jl.Prof, Dr,G,A, Siwabessy, Kampus UI Depok 16425

Rizaarif33@gmail.com**ABSTRAK**

Ban forklift adalah salah satu bagian yang paling penting dari forklift, karena ban adalah apa yang membuat forklift berjalan lancar menyusur lantai. Ada banyak jenis ban forklift yang dapat ditemukan, dan ban masing-masing memiliki penggunaan khusus. Untuk mengetahui jenis ban apa yang dibutuhkan untuk forklift tersebut, sangat penting untuk mengetahui penggunaan forklift di suatu industri

Adapun tujuan dari penelitian yang dapat diberikan adalah menganalisa kerusakan pada ban drive wheel dan steering wheel pada forklift yang ada di PT.X karena kerusakan pada ban tersebut tidak sesuai dengan lift time yang ada di PT.X untuk pergantian ban yang sesuai dengan jadwal yang tertera.

Berdasarkan analisis yang dilakukan atas wawancara yang mendalam terhadap teknisi yang melakukan perawatan dan perbaikan forklift tersebut serta metode pengamatan yang dilakukan maka dapat disimpulkan kerusakan ban tersebut disebabkan oleh salah satu faktor yaitu : faktor lantai yang rusak dan tidak standart di dalam suatu industri pada saat forklift beroperasi, yang mengakibatkan ban forklift cepat rusak dan harus diganti tidak sesuai dengan jadwal lift time yang ada di PT.X.

Kata Kunci : forklift, ban drive wheel dan steering wheel, lantai yang rusak

ABSTRACT

Forklift tires are one of the most important parts of a forklift, because the tires are what keeps the forklift running smoothly along the floor. There are many types of forklift tires that can be found, and each tire has a special use. To know what type of tire is required for the forklift, it is very important that it should know the use of forklifts in an industry

The purpose of the research that can be given is to analyze the damage on the wheel drive and steering wheel on the forklift in PT.X because the damage to the tire is not in accordance with the elevator time in PT.X for tire changes in accordance with the schedule shown .

Based on the analysis conducted on in-depth interviews to technicians who perform maintenance and repair forklifts and observation methods that can be concluded tire damage is caused by one factor that is: floor factor is broken and not standart in an industry when forklift operate , Which resulted in fast forklift tires damaged and should be replaced not in accordance with the existing elevator time schedule in PT.X.

Keywords: Forklift, tire drive wheel and steering wheel, broken floor

1.1 Latar Belakang

Kendaraan forklift merupakan salah satu kendaraan alat angkut yang memiliki fungsi untuk memindahkan dan mengangkat barang dari tempat satu ke tempat yang lainnya, ada beberapa banyak jenis forklift salah satunya adalah forklift diesel. Forklift diesel adalah jenis forklift yang menggunakan bahan bakar solar yang mempunyai 4 ban, ban yang depan disebut drive wheel dan ban belakang disebut steering wheel, dan kendaraan forklift tersebut biasanya beroperasi di dalam ruangan atau lebih tepatnya di gunakan di sebuah gudang industri. Salah satu komponen forklift yang paling penting adalah ban karena ban adalah apa yang membuat forklift berjalan lancar menyusur tanah. Ada banyak jenis ban forklift yang dapat di temukan, dan ban masing-masing memiliki penggunaan khusus salah satunya ban solid atau ban mati. Untuk mengetahui jenis ban apa yang dibutuhkan untuk forklift, sangat penting bahwa untuk mengetahui tujuan dari ban tersebut. Jenis yang paling umum digunakan ban forklift yang standar. Ini adalah bentuk sempurna untuk bekerja dalam ruangan atau operasi dalam gudang, karena ban memberikan pegangan yang sangat baik pada permukaan beton yang halus. Ban dirancang untuk bekerja dalam ruangan, sehingga ban tidak akan tahan jika ban digunakan dalam situasi kasar atau di luar ruangan. Ban standar di sisi lain, jauh lebih tahan lama dan digunakan untuk forklift diesel. Ban karet (Ban Solid) padat juga dibuat untuk tahan lama, tetapi ban dibuat benar-benar padat bukannya diisi dengan udara seperti ban pada umumnya. Tidak ada risiko ban kehilangan udara dengan ban karet padat, karena tidak ada udara bocor keluar. Seperti karet padat hanya memiliki begitu banyak elastisitas. Ban dirancang untuk bertahan selama bertahun tahun, tetapi perawatan masih akan digunakan untuk memastikan bahwa ban forklift berlangsung selama mungkin. Permasalahan dilapangan adalah ban rusak dan diganti tidak sesuai dengan lift time yang tertera karena beberapa faktor salah satunya adalah faktor lantai yang kurang bagus dan memiliki banyak sambungan di lantai tersebut.

Oleh karena itu pada tugas akhir ini saya akan mencari penyebab utama pada salah satu contoh kerusakan ban steering wheel dan drive wheel pada alat angkut forklift dan membuat jadwal perawatan dan perbaikan forklift yang dilengkapi dengan SOP pembongkaran, perawatan, dan pemasangan pada ban forklift tersebut.

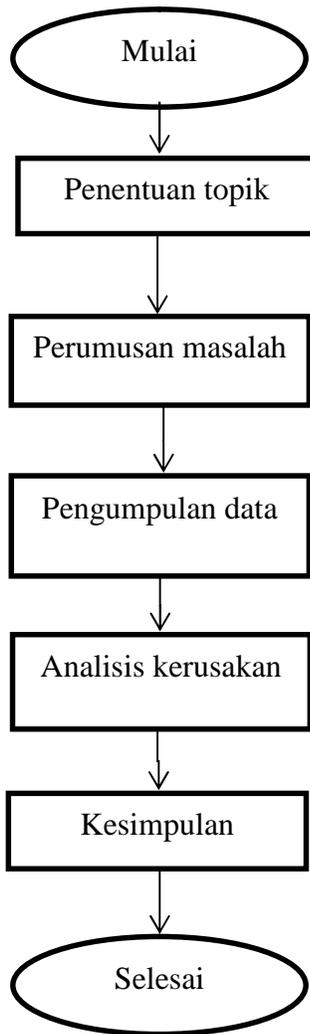
1.1.1 Perumusan Masalah

-) Bagaimana cara menemukan penyebab pada salah satu contoh kerusakan pada ban forklift drive wheel dan steering wheel
-) Bagaimana cara menyusun jadwal yang tepat untuk pergantian ban steering wheel dan drive wheel setiap 4300 jam pada saat forklift beroperasi terus menerus

1.1.2 Tujuan

-) Dapat mengetahui jenis ban yang cocok untuk forklift diesel pada saat beroperasi
-) Dapat mengetahui jadwal untuk pergantian ban forklift sesuai dengan lift time
-) Dapat mengetahui kerusakan yang terjadi pada ban forklift diesel *drive wheel* dan *steering wheel*

1.2 Diagram Alir Penelitian



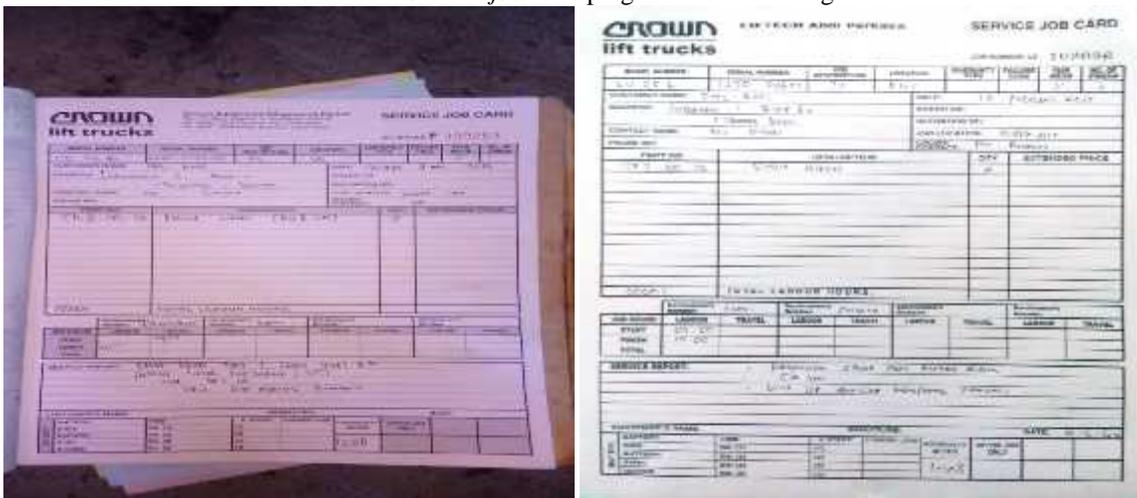
Gambar.1 Diagram Alir Penelitian

1.3 Hasil dan Pembahasan

- Penentuan topik : Menentukan topik yang harus dibahas untuk bisa menganalisa kerusakan kerusakan yang ada agar bisa memperbaiki kerusakan tersebut dengan baik dan benar
- Perumusan masalah : Bagaimana cara menemukan penyebab pada salah satu contoh kerusakan pada ban forklift *drive wheel* dan *steering wheel*
- Pengumpulan data : Pengumpulan data dilakukan dengan melihat *service job card* yang ditulis oleh teknisi pada saat selesai melakukan pergantian ban



Gambar.2 *Service job card* pergantian ban steering wheel



Gambar.3 *Service job card* pergantian ban drive wheel

Analisa kerusakan : salah satu kerusakan yang terjadi pada ban adalah faktor rantai yang kurang bagus dan banyaknya sambungan pada rantai yang mengakibatkan ban cepat rusak dan harus diganti tidak sesuai dengan lift time yang tertera



Gambar.4 Jenis rantai kurang bagus dan banyak sambungan



Gambar.5 Jenis rantai bagus yang memakai fiber coating dan beton halus

1.4 Kesimpulan

1. Forklift diesel memakai ban jenis solid/ban mati pada saat beroperasi
2. Terjadi pergantian ban forklift diesel *drive wheel* dan *steering wheel* tidak sesuai dengan *lift time* yang tertera
3. Salah satu penyebab kerusakan ban yaitu rantai yang rusak yang tidak sesuai dengan standar gudang yang mempunyai banyak sambungan dan mengakibatkan ban forklift jenis diesel rusak

1.5 Daftar Pustaka

- [1] <http://liftech.co.id/>
- [2] liftech.co.id/company-overview/
- [3] [*psrt crown*](#)
- [4] [*manual book forklift crown*](#)

PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN *FIN FORMING GSR* *11.5D DNTH* PADA PT X

Robby Antonius Purwadi¹, Dewin Purnama²

Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425

rantoniusp@yahoo.com

Abstrak

Mesin *Fin Forming 11.5D DNTH* adalah mesin custom buatan Denso Thailand yang memproduksi sirip-sirip pendingin pada radiator mobil Avanza, Xenia, Yaris. Mesin ini mencetak bentuk sirip menggunakan roda gigi dan ulir pencetak, dan memotong menggunakan cutter sampai keluar menjadi fin utuh. Seperti mesin lainnya, mesin *FF 11.5D DNTH* ini pun butuh preventive maintenance di mana perawatan ini berguna untuk menjaga kondisi dan performa mesin tetap baik. Permasalahan yang terjadi saat ini adalah mesin tersebut masih baru dan belum memiliki sistem preventive maintenance yang baik seperti mesin lainnya, hanya jadwal preventive maintenance untuk setahun sekali secara keseluruhan dan menu service. Item komponen yang dicek di menu service hanya beberapa saja seperti filter fan, jalur fin, ball screw, dll. Komponen sisanya hanya diperbaiki jika breakdown saat fin yang dihasilkan sudah NG (No Good), di mana mengganggu proses produksi dan menurunkan keuntungan. Perlu dilakukan perawatan pada komponen lainnya secara keseluruhan Preventive maintenance ini dikhususkan pada komponen pembuat fin model D96G. Diharapkan dengan dibuatnya sistem preventive maintenance ini, kegiatan perawatan yang dilakukan bisa lebih baik dan lebih teratur. Lebih dari itu, diharap bisa meminimalkan waktu breakdown dan mengurangi jumlah produk NG akibat part/komponen yang harus diperbaiki saat proses produksi berlangsung.

Kata kunci : preventive maintenance, custom, breakdown, no good

Abstract

Fin forming 11.5D DNTH machine is custom machine made by Denso Thailand that produces cooling fins in cars radiator Avanza, Xenia, Yaris. This machine forms fin shape using gear and forming worm, and cuts using cutter until becomes intact fin. Like other machines, FF machine 11.5D DNTH yet needs preventive maintenance which is this maintenance used for maintain machine condition and performance to keep good. Problem that occurs right now is the machine is still new and doesn't have good preventive maintenance just like other machines, only preventive maintenance schedule for annual by machine overall and menu service. Component item which is checked in menu service only a few such as filter fan, fin lane, ball screw, etc. The rest of component only repaired when breakdown when the produced fin is NG (No Good), which is disturbing production process and decrease profit. Need to do a maintenance for other components entirely. This preventive maintenance especially for fin model D96G maker component. Hopefully by the making of this preventive maintenance system, maintenance activity can be better and more scheduled. More than that, it could minimize breakdown time and decrease NG products because of part/component that has to be repaired when the production process is running.

keywords : preventive maintenance, custom, breakdown, no good

1.1. Latar Belakang

Mesin fin forming adalah mesin *custom* khusus untuk memproduksi sirip radiator mobil. Mesin ini hanya ada dan untuk kepentingan di PT X. Mesin ini mengolah bahan mentah berupa lembaran aluminium lalu dibentuk menjadi sirip-sirip radiator.

Mesin fin forming ini terdiri dari beberapa mekanisme dan sistem transmisi. Uncoiler untuk tempat gulungan lembaran aluminium. Accumulator yang menggunakan beberapa roller untuk menarik lembaran aluminium. Louver forming roller untuk membentuk lubang pada sirip. Fin shorten untuk memperpendek lekukan sirip. Sizing worm untuk mengatur pitch sirip.

Mesin ini digerakkan secara otomatis dengan pemrograman PLC. Sehingga operator harus tetap sigap karena mesin ini berjalan terus-menerus. Mesin fin forming ini menggunakan pelumas untuk menjaga suhunya tetap stabil dan mencegah keausan komponen.

Mesin fin forming membutuhkan pemeliharaan yang baik agar kerusakan yang dialami minim dan tidak mengganggu proses produksi. Untuk itu, penulis melakukan analisa berdasarkan history kerusakan dan membuat jadwal preventive maintenance yang baik dan benar

1.2. Metode Penelitian

Metode observasi : Metode observasi dilakukan untuk mendapatkan data motor listrik yang digunakan

Analisa data : Analisa history maintenance yang telah dilakukan

1.3. Hasil dan Pembahasan

Hasil observasi (data lapangan) motor listrik pada mesin fin forming 11.5D DNTH adalah sebagai berikut:

- Uncoiler: Mitsubishi rotary servo motor HG-KN13
- Accumulator: Mitsubishi MELSERVO-J3 series linear servo
- Fin shorten : Mitsubishi MELSERVO-J3 series linear servo
- Sizing worm: Mitsubishi MELSERVO-J4 series linear servo

1.4. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat sementara adalah kecepatan dan beban dari motor listrik sebagai sumber tenaga utama, harus diukur untuk bisa memprediksi keausan pada tiap komponen. Ditambah data dari history kerusakan yang ada untuk membuat jadwal preventive maintenance yang baik.

PERANCANAAN PERAWATAN PREVENTIVE KOMPRESOR SEKRUP KAESER BSD 72 DI PT.X

Ricko Dwi Juliyanto, Jauhari Ali

Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. GA. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425 Depok
rickodj.22@gmail.com

ABSTRAK

PT.X bergerak di bidang manufaktur, untuk melakukan proses produksinya PT. X menggunakan mesin CNC. Dalam proses pencekaman tools pada chuck menggunakan sistem pneumatik dengan udara bertekanan yang di suplai oleh kompresor sekrup. Permasalahan yang di alami oleh kompresor sekrup ini adalah kerusakan wearing parts pada air dryer yang menyebabkan kompresor tidak dapat membuang air condensate yang terkandung pada tanki. Kerusakan wearing parts pada air dryer disebabkan oleh usia pemakaian. Permasalahan berikutnya adalah belum tersedianya jadwal pemeliharaan yang dilengkapi dengan SOP (Standard Operating Procedure).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat jadwal pemeliharaan kompresor dengan metode gantt chart yang dilengkapi dengan SOP dan analisa penyebab utama kerusakan menggunakan diagram fishbone pada wearing parts.

Dengan adanya jadwal pemeliharaan yang dilengkapi dengan SOP serta pelaksanaan yang konsisten dan rekomendasi analisa penyebab utama kerusakan menggunakan diagram fishbone pada wearing parts, maka kerusakan wearing parts pada air dryer dapat dihindari.

Kata kunci : Diagram fishbone, jadwal pemeliharaan, kompresor sekrup, SOP

ABSTRACT

PT. X engaged in manufacturing, to make the process of production of PT. X using CNC machine. In the process of clamping the tools on the chuck using a pneumatic system pressurized air supplied by the compressor screw. The problem experienced by the compressor now is damage to the wearing parts on air dryer that cause compressor can not throw condensate contained in the tank. Damage to the wearing parts on air dryer caused by lifetime. The next major issue is the unavailability of a maintenance schedule that comes with the SOP (Standard Operating Procedure)

This study attempts to make a schedule maintenance of the compressor with the methods gantt the chart incorporating SOP and root cause failure analysis using fishbone diagram in wearing parts.

By the presence of a maintenance schedule incorporating SOP as well as consistent implementation and recommendation from root cause failure analysis using fishbone diagram in wearing parts, then the wearing parts failure can be avoided

Keywords : fishbone Diagram, Maintenance schedule, Screw compressor, SOP

1.1 LATAR BELAKANG

Kompresor merupakan sistem yang berfungsi sebagai pemampat atau pengompresi udara untuk menghasilkan udara bertekanan tinggi. Di PT.X mempunyai 2 buah jenis kompresor dengan jenis yang berbeda salah satunya kompresor Kaeser BSD 72, jenis kompresor yang digunakan yaitu kompresor sekrup (*screw compressor*). Udara bertekanan tinggi berfungsi untuk melakukan proses pencekaman tools dan benda kerja pada bagian mesin CNC yang menggunakan sistem pneumatik dengan hasil udara bertekanan yang telah dikompresi dan disuplai oleh kompresor sekrup

Pada tanggal 23 Januari 2017 terjadi kerusakan pada salah satu komponen kompresor, wearing parts yaitu bocornya diafragma pada *air dryer* akibat *lifetime* atau umur pakai sudah melewati batas

opersai yang direkomendasikan selama 8760 jam *wearing parts* harus diganti tetapi selama 33000 jam *wearing parts* baru melakukan penggantian.

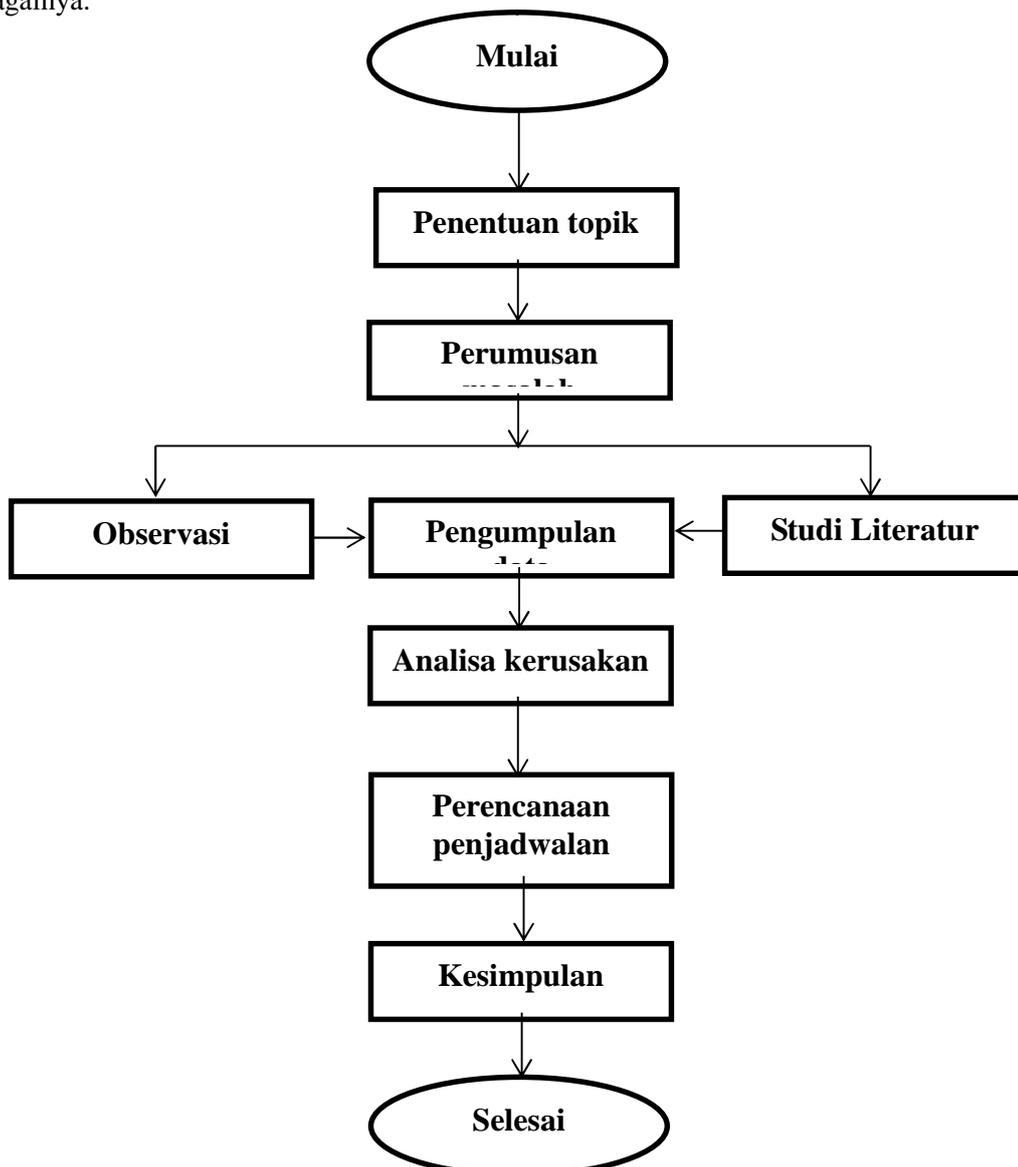
Sistem Perencanaan perawatan preventive kompresor yang belum terjadwal pun menjadi kendala atau penyebab tidak terlaksananya penggantian komponen pada kompresor dan perawatan pencegahan, dimana terdapat prosedur – prosedur perawatan preventive yang belum terlaksana oleh teknisi maintenance dalam mengerjakan suatu pekerjaan perawatan, yang mengakibatkan kinerja kompresor menurun. Setiap pekerjaan perawatan dan perbaikan membutuhkan suatu manajemen perawatan yang tepat agar proses pekerjaan perawatan dan perbaikan dapat berjalan dengan baik.

Penelitian ini bertujuan agar pemeliharaan preventive kompresor pada PT.X dapat terencana sesuai dengan jadwal pemeliharaan yang dibuat dan bertujuan agar pemeliharaan kompresor dapat dilaksanakan sesuai dengan *Standard Operating Procedure*.

1.2 Metodologi

Penyusunan makalah tugas akhir ini menggunakan metode studi kasus. Metode studi kasus merupakan penelitian yang dilakukan terhadap suatu aspek tertentu yang telah ditentukan. Hasil penelitian yang diperoleh dengan metode ini tidak dapat digeneralisasikan, tetapi nilai khusus (*spesification value*) dari penelitian itu sendiri

Metode pendekatan penelitian jenis studi kasus ada beberapa tahapan yang dilakukan diantaranya penentuan topik ; perumusan masalah ; observasi ; studi pustaka ; pengumpulan data; dan sebagainya.



Gambar 1.1 Flow chart pelaksanaan TA

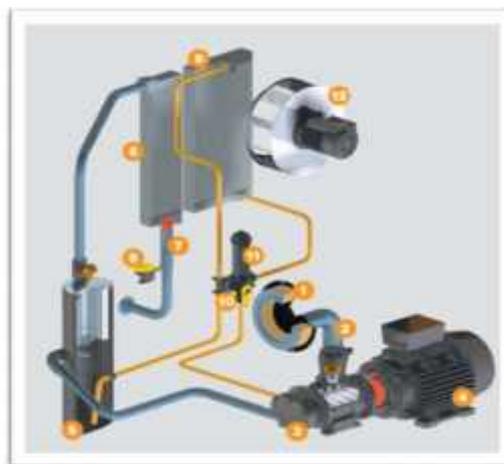
1.3 Hasil dan Pembahasan

A. Data Hasil Penelitian

Kompresor yang digunakan dalam objek analisa penyebab utama kerusakan komponen dan pembuatan perencanaan perawatan ini adalah kompresor sekrup Kaeser BSD. Adapun data teknis dari kompresor tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Jenis kompresor : *Rotary helical – screw air compressor*
- b. Type Penggerak : *Male and female rotor*
- c. Kapasitas kompresor : 7.0 [m³] / [min]
- d. *Working pressure* : 7.5 [bar]
- e. *Max work pressure* : 8.0 [bar]
- f. *Motor roted power* : 37 [KW]
- g. Dimensi (W x D x H) : 1530 x 1005 x 1700 [mm]

Menurut cara kerja kompresor sekrup Kaeser BSD 72, motor berputar untuk menghisap udara bertekanan yang masuk melalui saringan udara kemudian udara bertekanan yang masih tercampur oleh oli dikompresikan oleh screw untuk melalui pemisah udara dan oli (Fluid separator tank) oli yang terpisah kemudian didinginkan pada heat exchanger yang kemudian bersirkulasi kembali pada screw compressor melalui filter oli. Udara bertekanan yang telah terpisah dari oli kemudian diturunkan suhunya pada heat exchanger yang kemudian udara bertekanan dikeringkan kadar condensate pada air dryer agar udara bertekanan tidak mengandung air sebelum digunakan pada mesin – mesin yang digunakan.



Gambar 1.2 Prinsip Kerja Kompresor Kaeser BSD 72

Kasus yang terjadi pada kompresor sekrup kasesr BSD 72 di PT.X adalah air dryer tidak dapat berfungsi untuk membuang condensate (kandungan air) pada udara bertekanan yang mengandung (tagma) air tidak dapat berfungsi.

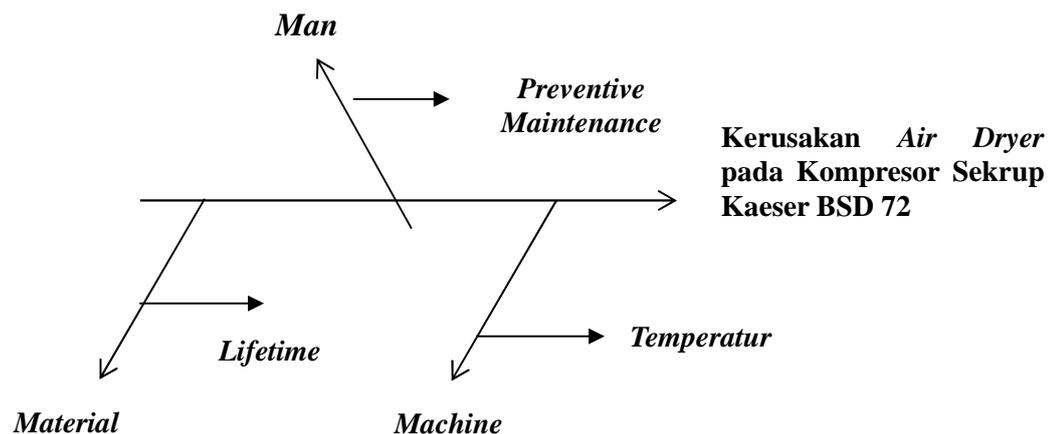


Gambar 1.3 *Housing Air Dryer*

Gambar 1.4 Diafragma

B. Analisa Kerusakan

Dari data penelitian yang didapat maka penyebab kerusakan air dryer pada kompresor Sekrup Kaeser BSD 72 sebagai berikut :



Gambar 1.5 Fishbone diagram

faktor terjadinya kerusakan pada air dryer :

a. Man

➤ Preventive Maintenance

Kegiatan pemeliharaan rutin atau preventive maintenance untuk kompresor Kaeser BSD 3708 di PT.X dikatakan masih belum berjalan maksimal. Karena sering kali teknisi maintenance menunggu komponen rusak terlebih dahulu kemudian teknisi maintenance baru akan melakukan penggantian sparepart dan melakukan kegiatan preventive. Sehingga dapat mengakibatkan rusaknya komponen vital pada kompresor seperti wearing parts pada *air dryer*.

b. Machine

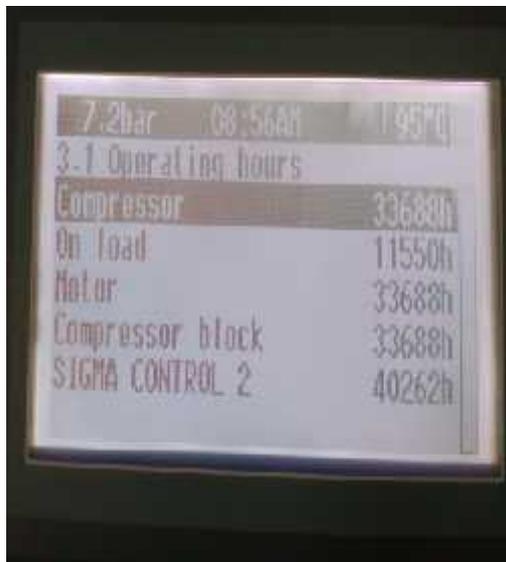
➤ Temperatur

Kenaikan temperatur menjadi salah satu penyebab kerusakan wearing parts pada *air dryer* karena semakin tinggi temperatur, maka semakin berkurang juga kekuatan material wearing parts tersebut. Maka dari itu, pelumasan pada sistem kerja kompresor harus tetap stabil agar temperatur pun tetap normal dan stabil

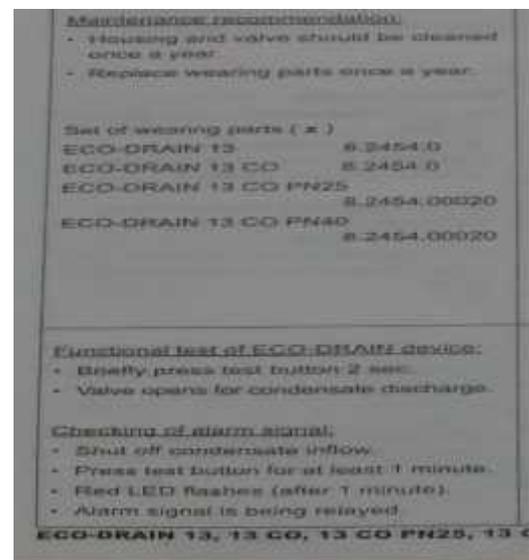
c. Material

➤ Lifetime

Lifetime juga dapat menjadi salah satu faktor penyebab rusaknya *wearing parts* pada *air dryer*. karena *wearing parts* yang selama ini digunakan telah melewati lifetime atau umur pakainya. umur pakai standar yang dianjurkan oleh perusahaan pembuat *air dryer* yaitu selama satu tahun atau 8760 jam, tetapi aktualnya *air dryer* dipakai sampai 33000 jam. Sehingga *air dryer* bisa mengalami kebocoran, korosi, crack, fatigue dan lain-lain.



Gambar 1.6 Running Kompresor

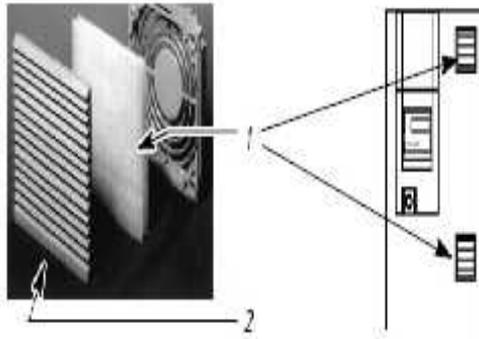


Gambar 1.7 Data rekomendasi perawatan

BAGIAN PEMELIHARAAN	KEGIATAN PEMELIHARAAN	PERIODE K PEMELIHARAAN	EULAN																							
			JULI				AGUSTUS				SEPTEMBER				OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pelumasan	Periksa level oli	Harian																								
	Periksa kebocoran & Suara abnormal	Harian																								
	Ganti filter oli	6000 jam																								
	Ganti oli	9000 jam																								
Filter Udara	Bersihkan filter udara	300 jam																								
	Ganti filter udara	5000 jam																								
	Bersihkan filter matt	800 jam																								
Air Dryer	Buang condensate pada tanki	Harian																								
	Bersihkan housing	800 jam																								
	Ganti wearing parts	9000 jam																								
Motor	Cleaning	150 jam																								
	Tambahkan grease	2000 jam																								
	Ganti motor bearing	20000 jam																								
Separator Udara/Oli	Bersihkan dan ganti separator	6000 jam																								
Selang Flexible Houses	Penggantian Flexible	9000 jam																								
Pressure Relief Valve	Penggantian relief valve	9000 jam																								
Set of Valve	Valve inspection	12000 jam																								
Fan Bearing	Penggantian Fan Bearing	12000 jam																								
Coupling	Cleaning	150 jam																								
	Tambahkan grease	2000 jam																								
	Pemeriksaan coupling	3000 jam																								

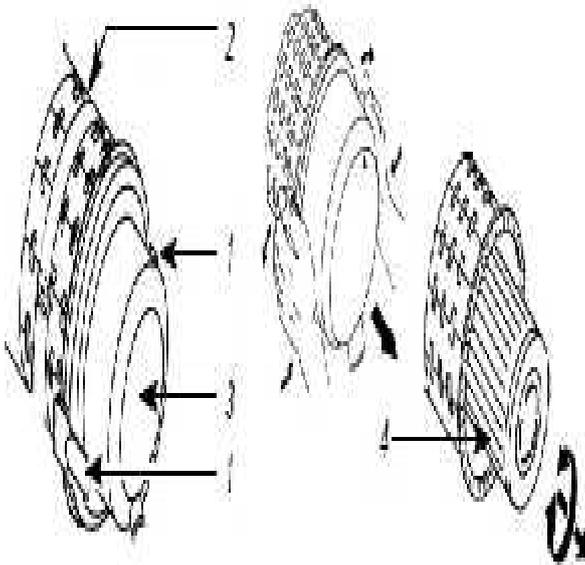
D. Standar Operasional Prosedur

1. *Cleaning Filter matt*



-) Tools yang dibutuhkan :
Obeng (-) , majun , Udara bertekanan
-) Lepas case filter matt (1) menggunakan obeng minus
-) Bersihkan Filter matt menggunakan udara bertekanan
-) Bersihkan case filter matt dan housing filter menggunakan udara bertekanan dan majun .
-) Pasang kembali filter dan case filter

2. *Cleaning Air Filter*



- Untuk melepas air filter**
-) Buka snap fastener (1) dari dust cap (3) dan lepas dust cap (3)
-) Bawa dust cap filter ketempat yang mempunyai cukup pencahayaan
-) Lepas dan keluarkan filter cartridge (4)
-) Bersihkan air filter housing, dust cap ,dan air filter dengan udara bertekanan yang kurang dari 5 bar

- Untuk memasang air filter**
-) Masukan dan pasang air filter pada housing air filter
-) Pasang dust cap air filter
-) Pasang snap fastener

1.4 Kesimpulan

-) Kerusakan air dryer pada kompresor disebabkan oleh kebocoran diafragma yang telah melewati batas umur pakai pemakaian lifetime, diafragma harus diganti selama satu tahun sekali tetapi pada PT.X diafragma dipakai hingga 33668 jam.
-) Penyusunan jadwal pemeliharaan Kompresor sekrup Kaeser BSD 72 berdasarkan kartu riwayat mesin dan manual book Kompresor.
-) Penyusunan SOP berdasarkan manual book kompresor sekrup Kaeser BSD 72.

1.5 Daftar Pustaka

- Ansori, Nachnul, 2013, Sistem Perawatan Terpadu, Graha ilmu, Yogyakarta
- Kurniawan Fajar, 2013, Manajemen Perawatan Industri Teknik dan Aplikasi, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Manual Book Screw Compressor Kaeser BSD 72 , *Instalation Operation and Manitenance*
- Manual Book Kaeser ECO-Drain 31, *Instalation Operation and Maintenance*
- Sularso. Haruo Tahara, 1994, Pompa dan Kompresor,

PERENCANAAN PEMELIHARAAN *CLUTCH AND BRAKE* PADA MESIN *PRESS KOMATSU*

Hady Sofian, Hamdi Andy

Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, hadysofian46@gmail.com

Abstrak

Mesin press adalah mesin yang dipakai untuk memproduksi barang-barang sheet metal menggunakan satu atau beberapa press dies dengan meletakkan sheet metal diantara upper dies dan lower dies. Mesin press dan sistem mekanismenya akan menggerakkan slide (ram) yang diteruskan ke press dies dan mendorong sheet metal sehingga dapat memotong serta membentuk sheet sesuai dengan fungsi press dies yang digunakan. Jenis mesin press yang digunakan pada industri dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis tenaga penggerak dari slide yaitu mesin press mekanik dan mesin press hidrolis.

Perbedaan utama antara mesin press mekanik dan hidrolis terletak pada mekanisme penggerak turun-naik dari slide (ram) mesin press tersebut. Gerakan turun-naik dari slide (ram) mesin press mekanik dengan mekanisme crank shaft, eccentric shaft, cam dan knuckle. Sedangkan gerakan turun-naik slide (ram) mesin press hidrolis digerakkan langsung oleh gerakan piston silinder dari sistem hidrolis. Dari perbedaan tersebut tentu terdapat konstruksi clutch-brake dimana salah satu bagian mesin yang digunakan untuk menghubungkan poros penggerak terhadap poros yang digerakkan yang dapat dijalankan atau dihentikan sewaktu-waktu tanpa menghentikan poros penggerak. Dengan adanya clutch and brake jadi mampu mentransmisikan daya sepenuhnya dari poros dan mengurangi kesalahan hubungan pada poros.

Penulisan ini dilakukan berdasarkan gangguan kerusakan yang pernah terjadi pada clutch and brake yang menyebabkan gangguan pada mesin. Agar tidak terjadinya kembali gangguan kerusakan pada clutch and brake lakukanlah inspeksi secara berkala agar bagian-bagian tertentu dapat diketahui fisiknya, lakukan pengujian untuk menentukan pemakaian dan mendeteksi kerusakan mesin, lakukan servicing secara periodik dan instalasi yang baik dan benar.

Kata Kunci : penyebab kerusakan clutch brake, preventive maintenance untuk clutch brake

Abstract

A press machine is a machine used to produce sheet metal goods using one or more press dies by placing a sheet metal between upper dies and lower dies. The press machine and its mechanism system will move the slide (ram) forwarded to the cut and form the sheet according to the function of the press dies used. The type of press machine used in the industry can be classified based on the type propulsion of the slide that is mechanical press machine and hydraulic press machine.

The main difference between a mechanical and hydraulic machine lies in the up and down driving mechanism of the slide (ram) of the press machine. Movement up and down from slide (ram) mechanical press machine with crank shaft, eccentric shaft, cam and knuckle. while the slide motion (ram) hydraulic press machine is driven directly by the cylinder piston movement of the hydraulic system. With the clutch and brake so capable of transmitting power completely from the shaft and reducing errors in the relationship of the shaft.

This writing is done based on the disturbance that ever happened to the clutch and brake causing interference on the machine. So as not to reoccurrence of damage disturbance to the clutch and brake do inspection regularly so that certain parts can be known physically, do the testing to determine the use and detect damage to the machine, do servicing periodically and installation is good and correct.

KeyWord: cause of clutch brake damage, preventive maintenance for clutch brake

1. STRUKTUR MAKALAH

1.1 Pendahuluan/Latar Belakang

PT X merupakan salah satu industri besar ternama yang bergerak di bidang elektronik rumah tangga. Pembuatan atau perakitannya menggunakan mesin-mesin besar dan berat. Salah satu mesin yang biasa digunakan industri tersebut adalah mesin *press KOMATSU* yang ada di salah satu departemen lemari es. Mesin *press KOMATSU* adalah mesin yang dipakai untuk memproduksi barang-barang *sheet metal* menggunakan satu atau beberapa *dies* dengan meletakkan *sheet metal* diantara *upper dies* dan *lower dies*. Mesin *press* dan sistem mekanismenya akan menggerakkan *slide (ram)* yang diteruskan ke *press dies* dan mendorong *sheet metal* sehingga dapat memotong (*cutting*) serta membentuk (*forming*) *sheet metal* tersebut sesuai dengan fungsi *press dies* yang digunakan. Ketelitian dari produk yang dihasilkan akan sangat tergantung oada kualitas dari *press dies* dan *sheet metal*,

tetapi kecepatan produksi tergantung pada kecepatan turun naik dari *slide* (ram) dari mesin *press* atau sering disebut *SPM stroke per minute*. jenis mesin *press* yang digunakan pada industri dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis tenaga penggerak dari *slide*, yaitu mesin *press* mekanik dan mesin *press* hidrolik. Kinerja mesin *press* diukur dari berbagai faktor yang pilihannya tergantung pada kebutuhan industri yang akan menggunakan dengan penekanan pada tujuan yang berbeda. Untuk membuat produk dengan ukuran dan proses tertentu diperlukan pilihan kapasitas mesin dan ukuran dari *slide* dan *bolster* mesin untuk mengikat cetakan (*press dies*) ukuran tertentu. Perbedaan utama antara mesin *press* mekanik dan hidrolik terletak pada mekanisme penggerak turun-naik dari *slide* (ram) mesin *press* tersebut. Gerakan turun-naik dari *slide* (ram) mesin *press* mekanik dengan mekanisme *crank shaft*, *eccentric shaft*, *cam* dan *knuckle*. Sedangkan gerakan turun-naik *slide* (ram) mesin *press* hidrolik digerakkan piston silinder dari sistem hidrolik. Dalam perbedaan tersebut tentu terdapat konstruksi *clutch and brake* yang merupakan salah satu bagian mesin yang digunakan untuk menghubungkan poros penggerak terhadap poros yang digerakkanyang dapat dijalankan atau dihentikan sewaktu-waktu tanpa menghentikan poros penggerak maka dari itu bagian mesin yang satu ini mempunyai peranan penting dalam menjalankan fungsinya sehingga harus diperhatikan pemeliharaan perawatannya untuk mencegah terjadinya gangguan dan kerusakan. *Clutch* atau kopling adalah alat yang digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan komponen yang digerakkan dari penggerak utama dalam sistem, sedangkan *brake* atau rem adalah alat yang digunakan untuk membawa sistem yang bergerak menjadi diam atau memperlambat laju atau mengendalikan laju pada nilai yang digunakan. Pada mesin *press KOMATSU* ini terdapat jenis *clutch brake* bertipe basah yang dipasang diruang berminyak dibagian atas mesin *press* yang lapisannya berdaya tahan tinggi yang tidak memerlukan penggantian melalui servis yang panjang akibatnya tidak ada mekanisme penyesuaian kopling khusus yang diperlukan untuk mengimbangi keausan. Selanjutnya unit *clutch brake* ini adalah unit kombinasi tipe gesekan piringan yang terdiri dari kopling tipe *spring releasing* dan rem tipe *spring loaded*. Baik kopling ataupun rem saling terhubung satu sama lain dan mampu melakukan penyesuaian waktu untuk mencegah tumpang tindih fungsional, mereka juga tidak memerlukan koneksi *rotary*. Saklar tekanan udara disediakan untuk memberi tanda berhenti darurat saat tekanan udara rem kopling turun dibawah tekanan operasi yang ditentukan. Berdasarkan latar belakang diatas akan dilakukan analisa penyebab gangguan kerusakan pada *clutch brake* dan bagaimana menemukan solusi penyebab gangguan kerusakan dengan tindakan *preventive maintenance* sebagai bentuk pencegahan. Penulisan Tugas Akhir ini bertujuan untuk:

1. Menganalisa penyebab gangguan kerusakan pada *clutch brake* tersebut.
2. Melakukan tindakan *preventive maintenance* terhadap *clutch brake*.

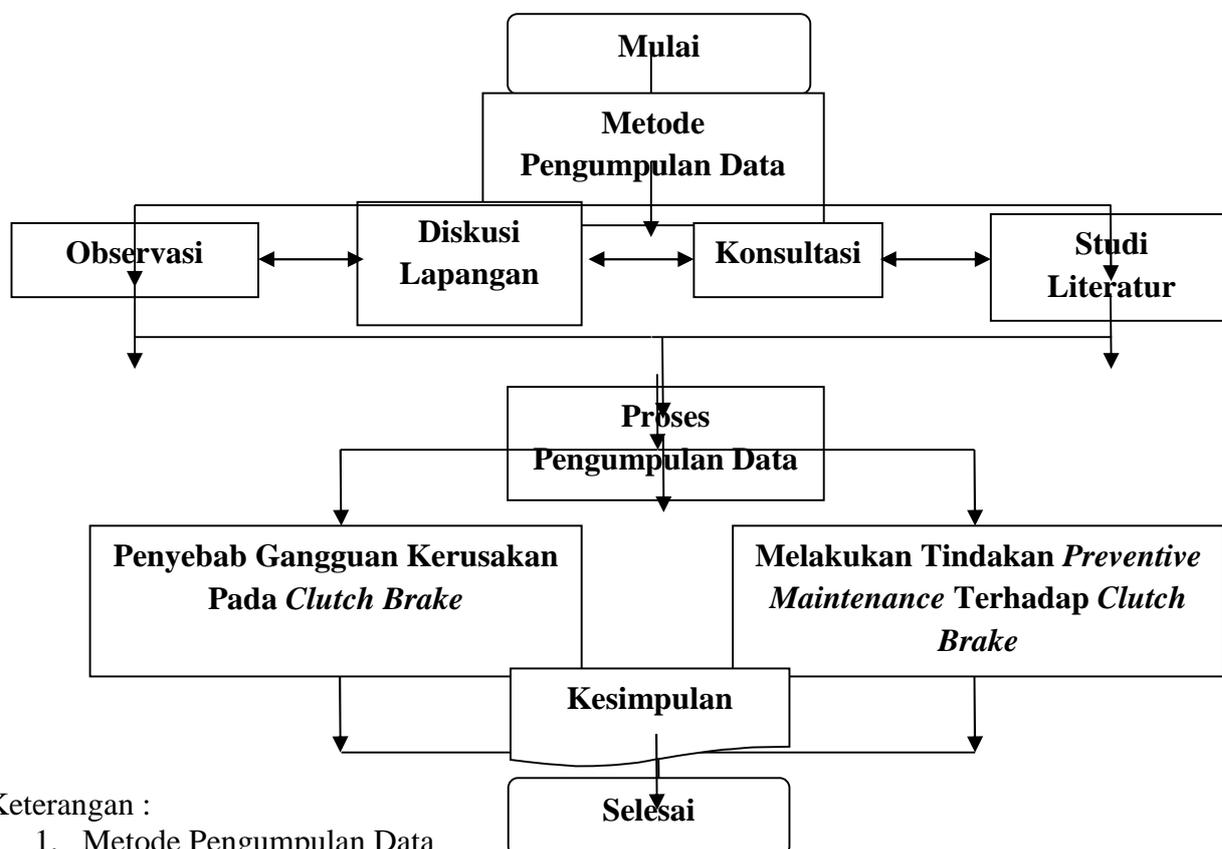
1.2 Tujuan dan Manfaat Tujuan

1. Dapat menganalisa penyebab gangguan kerusakan terhadap *clutch brake* pada mesin *press KOMATSU*.
2. Dapat melakukan tindakan *preventive maintenance* terhadap *clutch brake* pada mesin *press KOMARSU*.

Manfaat

1. Mengetahui penyebab gangguan kerusakan terhadap *clutch brake* pada mesin press.
2. Mengetahui tindakan-tindakan *preventive maintenance* apa saja yang harus dilakukan terhadap *clutch brake* pada mesin *press KOMATSU*

1.3 Metode Penelitian



Keterangan :

1. Metode Pengumpulan Data

Metode ini dilakukan dengan melihat, mengamati dan mempelajari langkah-langkah kerja yang dilakukan untuk mengatasi masalah-masalah yang ada pada mesin dan keluhan operator dalam menggunakan mesin tersebut dengan terjun langsung kelapangan atau area lini produksi.

2. Diskusi Lapangan

Melakukan dialog ataupun diskusi langsung dengan pembimbing dilapangan tentang permasalahan ini baik dengan *section chief*, *group chief*, *mekanik* termasuk dengan operator karena mereka orang-orang yang terlibat langsung dan mengetahui hal tersebut.

3. Konsultasi

Melakukan konsultasi dengan pihak industri lapangan dan dengan dosen pembimbing di kampus mengenai permasalahan pada mesin *press KOMATSU* yang berhubungan dengan unit *clutch and brake*.

4. Stdui Literatur

Mencari berbagai sumper pustaka dari perpustakaan di kampus, *manual book* (buku manual) Mesin *Press KOMATSU*, history mesin dan buku-buku lain yang berhubungan dengan permasalahan ini.

5. Teknik Pengumpulan Data

Pada tahap ini data-data yang telah didapatkan, dipelajari dan dikaji ulang supaya dapat diperoleh data yang mempunyai kesamaan atau kemiripan terhadap subjek yang sedang diteliti. Sehingga dalam penulisan ini data yang dipakai dapat benar-benar akurat.

Selanjutnya data-data tersebut dan dianalisa serta dijadikan sebagai bahan guna menyelesaikan masalah yang didapat dengan pembahasan dan penjelasan secara teliti, terperinci, jelas dan tersusun dengan baik dan rapi.

1.4 Hasil dan Pembahasan

Penyebab gangguan pada <i>clutch and brake</i>	Tindakan <i>preventive maintenance</i> terhadap <i>clutch and brake</i>
Pembongkaran yang salah pada kopling	Periksa piringan kopling, periksa o-ring dibagian <i>slide</i> , pegas, goresan, deformasi dan lain-lain.
Kondisi <i>half-enganged</i> dalam kopling	Lakukan pembongkaran terhadap kopling, periksa penyebabnya dan ganti kopling
Relay 34CR tidak menyala karena kesalahan pada relay pelepas kopling dan rem 38CR.39CR	Periksa <i>interlock</i> 38.CR.39Cr. Jika sudah tak layak ganti <i>relay</i> 38CR.39CR
Semua lampu indikator menyala kecuali lampu indikator "RUN". Jika tombol "RUN" ditekan tombol indikator akan menyala namun katup selenoid kopling rem tidak akan digerakkan penyebabnya karena terjadi kesalahan pelepas kopling rem 38CR.39CR tidak menyala	Periksa <i>interlock</i> 38CR.39CR. Jika sudah tak layak ganti <i>relay</i> 38CR.39CR

1.5 Kesimpulan

Dengan hasil dan pembahasan yang dibuat dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan adanya *clutch brake* pada mesin yaitu didapat bahwa *clutch* digunakan untuk menghubungkan atau memutuskan komponen yang digerakkan dari penggerak utama dalam sistem dan *brake* digunakan untuk membawa sistem yang bergerak menjadi diam atau memperlambat laju atau untuk mengendalikan laju pada nilai yang diinginkan
2. Dengan dilakukannya tindakan *preventive maintenance* terhadap salah satu komponen pendukung mesin yaitu *clutch and brake* maka dapat mencegah terjadinya gangguan kerusakan mesin *press KOMATSU*.

1.6 Daftar Pustaka

- [1] Panduan buku mesin press KOMATSU.LTD
- [2] Perbaikan_kopling_dan_komponen_komponennya

PERENCANAAN PENJADWALAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN CURING TIPE ALLWELL DI PT. X

Chandra Mufti, Dianta Mustofa

Mahasiswa Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, chandramufti@gmail.com

Abstrak

Mesin curing di pt.x berperan sebagai proses akhir untuk mematangkan atau memvulkanisir ban..durasi pemakaian mesin ini digunakan senin sampai jumat dan berhenti saat sabtu minggu. Karena pentingnya mesin tersebut, maka perlu adanya perawatan yang tepat serta teratur. Masalah yang terjadi pada pt.x adalah ketidaktepatan jadwal perawatan yang sesuai dengan kebutuhan mesin. Maka dari itu, pembuatan jadwal ini dirasa sangat penting dan berguna untuk mengetahui kapan saat yang tepat untuk komponen komponen pada mesin tersebut dilakukan perawatan, yang nantinya akan berdampak pada penurunan cost untuk biaya perawatan

Metode yang dilakukan untuk Penentuan jadwal pemeliharaan mesin menggunakan Reliability Centered Maintenance. data kegagalan mesin tahun (misal 2011-2012), dilakukan penelitian penyebab kegagalan mesin dari (jumlah) komponen kritis. Penelitian ini dilakukan dengan pengolahan data Mean Time Between Failure (MTBF) lalu perhitungan tingkat keandalan dan biaya pemeliharaan komponen sebelum dan sesudah penerapan Preventive Maintenance guna mendapatkan interval waktu bentuk pemeliharaan mesin curing tipe allwell . Kemudian dilakukan perencanaan Tahap Penjadwalan dimana pada tahap ini merupakan penjabaran hasil perencanaan kedalam waktu pelaksanaan pemeliharaan.

Didapat selisih biaya pemeliharaan sebelum dan sesudah penerapan Preventive Maintenance yaitu (Rp.). Maka dengan penerapan Preventive Maintenance biaya pemeliharaan mesin akan turun (persentase)

Kata kunci : Mesin Curing Allwell, Preventive Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Jadwal Pemeliharaan,

Abstract

Curing machine in pt.x is a last process for make a tube. This machine is on every Monday until friday and stop on weekend. Because of the importance of that machine, so there must be a correct and rapidly preventive maintenance. But pt.x has a problem that unfix schedule of preventive maintenance, the preventive is not compatible with needed machine. So the creation of this schedule is considered very important and useful for knowing when the right time for the engine components to do preventive maintenance, that would impact to decreased cost for maintenance cost

Schedule of preventive maintenance based on method reliability centered maintenance. For example we take a sample of failure in this machine (2011-2012), we do a research of failure analysis from number of critical component. This research is do with mean time between failure (MTBF) then calculate with reliability and cost that component before and after preventive maintenance for get an interval time of curing machine allwell type. Then we do a planning of schedule that in this part is explanation of the result of plan to time for do a maintenance

Obtained the difference maintenance costs before and after we do the preventive maintenance which is (rp.).So by the application of preventive maintenance, maintenance costs in this machine will be down (the percentage)

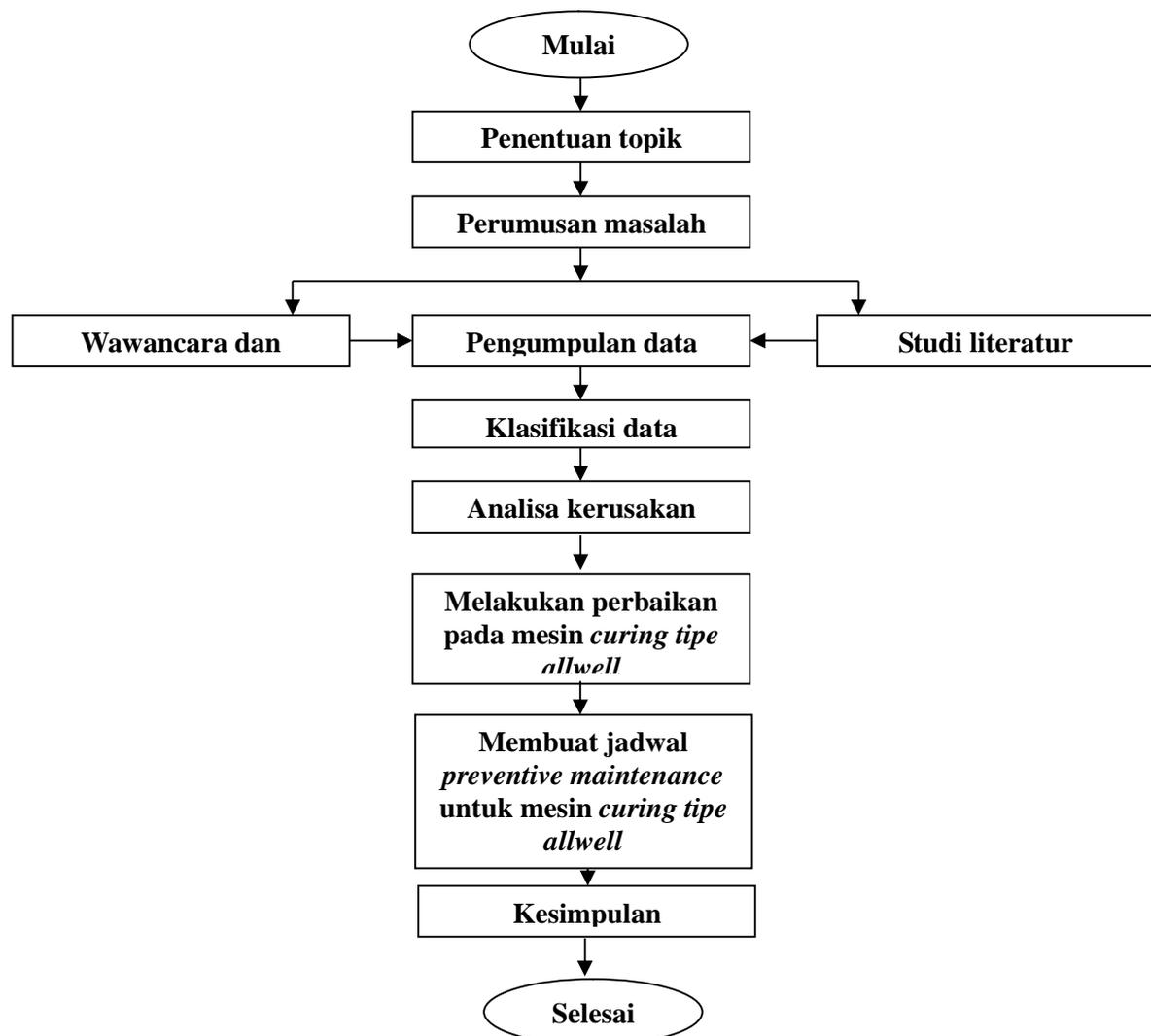
Keyword : Curing Machine Allwell Type, Preventive Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Scheduling of Preventive Maintenance

1. PENDAHULUAN/LATAR BELAKANG

Mesin curing atau mesin pematang ban adalah mesin vital untuk proses produksi. Apabila ban tidak melewati proses ini, maka ban akan mudah mulur dan robek. Downtime mesin ini bisa mengakibatkan kerugian pemasukan untuk perusahaan. Maka untuk mencegah hal itu perlu adanya manajemen perawatan dalam hal penjadwalan sehingga proses produksi bisa tetap berjalan. Disamping itu juga manajemen perawatan yang baik juga akan menjaga kualitas dan performa mesin agar tetap berjalan sebagaimana mestinya. Berdasarkan latar belakang diatas, akan dilakukan analisa penyebab mesin mengalami penurunan performa dan menemukan solusi dengan membuat jadwal preventive maintenance sebagai bentuk pencegahan. Penulisan Tugas akhir ini bertujuan untuk:

1. Menganalisa penyebab kerusakan mesin
2. Membuat jadwal preventive maintenance yang sesuai dengan kebutuhan mesin

2. METODE PENELITIAN



Gambar.1 Diagram Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Penelitian

Tabel 1.1 data history kerusakan pada mesin curing tipe allwell nomor 65

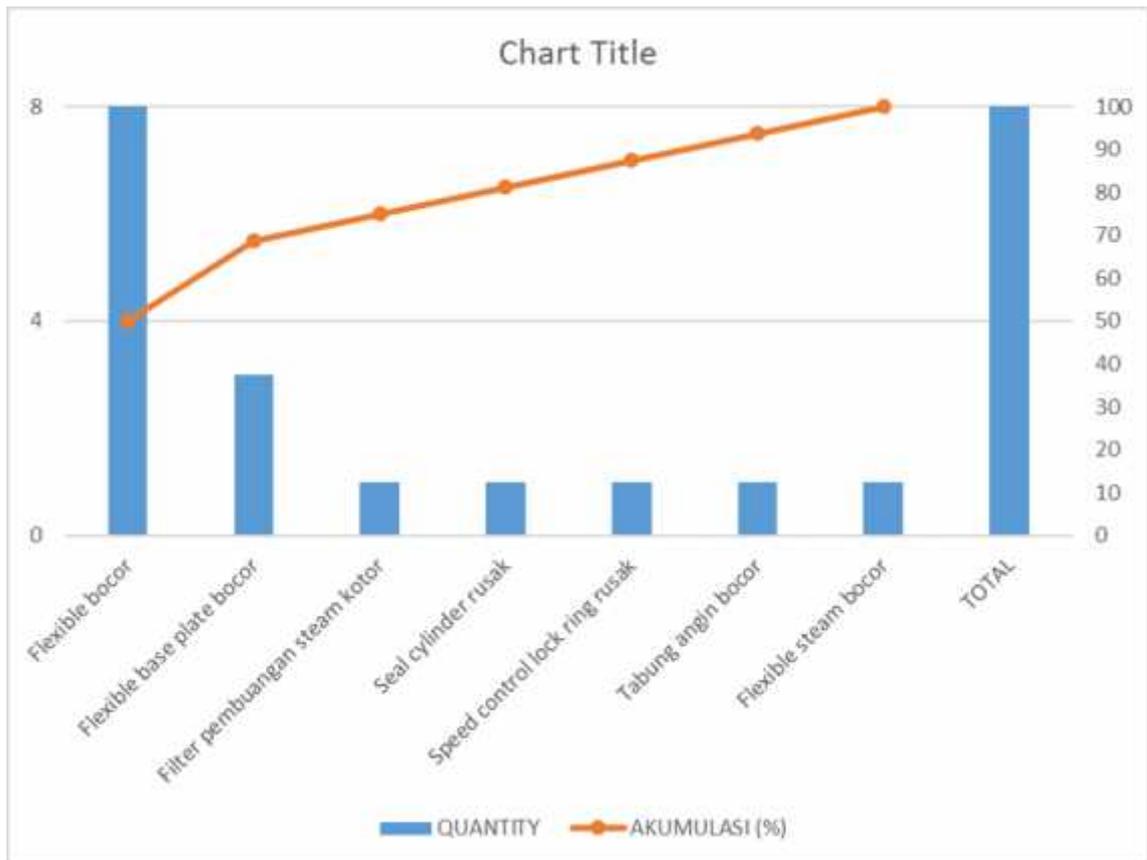
NO	JENIS KERUSAKAN	BULAN			TOTAL
		JANUARI	FEBRUARI	MARET	

1	Flexible steam bocor	1			1
2	Tabung angin bocor	1			1
3	Flexible base plate bocor	3			3
4	Speed control lock ring rusak		1		1
5	Seal cylinder rusak		1		1
6	Filter pembuangan steam kotor		1		1
7	Flexible bocor	5	1	2	8

Dari tabel 1.1 data kerusakan mesin curing tube tipe allwell nomor 65 diatas, diketahui bahwa komponen yang sering mengalami kerusakan adalah flexible yang mengalami kebocoran. Terlihat bahwa total fleksible mengalami 8 kali kebocoran selama periode 3 bulan. Dari data diatas, dibuat pareto untuk mempertegas data kerusakan mesin curing tube nomor 65

Table 1.2 persentase dan akumulasi hasil kerusakan

JENIS KERUSAKAN	QUANTITY	PERSEN (%)	AKUMULASI (%)
Flexible bocor	8	50	50
Flexible base plate bocor	3	18,75	68,75
Filter pembuangan steam kotor	1	6,25	75
Seal cylinder rusak	1	6,25	81,25
Speed control lock ring rusak	1	6,25	87,50
Tabung angin bocor	1	6,25	93,75
Flexible steam bocor	1	6,25	100
TOTAL	16		

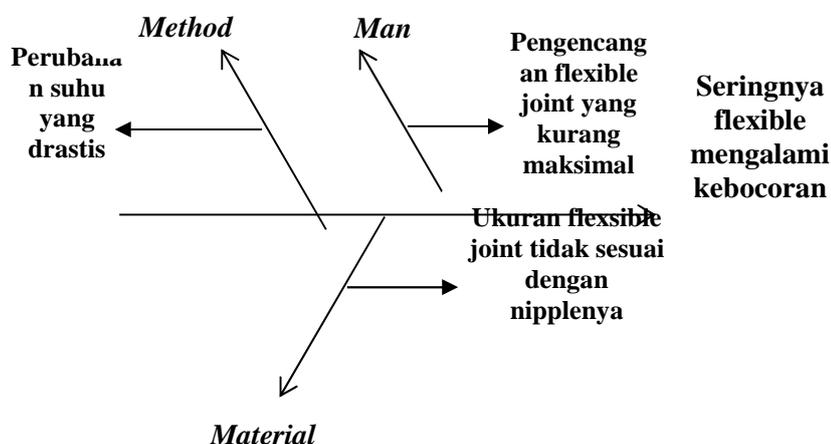


Gambar 1.1 grafik pareto kerusakan mesin curing tube nomor 65

Dari tabel 1.2 dan diatas dapat disimpulkan bahwa komponen yang sering mengalami kerusakan adalah flexible dengan presentase 50% dari total keseluruhan kerusakan. Tabel diatas juga diperkuat oleh gambar 1.1 diagram pareto. Pada diagram pareto, eksponen di bagian kiri adalah jumlah kerusakan dan eksponen yang disebelah kanan merupakan akumulasi presentase dari jumlah kerusakan pada mesin curing tube tipe allwell nomor 65

3.2. Analisa Kerusakan

Dalam analisa ini, penulis menggunakan metode *fishbone* diagram dan mengambil 3 faktor penyebab terjadinya kerusakan, 3 diantaranya adalah *man power, machine, materials*. Hal tersebut penulis lakukan bertujuan untuk mempermudah pekerjaan penulis dalam menganalisa masalah tersebut.



Faktor-faktor seringnya flexible mengalami kebocoran :

a. *Man*

- Pengencangan flexible joint yang kurang maksimal

Pada saat teknisi memperbaiki atau merawat mesin, tidak luput mereka melakukan kesalahan. Salah satu hal yang bisa terjadi ialah ketika teknisi memperbaiki atau melakukan preventive maintenance mereka teledor dan lupa untuk mengencangkan flexible joint. Hal ini bisa diakibatkan oleh panasnya area kerja, sehingga teknisi terburu-buru dan tidak tenang sehingga lupa untuk melakukan pengencangan yang maksimal pada sambungan antara flexible joint dengan nipplanya

b. *Method*

- Perubahan suhu yang drastis

Selain dari keteledoran teknisi dalam mengencangkan *flexible joint*, faktor penyebab *seringnya* flexible mengalami kebocoran lainnya ialah perubahan suhu drastis. Faktor ini bisa disebabkan karena pada saat libur (sabtu-minggu) mesin tersebut tidak bekerja, dan pada saat senin pagi langsung dialiri steam dengan suhu 175C dari ketel uap. hal ini menyebabkan banyaknya tekanan yang loss. Seharusnya pada saat pre-heating, flexible joint tidak dikejutkan oleh suhu tinggi. Penaikan suhu seharusnya perlahan dan step by step. Sehingga mengurangi dampak cepatnya flexible mengalami kebocoran

c. *Material*

- Ukuran *flexible* yang tidak sesuai dengan nipplanya

Faktor ketiga adalah dari segi material, yaitu ketidakcocokan antara flexible joint dengan nipplanya. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan flexible di area seksi dan gudang yang terbatas, sehingga teknisi maintenance harus mengambil keputusan untuk mengambil flexible yang ada dan memasangnya langsung tanpa melihat spesifikasinya daripada harus mengambil resiko untuk down time mesin

Pembuatan Jadwal Pemeliharaan

berikut adalah jadwal pemeliharaan mesin berdasarka riwayat mesin dan manual book

BAGIAN PEMELIHARAAN	KEGIATAN PEMELIHARAAN	PERIODIK	PERIODE																				
			MEI				JUNI				JULI				AGUSTUS								
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
bodi mesin	Periksa bodi mesin	Harian																					
	Periksa baut bodi mesin	Harian																					
	periksa baut bracket	Harian																					
engsel unit	periksa shaft engsel	5000 jam																					
	periksa bushing shaft engsel	5000 jam																					
hidrolik unit	periksa tekanan angin	Harian																					
	periksa selendang valve	1500 jam																					
	periksa selang unit	harian																					
	periksa quick exhaust	1500 jam																					
steam unit	periksa selendang valve	1500 jam																					
	periksa piston valve	1500 jam																					
	periksa flexible steam	Harian																					
lock ring unit	periksa ratchet valve	5000 jam																					
	periksa cylinder pneumatik	1500 jam																					
	periksa selendang valve	1500 jam																					
open-close unit	periksa flexible unit	harian																					
	periksa cylinder pneumatik	1500 jam																					
	periksa selendang valve	1500 jam																					
	periksa quick exhaust	1500 jam																					
elektrik unit	periksa selang unit	Harian																					
	periksa relay	1500 jam																					
	periksa VCB	1500 jam																					
	periksa Counter	1500 jam																					
	periksa PLC	1500 jam																					
	periksa push botton	1500 jam																					

4. KESIMPULAN

1. kerusakan yang sering terjadi pada mesin curing tube tipe allwell adalah pada komponen flexible. Terjadinya kebocoran pada flexible disebabkan oleh 3 hal. Yaitu keteledoran teknisi untuk mengencangkan flexible joint (sambungan selang), perubahan suhu pada flexible yang sangat drastis dan tidak sesuai ukuran flexible joint dengan nipple-nya
2. jadwal preventive maintenance yang baru berdasarkan diskusi dengan teknisi lapangan dan manual book dari mesin curing tube itu sendiri. Jadwal ini dibuat dengan sebaik-baiknya bertujuan untuk mencegah terjadinya downtime mesin serta mencari cost terendah untuk melakukan maintenance pada mesin tersebut

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Manual Book Mesin Curing*
- [2] *Maintenance management lawrence mann, Jr.*
- [3] Jurnal Penjadwalan Aktivitas Perawatan Mesin CNC Frais IMI-0045 dengan Penentuan Interval Penggantian Komponen, Ditas Heri Prasetyo, 2011
- [4] Teknik Management Perawatan, Antony Corder, 1998
- [5] *Industrial Maintenance*, H.P Garg

PERENCANAAN PEMELIHARAAN PADA MESIN PLATE FITTING AND TUBE EXPANDING

Fadil Gunawan, Jauhari Ali

Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. GA. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425, Depok
fadilgunawan99@gmail.com

Abstrak

PT XX merupakan salah satu industri komponen otomotif yang memproduksi radiator. Seiring meningkatnya industri otomotif, permintaan akan radiator dari customer pun meningkat. Hal ini yang menuntut PT XX untuk selalu menghasilkan produk berkualitas dengan kuantitas yang tinggi pula. Untuk mewujudkan itu, kondisi mesin haruslah selalu dalam kondisi optimal. Akan tetapi, pada kenyataannya barang NG/Not Go banyak dihasilkan pada mesin plate fitting and tube expanding, dimana fungsi mesin tersebut adalah untuk merangkai tube core dan plate core menjadi unit radiator yang siap untuk dikirim ke proses selanjutnya. Kondisi ini dapat terjadi karena mesin tersebut tidak memiliki jadwal pemeliharaan yang lengkap dan tepat, sehingga penurunan performa mesin tidak dapat dicegah. Karena faktor itulah direncanakan pemeliharaan untuk mesin plate fitting and tube expanding secara lengkap dan tepat agar penurunan performa mesin dapat dicegah sehingga menghindari barang NG.

Penelitian ini dibuat dengan menggunakan fishbone diagram untuk menemukan penyebab menurunnya performa mesin dan menambahkan tindakan pencegahan atas penyebab itu ke jadwal pemeliharaan yang lebih lengkap dan tepat dengan menggunakan metode gantt chart.

Setelah dibuatnya jadwal pemeliharaan yang baru diharapkan penurunan performa mesin dapat dicegah sehingga produk NG dapat dicegah dan dapat mengurangi kerugian perusahaan.

Kata Kunci: radiator, peforma mesin, jadwal pemeliharaan.

Abstract

PT XX is one of the automotive component industries that produce radiators. As the automotive industry grows, demand for radiators from customer increases. This is what requires PT XX to always produce high quality products with a high quantity as well. To realize that, the condition of the machine must always be in optimal condition. However, in reality, NG goods are mostly produced in plate fitting and tube expanding machines, where the machine functions to assemble tube cores and plate cores into radiator units that are ready to be sent to the next process. This condition can occur because the machine does not have a complete and proper maintenance schedule, so the decrease in engine performance can not be prevented. Because of that factor is planned maintenance for plank and tube expanding machine completely and precisely in order to decrease engine performance can be prevented so as to avoid goods NG.

This writing was made using a fishbone diagram to find the cause of the decrease in engine performance and add precautions to the cause to a more complete and appropriate maintenance schedule using the gantt chart method.

With the creation of a new maintenance schedule, a decrease in engine performance can be prevented so that NG products can be prevented so as to reduce the company's losses.

Keywords: radiator, machine performance, maintenance schedule.

1. PENDAHULUAN/LATAR BELAKANG

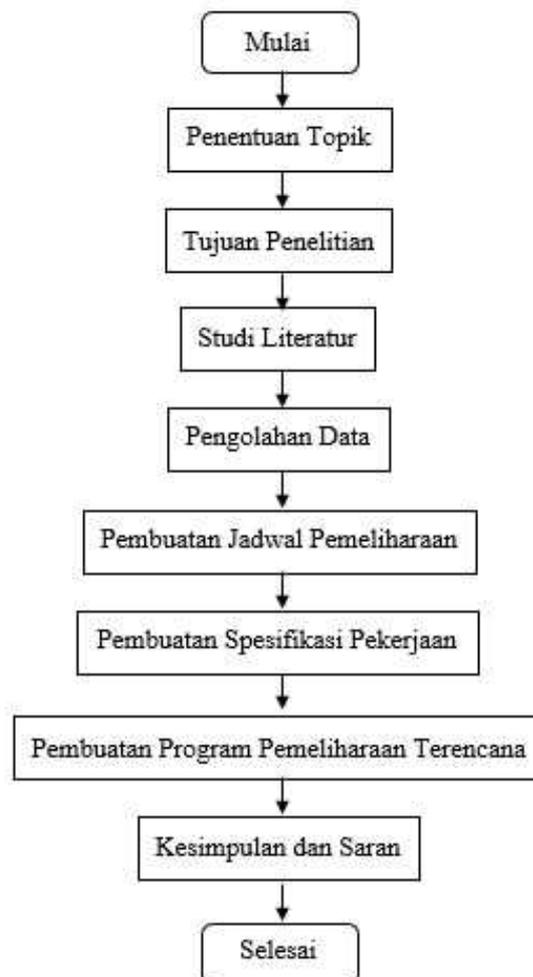
Perkembangan industri otomotif yang begitu pesat, menuntut PT XX selaku industri komponen otomotif untuk menghasilkan barang berkualitas tinggi dengan kuantitas yang tinggi pula, dengan salah satu produk andalan yaitu radiator. Radiator berfungsi sebagai sistem pendingin dalam otomotif, sehingga kualitas dari radiator itu secara tidak langsung juga berpengaruh pada performa otomotif tersebut.

PT XX memiliki beberapa line produksi radiator, salah satunya ialah line radiator N2R. Pada line tersebut terdapat mesin plate fitting and tube expanding yang berfungsi untuk proses merangkai tube core dengan plate core sehingga menjadi produk yang bisa dikirim ke proses selanjutnya. Akan tetapi, mesin tersebut mengalami penurunan performa yang ditandai dengan banyaknya produk NG hasil dari proses mesin tersebut. Produk NG tersebut berjenis tube colaps, dimana tube core mengalami penyok akibat bertabrakan dengan plate core pada saat proses fitting maupun menabrak base expander ketika proses expanding.

Penurunan performa yang terjadi pada mesin tersebut dapat disebabkan oleh beberapa hal, salah satunya ialah akibat dari tidak memiliki jadwal preventive maintenance yang lengkap dan tepat. Akibatnya, mesin tersebut mendapatkan penanganan ketika sudah terjadi penurunan performa, sehingga merugikan perusahaan akibat menghasilkan barang NG dan mengalami downtime untuk melakukan perbaikan pada mesin tersebut.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulisan Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat jadwal preventive maintenance yang lengkap dan tepat

2. METODE PENELITIAN



Gambar.1 Diagram Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Hasil Penelitian

Tabel 3.1 data produk NG pada mesin *palte fitting and tube expanding*

NO	JENIS KERUSAKAN	BULAN			TOTAL
		JANUARI	FEBRUARI	MARET	
1	fin berantakan	10	15		25
2	support bengkok	4			4
3	p/c gap		15	117	132
4	p/c noflux		1		1
5	fin cooling roboh/sobek	25	22	33	80
6	fin miring	1		18	19
7	fin cooling drop	16	33	24	73
8	fin cooling tidak rata	82	45	56	183
9	tube tidak terexpanding		20	48	68
10	tube colaps	516	457	929	1902
11	tube sobek	3			3
12	tube deform	15	18	65	98
13	tube melipat	57	100	318	475
14	plat core naik	62	133	87	282
15	tube tidak rata		6	20	26
16	fin pitch	161	224	131	516
17	core height/jenjang	8	1	14	33
18	Broken	1090	219	210	538

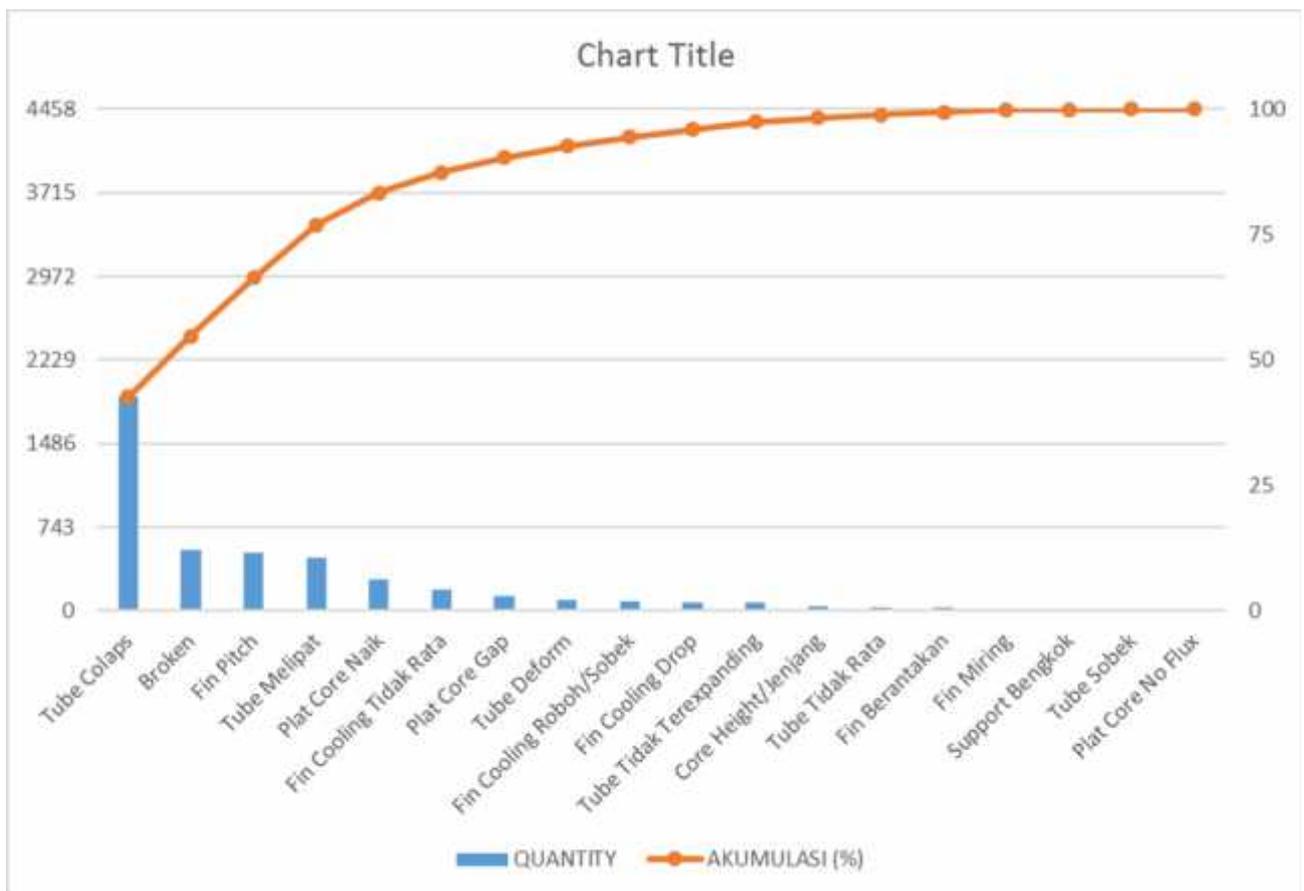
Tabel diatas merupakan data produk NG yang dari mesin plate fitting and tube expanding yang terjadi pada kurun waktu bulan januari – maret 2017. Dari tabel data produk NG tersebut, lalu dibuat tabel data produk NG yang dilengkapi persentase dan akumulasinya

Tabel 3.2 data produk NG pada mesin *palte fitting and tube expanding* beserta akumulasi

JENIS KERUSAKAN	QUANTITY	PERSEN (%)	AKUMULASI (%)
Tube Colaps	1902	42,66	42,66
Broken	538	12,07	54,73
Fin Pitch	516	11,57	66,3
Tube Melipat	475	10,65	76,95
Plat Core Naik	282	6,33	83,28
Fin Cooling Tidak Rata	183	4,11	87,39
Plat Core Gap	132	2,96	90,35
Tube Deform	98	2,2	92,55
Fin Cooling Roboh/Sobek	80	1,79	94,34
Fin Cooling Drop	73	1,64	95,98
Tube Tidak Terexpanding	68	1,53	97,51

Core Height/Jenang	33	0,74	98,25
Tube Tidak Rata	26	0,58	98,83
Fin Berantakan	25	0,56	99,39
Fin Miring	19	0,43	99,82
Support Bengkok	4	0,09	99,91
Tube Sobek	3	0,07	99,98
Plat Core No Flux	1	0,02	100
TOTAL	4458		

Setelah tabel data produk NG yang dilengkapi persentase dan akumulasinya dibuat, selanjutnya



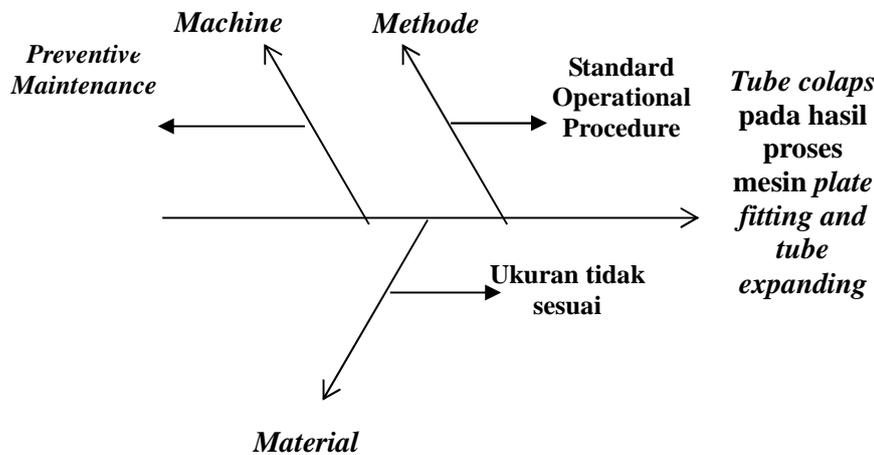
dibuat pareto untuk mempermudah pembacaan data.

Gambar.2 Pareto data barang NG

Berdasarkan pareto yang telah dibuat diatas, dapat mudah dilihat bahwa jenis kerusakan dari barang NG yang dihasilkan dari proses mesin plate fitting and tube expanding ialah barang NG dengan jenis tube colaps paling banyak terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa mesin plate fitting and tube expanding berada pada performa yang tidak baik. Terjadinya tube colaps memiliki beberapa penyebabnya, maka dilakukan analisa untuk mencari tahu penyebabnya terjadi hal ini.

3.2. Analisa Kerusakan

Dalam analisa ini, digunakan metode *fishbone* diagram dan mengambil 3 faktor penyebab terjadinya kerusakan, 3 diantaranya adalah metode, *machine*, *materials*. Hal tersebut penulis lakukan bertujuan untuk mempermudah pekerjaan penulis dalam menganalisa masalah tersebut.



Faktor-faktor tingginya jumlah barang *NG* pada *Mesin Plate Fitting and Tube Expanding*:

a. *Method*

- Tidak pas ketika meletakkan *plate core*

Pada saat operator mengoperasikan mesin, tidak luput mereka tidak pernah melakukan kesalahan. Salah satu hal yang bisa terjadi ialah ketika operator meletakkan *plate core* untuk proses *fitting*, ketidak sesuaian posisi bisa terjadi, sehingga dapat menyebabkan *tube colaps* akibat tube menabrak bagian *plate core* karena posisi yang tidak sesuai ketika beroperasi. Hal ini bisa terjadi karena belum dipasangnya *SOP* pengoperasian mesin tersebut, sehingga operator tidak ada pedoman ketika mengoperasikan mesin tersebut.

b. *Machine*

- Posisi *plate core* tidak *center*

Faktor penyebab lainnya ialah posisi *plate core* yang tidak *center* dengan *tube core* yang disebabkan oleh *clamp* yang tidak pada posisi seharusnya akibat dari putaran motor servo yang tidak sesuai dan ketinggian dari *spring screw* pada *base plate core* yang tidak sejajar. Putaran motor servo yang tidak sesuai disebabkan kopling motor servo tersebut yang kendur, sehingga ketika motor servo tersebut berputar, terjadi *slip* sehingga hasil putarannya tidak sesuai dengan seharusnya yang mengakibatkan *clamp* tidak pada posisi seharusnya. Sedangkan akibat dari ketidaksejajaran antara *spring screw* satu dengan lainnya dapat menyebabkan *plate core* tidak sejajar dengan *tube core*-nya, sehingga dapat menyebabkan terjadinya *tube colaps*. Hal ini bisa terjadi karena mesin belum memiliki jadwal *preventive maintenance* yang lengkap dan tepat.

c. *Material*

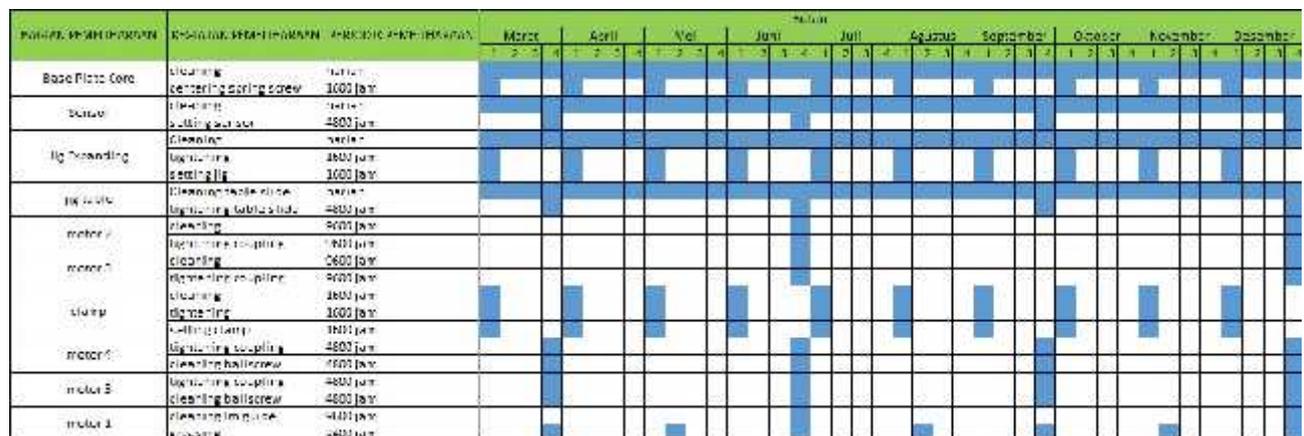
- Ukuran *tube* tidak sesuai

Sebelum *tube* dirangkai dengan *fin* untuk menjadi *tube core*, *tube* mengalami proses *cutting* terlebih dahulu. Akan tetapi, ada beberapa *tube* yang hasil *cutting*-nya tidak

sempurna yaitu dengan adanya *bari*, sehingga mempengaruhi ukuran dari *tube* tersebut yang menyebabkan terjadinya *tube colaps*.

3.3. Preventive Maintenance untuk mesin *plate fitting and tube expanding*

Berdasarkan data yang didapat dari kartu riwayat mesin *plate fitting and tube expanding*, berikut merupakan jadwal preventive maintenance baru yang telah dibuat dengan metode gantt chart



Gambar.3 jadwal preventive maintenance mesin *plate fitting and tube expanding*

4. KESIMPULAN

- Jadwal preventive maintenance baru yang lengkap dan tepat dibuat berdasarkan rekomendasi dari manual book ditambah dengan pencatatan kerusakan mesin sehingga dapat dilakukan tindakan pencegahan agar kerusakan yang pernah terjadi sebelumnya tidak berulang dikemudian hari.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Manual Book Plate Fitting and Tube Expanding*, Haneda Co.,Ltd, 2007
- [2] *Maintenance Management*, Lawrence Mann, Jr.
- [3] Jurnal Penjadwalan Aktivitas Perawatan Mesin CNC Frais IMI-0045 Dengan Penentuan Interval Penggantian Komponen, Ditias heri Prasetyo, 2011
- [4] *Teknik Manajemen Perusahaan*, Antony Corder, 1988

[5] Industrial Maintenance, H.P Garg

PERENCANAAN PERAWATAN CATERPILLAR CAPSTAN PADA LINE SCREENING DI PT. X

Wildan Firdaus¹, M. Zakinura ST.,M.Eng.²

¹ Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, wildan2609@gmail.com

² Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

PT. X adalah suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi berbagai jenis kabel. Didalam proses produksinya hampir setiap line menggunakan capstan caterpillar yang berfungsi untuk menarik kabel, yang tentunya memerlukan kegiatan perawatan agar tidak mengganggu proses produksi.

Capstan caterpillar sangat berperan penting dalam memproduksi kabel, untuk itu perlu dilakukan adanya pencegahan downtime pada mesin, salah satunya dengan cara membuat perencanaan perawatan berdasarkan history record yang ada di perusahaan dan manual book capstan caterpillar. Selain itu perencanaan perawatan juga dapat menjaga kualitas mesin agar dapat menunjang hasil produksi yang baik serta dapat memperpanjang lifetime mesin.

Dengan adanya jadwal pemeliharaan yang disertai SOP dan dengan pelaksanaan yang konsisten maka diharapkan dapat mengurangi timbulnya kerusakan yang terjadi pada mesin.

Kata kunci : *Perencanaan Perawatan, History Record, Standard Operating Procedure, Lifetime*

Mesin

Abstract

PT. X is a company that work in the production of various types of cables. In the production process almost every line using capstan caterpillar which serves to pull the cable, that certainly need the maintenance activity in order not disturb the production process.

Capstan caterpillar is a important thing in the production of cables, therefore it is necessary to prevent the downtime on the machine, one of them by making maintenance planning based on the history records that exist in the company and the manual book capstan caterpillar. Moreover, maintenance planning can also maintain the quality of the machine in order to support good production results and extend machine lifetime.

With the maintenance schedule that accompanied by SOP and with consistent implementation it is expected to reduce the damage that occurs on the machine.

Keywords : *Maintenance Planning, History Record, Standard Operating Procedure, Machine*

Lifetime

1.1 Latar Belakang

PT. Voksel Electric Tbk adalah perusahaan yang bergerak pada bidang produksi berbagai jenis kabel, salah satunya adalah kabel berjenis medium voltage. Didalam proses produksi tersebut hampir semua line produksi menggunakan capstan. Capstan yang ada di perusahaan ini terbagi menjadi 3 jenis, salah satunya adalah caterpillar capstan. Fungsinya adalah menarik kabel yang telah melewati proses produksi yang kemudian akan digulung disebuah bobbin yang telah diletakan di mesin take up.



Caterpillar capstan merupakan hal yang sangat penting karena jika mengalami kerusakan, proses stranding kabel akan berhenti. Hal ini akan menyebabkan mesin mengalami downtime yang akan merugikan perusahaan. Sebab itu dibutuhkan sistem perawatan yang terencana dengan baik untuk meminimalisir kemungkinan kerusakan pada caterpillar capstan.

Oleh karna itu berdasarkan kebutuhan sekaligus permintaan perusahaan akan sistem perawatan pada capstan caterpillar yang optimal maka penulis berusaha untuk membuat perencanaan perawatan dengan hasil akhir berupa kesimpulan dan saran sebagai solusi bagi perusahaan.

1.2 Tujuan

1.2.1 Tujuan Umum :

) Membuat perencanaan perawatan untuk Caterpillar capstan agar sistem perawatan dapat berjalan dengan baik dan terjadwal.

1.2.2 Tujuan Khusus :

) Memberikan wawasan kepada pembaca untuk mengetahui bentuk perencanaan perawatan pada Caterpillar capstan dan memberikan pengetahuan dalam merencanakan sistem perawatan suatu mesin.

1.2 Metodologi Penelitian

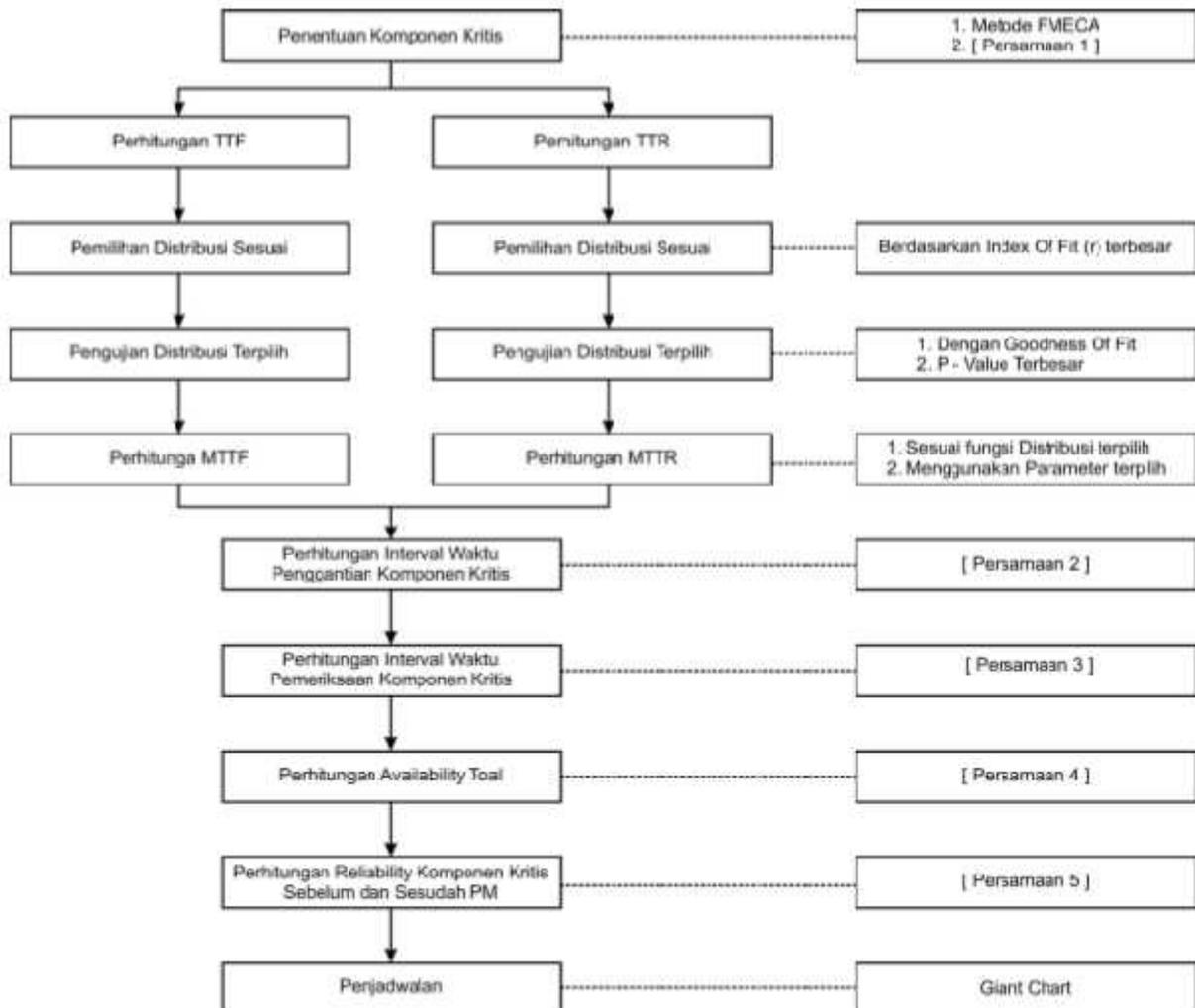
Metode yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Metode Pemilihan Data Metode ini digunakan untuk menentukan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, data yang dibutuhkan antara lain data historis mesin caterpillar capstan, data komponen kritis, data harga komponen kritis dan data rata-rata waktu pemeriksaan komponen kritis.

2. Metode Olah Data

Metode ini bertujuan untuk mendapatkan kebutuhan analisa data.

3. Metode Analisa Data Metode ini digunakan untuk menentukan bentuk rekomendasi jadwal pemeliharaan pada mesin caterpillar capstan yang tergambar kedalam Giant Chart Preventive Maintenance.



1.4 Hasil dan Pembahasan

Hasil sementara yang didapat yaitu nilai Risk Priority Number dari data historis caterpillar capstan yang dimasukkan kedalam tabel Failure Mode Effects Analysis sebagai berikut

Komponen	Failure Mode	Effect of Failure	Cause of Failure	S E V	O C C	D E T	R P N
Motor	Dudukan motor patah	Motor tidak bisa beroperasi	Salah pengoperasian	7	2	1	21
	Motor terbakar	Motor tidak bisa beroperasi	Motor short current	8	5	8	256
Reducer GearBox	Roda gigi aus	Penyaluran tenaga menjadi tidak maksimal	Pelumasan kurang baik	6	2	4	48
	Roda gigi retak	Penyaluran tenaga menjadi tidak maksimal	Beban tidak merata pada material	6	2	8	96
WPO GearBox	Roda gigi Aus	Penyaluran tenaga menjadi tidak maksimal	Pelumasan kurang baik	6	2	4	48
	Roda gigi retak	Penyaluran tenaga menjadi tidak maksimal	Beban tidak merata pada material	6	2	8	96
Solenoid	Solenoid tidak bekerja	Pneumatik tidak naik	Solenoid kotor	7	5	5	175
	Solenoid bocor	Pneumatik tidak naik	Nipple pecah	7	2	4	56
	Solenoid pneumatic tidak naik	Caterpillar tidak bisa beroperasi	Pressure angin terlalu kecil	8	4	4	128
Controller	Caterpillar mati sendiri	Caterpillar tidak bisa beroperasi	Relay kendur	8	2	4	64
	Arus tidak terbaca	Caterpillar sulit dikendalikan	Kabel short	5	1	7	35
	Speed caterpillar tidak stabil	Hasil produksi menjadi buruk	Caterpillar tidak sinkron	7	2	2	28
	Caterpillar tidak menarik	Caterpillar tidak bisa beroperasi	MCB Trip	8	2	8	128
	Caterpillar tidak bisa start	Caterpillar tidak bisa beroperasi	Kebehl control putus	8	3	5	120
	Tarikan caterpillar tidak stabil	Hasil produksi menjadi buruk	Potentio rusak	7	2	5	70
	Caterpillar tidak mau menutup	Caterpillar tidak bisa beroperasi	Power supply rusak	6	2	5	60
	Rol caterpillar lepas	Caterpillar tidak bisa beroperasi	Bearing hancur	7	4	2	56

Bearing	Bearing pecah	Belt bergesekan dengan roller	Pelumasan bearing tidak maksimal	6	7	6	252
	Roller caterpillar tidak bias berputar	Belt bergesekan dengan roller	Usia sudah lama	6	7	7	294
Selang Angin	Selang pecah	Suplai udara tidak maksimal	Selang rapuh	5	2	2	20
	Selang bocor	Suplai udara tidak maksimal	Selang rapuh	4	3	2	24
Belt	Belt sobek	Hasil produksi menjadi buruk	Usia sudah lama	6	6	5	252
	Belt kendor	Slip antara belt dengan pulley	Belt mulur	4	6	8	192
	Belt terbelah	Hasil produksi menjadi buruk	Belt aus	6	2	3	36
	Belt sudah tidak layak pakai	Caterpillar tidak bisa beroperasi	Usia sudah lama	8	1	7	56
	Belt slip	Bising dan belt bergesekan dengan roller	Pulley bergeser	5	7	3	110
	Belt geser	Caterpillar tidak bisa beroperasi	Quide roll tidak pass	8	4	3	96
	Belt terkikis	Belt menjadi mudah putus	Plat belt rusak	5	3	6	90
Kompresor	Regulator kompresor bocor	Udara keluar dar regulator	Usia sudah lama	2	6	7	84
	Belt kompresor putus	Kompresor tidak bisa beroperasi	Sering slip	5	2	2	20
	Caterpillar tidak bisa terbuka	Caterpillar tidak bisa beroperasi	Kurang tekanan	8	4	2	64
	Tidak adanya udara pada kompresor	Tidak bisa menggerakkan caterpillar	Kompresor rusak	6	1	2	12
Teflon Couple	Terdapat space pada couple ketika berputar	Bising dan baut couple akan mudah patah karna beban kejut	Teflon aus	3	2	4	24

Tabel 1. FMEA

Nilai RPN			
No	Komponen	RPN	Rank
1	Belt	832	1
2	Bearing	602	2
3	Controllor	505	3
4	Selenoid	359	4
5	Motor	266	5
6	Kompresor	180	6

7	Reducer gearbox	144	7
8	WPO gearbox	144	8
9	Selang	44	9
10	Teflon Couple	24	10

Tabel 2. RPN

1.5 Kesimpulan

Kesimpulan sementara yaitu berdasarkan Tabel.2 Peringkat komponen dalam Risk Priority Number didapatkan komponen belt yang merupakan komponen dengan peringkat tertinggi. Berdasarkan metode penelitian masih harus dilakukan pengolahan data lalu kemudian analisa data untuk mendapatkan rekomendasi jadwal pemeliharaan.

PERENCANAAN PERAWATAN PADA MESIN *HILINE EXPRESS* DI PT. X

Rommy¹, M.Zakinura².

¹Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin

²Dosen Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin

Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425, Indonesia

Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530,

rommy.zeth@gmail.com

Abstrak

Mesin *hiline express* adalah mesin cetak jenis web dengan kecepatan maksimum 45.000 eksemplar per jam, yang dikombinasikan dari unit vertikal dan horizontal dalam *pressline* tunggal. Mesin *hiline express* terdiri dari tiga tower, satu mesin *folding*, satu mesin *quatter folding*, dan tiga mesin *autopaster*. Penelitian ini melakukan proses penjadwalan pemeliharaan dengan metode *preventive maintenance* pada komponen mesin *hiline*. sistem perawatan berupa *Preventive Maintenance (PM)* dianggap mampu mencegah penurunan fungsi produksi karena adanya *Breakdown Maintenance*. Maka untuk menghindari *Breakdown Maintenance* dan terjadi *Down Time*, mesin *Marking Semi-Automatic* ini membutuhkan sistem perawatan berupa *Preventive Maintenance*. Dengan adanya jadwal pemeliharaan yang terjadwal serta pelaksanaan kegiatan secara konsisten.

Kata Kunci: *Hiline Express, Pressline, Tower, Folding Machine, Autopaster, Preventive Maintenance, Breakdown Maintenance, Down Time.*

Abstract

The *hiline express* machine is a web type printing machine with a maximum speed of 45,000 copies per hour, which is combined from vertical and horizontal units in a single *pressline*. The *hiline express* machine consists of three towers, one *folding* machine, one *quatter folding* machine, and three *autopaster* machines. This research performs maintenance scheduling process with *preventive maintenance* method on *hiline* engine component. *Preventive Maintenance (PM)* maintenance system is considered able to prevent the decline of production function due to *Breakdown Maintenance*. So to avoid *Breakdown Maintenance* and going *Down Time*, *Semi-Automatic Marking* machine requires maintenance system in the form of *Preventive Maintenance*. With scheduled maintenance schedules and consistent implementation of activities.

Keywords: *Hiline Express, Pressline, Tower, Folding Machine, Autopaster, Preventive Maintenance, Breakdown Maintenance, Down Time.*

1. Pendahuluan/Latar Belakang

1.1 Latar Belakang

PT. X adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang percetakan koran, buku, maupun majalah. Untuk menjalankan usahanya di PT. X terdapat beberapa jenis mesin diklasifikasikan dengan tiga kondisi yaitu mesin *pracetak*, mesin *cetak*, dan mesin *finishing*. Untuk mesin *cetak*, terdapat dua jenis yaitu mesin *web* dan mesin *sheet* tergantung dari jenis kertas yang digunakan untuk produksi. Mesin *hiline express* adalah mesin cetak jenis web dengan kecepatan maksimum 45.000 eksemplar per jam. Tidak adanya sistem perawatan mesin yg sistematis disana membuat kendala yang dapat mengganggu proses pencetakan. Karena perusahaan tersebut masih menggunakan metode *breakdown maintenance* yang berarti *maintenance* bekerja jika hanya terjadi kerusakan pada mesin.

Latar belakang memilih topik ini dikarenakan perencanaan perawatan pada sebuah mesin sangat diperlukan karena jika perawatan tidak berjalan dengan baik maka akan berpengaruh terhadap kinerja mesin tersebut., maka dibutuhkan sebuah sistem perawatan berupa *Preventive Maintenance (PM)*. Sistem perawatan berupa *Preventive Maintenance* dianggap mampu mencegah penurunan fungsi produksi karena adanya *Breakdown Maintenance*. Untuk menghindari *Breakdown*

Maintenance dan terjadi *Down Time*, maka mesin *Hiline Express* ini membutuhkan sistem perawatan berupa *Preventive Maintenance*. Oleh karena itu pada tugas akhir ini saya akan melakukan perencanaan perawatan pada mesin *hiline* tersebut.

1.2 Tujuan

1.2.1 Tujuan Umum:

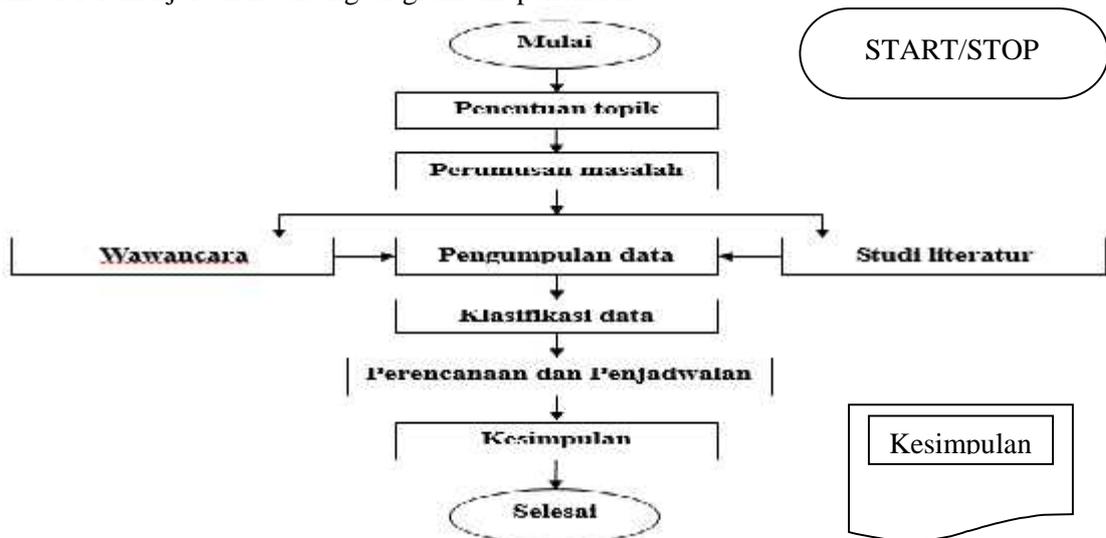
-) Menerapkan ilmu yang telah didapat selama kuliah di Politeknik Negeri Jakarta
-) Mengembangkan ilmu yang telah didapat selama kuliah di Politeknik Negeri Jakarta
-) Memenuhi syarat dalam memperoleh Diploma III Politeknik Negeri Jakarta

1.2.2 Tujuan Khusus:

-) Memberikan pengetahuan kepada pembaca bagaimana melakukan perencanaan perawatan pada mesin *hiline express*.
-) Memberikan pengetahuan dalam menentukan pedoman tindakan pemeliharaan berdasarkan SOP.
-) Megurangi *downtime dan breakdown* pada mesin *hiline express*.

2. Metode Penelitian

Gambar 1.1 menjelaskan tentang diagram alir penelitian.



Gambar 1.1 Diagram Metode Penelitian

a. Penentuan topik

Penentuan topik dilakukan dengan wawancara langsung oleh teknisi bagian *Maintenance* di PT. X, serta melakukan pengamatan langsung terhadap mesin *Hiline Express* yang belum adanya jadwal perawatan terhadap mesin tersebut.

b. Perumusan masalah

Dari hasil pengamatan langsung dan wawancara dalam proses penentuan topik didapatkan gambaran mengenai permasalahan yang ada pada mesin *Hiline Express*. Masalah yang saya dapat telah saya rumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana menentukan perencanaan perawatan dengan metode *Preventive Maintenance* berupa jadwal pemeliharaan pada mesin *Hiline Express*?
2. Bagaimana menentukan pedoman tindakan pemeliharaan berdasarkan SOP ?

c. Wawancara

Melakukan tanya jawab dengan teknisi *maintenance* di PT. X mengenai penjadwalan perawatan yang belum tersedia selama ini. Sehingga saya dapat membuat jadwal perawatan yang tepat.

d. Studi pustaka

Studi pustaka bertujuan untuk menemukan teori-teori yang sesuai dengan masalah yang sedang dibahas guna membantu memecahkan masalah tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara membaca dan mencari buku-buku jurnal, buku manual tentang mesin tersebut, dan segala jenis laporan yang berkaitan dengan topik yang dibahas.

e. Pengumpulan data

Tahap ini merupakan tahap mengumpulkan semua data yang diperoleh baik dari observasi maupun studi pustaka untuk selanjutnya dilaksanakan proses menentukan pembuatan jadwal perawatan mesin *Hiline Express*.

f. Perencanaan dan Penjadwalan

Pembuatan jadwal perawatan mesin *Hiline Express* dan SOP dengan melihat studi lapangan dan studi pustaka sebagai referensinya.

g. Kesimpulan

Setelah membuat jadwal perawatan selesai dibuat kemudian yang dilakukan adalah menafsirkan kesimpulan yang didasarkan pada tujuan dan permasalahan. Penafsiran kesimpulan ini menunjukkan jawaban atas tujuan yang telah dikemukakan dalam topik permasalahan yang diangkat pada penelitian serta memberikan saran yang dapat mencegah masalah tersebut terulang lagi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Hasil Penelitian

Secara umum pembuatan perencanaan perawatan mesin *Hiline Express* dibagi menjadi 3 bagian umum sebagai berikut :

a. *Tower*

Mesin *Tower* adalah mesin yang berfungsi sebagai pengatur warna sekaligus pewarna, mulai dari teks dan gambar pada kertas. Mesin ini terdapat empat warna pokok yaitu Merah, Kuning, Biru, Hitam, yang digunakan untuk mewarnai teks dan gambar. Resolusi warna dari desain dapat disesuaikan pada mesin ini, biasanya sebelum proses cetak ada kalibrasi warna untuk mendapatkan warna dan tingka kejelasan yang sempurna sesuai dengan pesanan yang diminta.

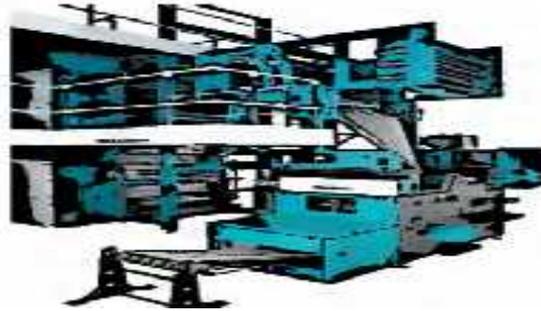


Gambar 1.2 *Tower*

b. *Folder*

Mesin *Folder* adalah mesin lipat kertas setelah proses pewarnaan pada kertas telah dilakukan. Mesin *Folder* biasanya digunakan untuk melipat Koran yang selesai cetak, namun jika untuk

mencetak buku setelah masuk mesin folder kertas buku diarahkan ke mesin quarter folder untuk menjalani lipatan ke dua setelah dimesin folder.



Gambar 1.3 Folder

c. *Autopaster*

Mesin Autopaster adalah mesin dimana gulungan kertas dipasang, autopaster memiliki motor penggerak yang kecepatannya diatur sesuai dengan mesin tower agar kondisi kertas tetap dalam keadaan tegang. Mesin Autopaster memiliki poros sebagai penumpu kertas pada mesin autopaster yang biasa disebut ascore.



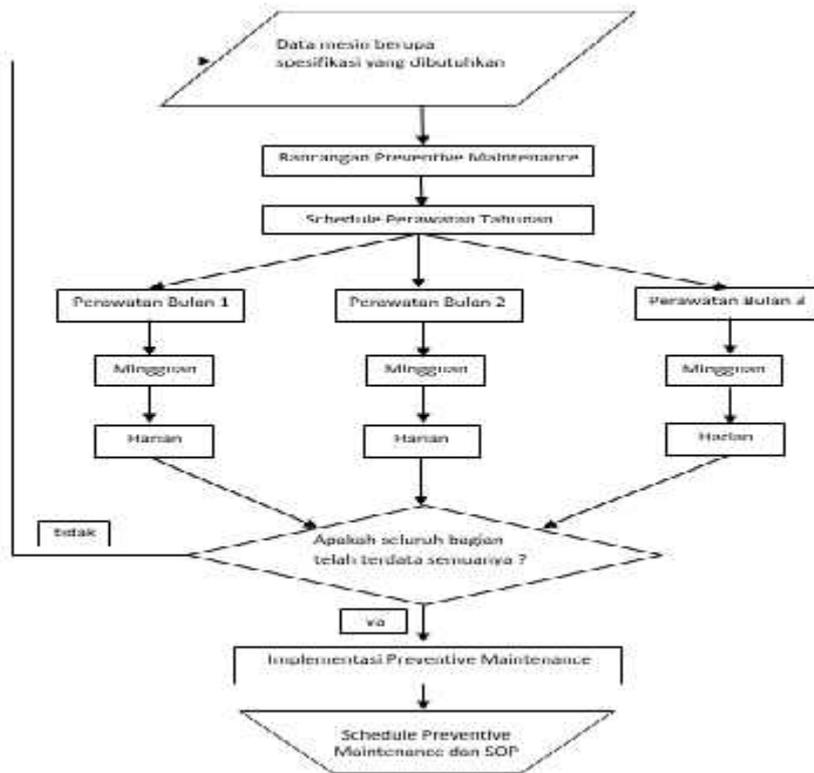
Gambar 1.4 Autopaster

Tabel 1.1 Jadwal kegiatan perawatan mesin *Hiline Express*

Tanggal	Masalah	Penyebab/Tindakan
03/01/2015	Module Tension	Mengganti dengan module RWS 3 hiline
14/01/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
20/01/2015	Roll tinta yellow di unit 1 tidak mutar	Tempat spi di roll sudah aus, roll diputar pake tangan dengan kunci pipa
23/01/2015	Error oil berer	Tambah oil hiline 2 stack 3
07/02/2015	Bearing as core seret	Ganti baru 6005 RS
14/02/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
17/02/2015	Bearing roll infeed ap 1 seret	Ganti baru
24/02/2015	ganti piston pneumatic	Ganti seal nya
14/03/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
18/03/2015	Rol bak tinta gabisa gerak	Diperbesar gap untuk pim spie motor bak tinta (digrinda)

26/03/2015	Seal piston pneumatic hl 2 st 3 kiri inkform pecah	Ganti baru
03/04/2015	Ganti belt quarterfold	Sudah tidak layak
14/04/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
29/04/2015	Per niproller quarter fold hiline rusak	Diganti dengan yang baru
05/05/2015	Pisau choper quarter fold hiline	Ganti yang baru
14/05/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
20/05/2015	Bracket roll infeed seret	Dibongkar lalu bersihkan
02/06/2015	Lampu 18 w mati	Ganti baru
05/06/2015	Safety pin tower patah dan baut kurang	Akibat kertas jump, ganti safety pin yang baru lalu memasang baut yang kurang
13/06/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
02/07/2015	Belt quatter fold rusak	Ganti dengan belt baru
14/07/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
20/07/2015	Mengganti selang pneumatik	Sudah rusak
29/07/2015	Register t2 stack atas dan stack bawah tidak sinkron	Shaft couple slip (lari), kendorkan shaft & putar cylinder stack atas agar register bisa sama ketemu
14/08/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
18/08/2015	Oil pressure kurang	Tambahkan oli
26/08/2015	Seal piston ink form pecah	Ganti seal baru
27/08/2015	Selang pecah di unit 1	Potong lalu ganti dengan yang baru
01/09/2015	Belt conveyer rusak	Ganti dengan yang baru
07/09/2015	Piston conveyer	Pemasangan piston conveyer untuk naik turun
14/09/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
14/10/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
19/10/2015	Pisau potong folder rusak	ganti 2 pisau potong di folder hiline
23/10/2015	Jarum folder patah	Ganti jarum baru
30/10/2015	dancing bracket lepas ap 1	Dipasang kembali
04/11/2015	Jarum folder patah	Ganti jarum baru
14/11/2015	Greasing all unit	Setiap bulan
14/12/2015	Greasing all unit	Setiap bulan

Setelah daftar riwayat mesin telah disusun maka perencanaan perawatan dapat dibuat berdasarkan daftar riwayat mesin yang ada dengan mengikuti alur perencanaan yang terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1.5 Diagram Alur Perencanaan

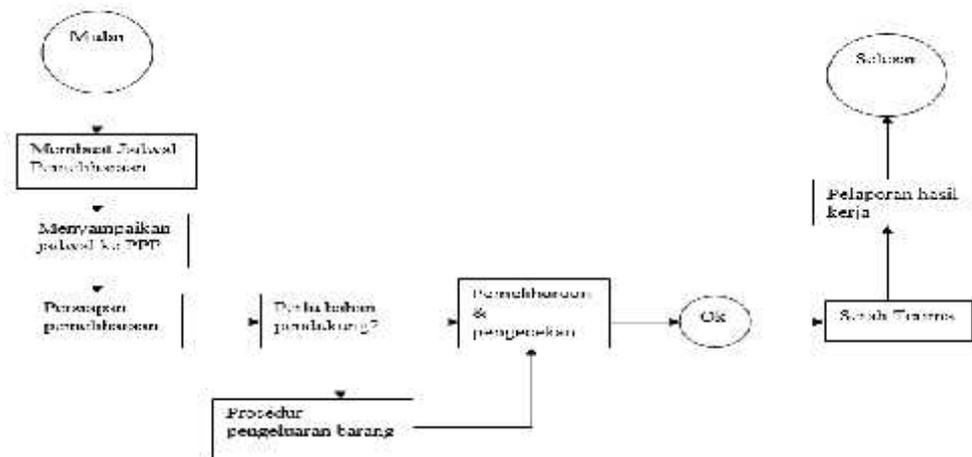
Berikut jadwal kegiatan perawatan mesin *hiline express* untuk 1 bulan disusun berdasarkan daftar riwayat mesin dalam 1 tahun dengan menggunakan metode *chart gantt*:

Bagian Perawatan	Kegiatan Perawatan	Bulan ke:																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
Pelumasan	greasing tower 1 atas dan bawah																																		
	greasing tower 2 atas dan bawah																																		
	greasing tower 3 atas dan bawah																																		
	greasing tower (engap)																																		
	greasing engine/pling																																		
	periksa level oil tower 1/mingguan																																		
	periksa level oil tower 2/mingguan																																		
	periksa level oil tower 3/mingguan																																		
	perambahan oil tower 1/mingguan																																		
	perambahan oil tower 2/mingguan																																		
perambahan oil tower 3/mingguan																																			
tower	perambahan dan pengecekan oil autooster																																		
	perambahan dan pengecekan oil tower																																		
	periksa oli ganti beltig pneumatik (1000 jam)																																		
	buang dan bersihkan pneumatik (240 jam)																																		
	periksa oli ganti oil (120 jam)																																		
	periksa tekanan angin max (200 jam)																																		
	periksa oli ganti beltig pneumatik (5 tahun)																																		
	periksa safety air/mingguan																																		
	periksa safety air/mingguan																																		
	periksa belt (1000 jam)																																		
Autooster	cek sistem pneumatik (1 tahun)																																		
	periksa oli ganti beltig pneumatik (1000 jam)																																		
	buang dan bersihkan pneumatik (240 jam)																																		
	periksa kanvas rem (300 jam)																																		

Gambar 1.6 Jadwal Kegiatan Perawatan Dalam 1 Bulan

3.2. SOP (*Standard Operating Procedure*)

Untuk melakukan sebuah perawatan terhadap sebuah komponen mesin perlu mengikuti sebuah prosedur standar yang disediakan agar pekerjaan sesuai dengan yang diinginkan secara umum terlihat pada gambar berikut:



Gambar 1.7 *Standard Operating Procedure*

4. Kesimpulan

- A. Jadwal kegiatan perencanaan perawatan mesin hiline tersedia dalam bentuk perencanaan harian, mingguan, bulanan, dan tahunan berdasarkan daftar riwayat mesin selama 2 tahun terakhir yang disusun dengan metode *chart gantt* untuk memudahkan pembacaan jadwal.
- B. SOP (*Standard Operating Procedure*) dibuat berdasarkan buku *manual Hiline Express*, hal ini bertujuan agar proses perawatan dan perbaikan sesuai standar operasi.

5. Daftar Pustaka

- Manugraph India Ltd. 2007. *Manual Book For Hiline and Cityline*. India: Data Media.
Manugraph India Ltd. 2007. *Maintenance and Instruction for Hiline*. India: Data Media.
Manugraph India Ltd. 2007. *Maintenance And Instruction for Cityline*. India: Data Media.
Corder, Antony. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga, 1992.
Kurniawan, Fajar. *Manajemen Perawatan Industri*. Jakarta: Graha Ilmu, 1993.
Sudradjat, Ating. *Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri*. Jakarta: Refika Aditama, 2014.

Modifikasi Sistem Kontrol *Belt conveyor* 22C-BC2 Menjadi Terpusat

Ghaged Arwibisono¹, Fattahula², Achmad Arief³, Muhammad Anton Saputra⁴

¹Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen,

ghagedarwibisono.holcim@gmail.com

²Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta

³Electric and Instrument Raw Meal Preparation and Utility Departement P.T. Holcim Indonesia

⁴ Electric and Instrument Raw Meal Preparation and Utility Departement P.T. Holcim Indonesia

Abstrak

Alat transportasi merupakan salah satu komponen yang krusial pada sebuah jalur produksi, salah satunya alat transportasi 22C-BC2 berupa belt conveyor pada jalur produksi shale pada PT. Holcim Indonesia. Adanya gangguan pada sistem transportasi ini dapat mengganggu sistem produksi secara keseluruhan. Gangguan tersebut adalah seringnya terjadi kondisi mati tanpa adanya indikasi, kondisi ini terjadi karena adanya kesalahan pada safety device. Selain tidak adanya indikasi pada saat terjadi mati sistem 22C-BC2 menggunakan PLC yang terpisah dari PLC utama, PLC 22C-BC2 menggunakan PLC dengan versi yang lama, yaitu PLC Allen Bradley SLC 500 Controller sedangkan PLC utama sudah menggunakan PLC Allen Bradley Compact Logix Controller yang merupakan PLC versi terbaru dari sebelumnya. Solusi dari permasalahan ini adalah melakukan penggantian safety device pada 22C-BC2 termasuk dengan penggantian kabel dan penambahan indikasi pada panelview dan juga melakukan penggabungan sistem menjadi PLC yang terpusat. Penggantian dan penggabungan ini diharapkan dapat mengatasi gangguan berupa mati tanpa ada indikasi dan dapat menjadikan PLC lebih reliable karena menggunakan PLC dengan versi yang lebih baru, dan dengan adanya PLC yang terpusat proses troubleshooting kedepannya akan lebih mudah.

Kata Kunci: Programmable Logic Controller, Belt conveyor, Safety device

Abstract

Transportation equipment is one of the most crucial component on a production line, one of the transport equipment is 22C-BC2 which is a belt conveyor at shale crusher line at Holcim Indonesia Inc. if there's an interference on a transportation sistem it could interfere the whole production sistem. The interference that of the occurs in shale crusher sistem is sistem failure without indication., this condition occurs when there are errors on the safety device sistem. Beside errors on the safety device sistem, the control sistem on 22C-BC2 is using a separated PLC from the main control sistem. It using the older hardware than the main control sistem, it using a Allen Bradley SLC 500 Controller PLC and the main control sistem using Allen Bradley Compact Logix Controller. The solution for those problems are doing a replacement on the safety device sistem to make sure there are no errors on the connection, it includes sistem modification, rewiring and adding indication on the safety device. Beside replacing the safety device the control sistem should be intergrated to minimize the error that occurs on the connection. This modification hoped it could make the PLC sistem be more reliable by using a newer PLC and sistem integration could make it easier to do troubleshooting and adding modification on the future.

Keyword: Programmable Logic Controller, Belt conveyor, Safety device

1. LATAR BELAKANG

Belt conveyor 22C-BC2 sering terjadi kondisi mati tanpa adanya indikasi. Kondisi ini terjadi dikarenakan adanya gangguan pada sistem pengkabelan pada *safety device*. Sering terjadinya kondisi ini sangat mengganggu kinerja dari produktifitas jalur produksi shale. Untuk mengatasi kendala ini biasanya *safety device* pada 22C-BC2 akan di lakukan sistem *jumper*. Ini dilakukan untuk mengurangi terjadinya kondisi mati atau *trip* tanpa adanya indikasi. Namun dengan adanya sistem *jumper* pada *safety device* membuat alat menjadi tidak aman.

Selain itu *Programmable Logic Control* (PLC) yang digunakan oleh 22C-BC2 terpisah dengan PLC sistem utama. hal ini membuat sistem *troubleshoot* dan proses *reset* menjadi lebih sulit. Selain mempunyai PLC yang berbeda alat ini juga mempunyai *panelview* yang terpisah pula dengan sistem utama. PLC yang digunakan oleh alat 22C-BC2 adalah Allen Bradley SLC 500 Controller, berbeda dengan PLC yang digunakan oleh sistem utama yaitu allen Bradley Compact Logix.

Dengan adanya PLC dan *panelview* terpisah semua indikasi yang ada pada sistem 22C-BC2 hanya dapat dilihat dan dipantau di *panelview* tersebut. panel view tersebut terpisah dengan *panelview* sistem utama. *panelview* yang digunakan oleh sistem utama berada di ruang operator didekat crusher shale, sedangkan *panelview* yang digunakan oleh 22C-BC2 berada di *Electric Room* (ER) 1 yang berada jauh dari *panelview* diruang operator.

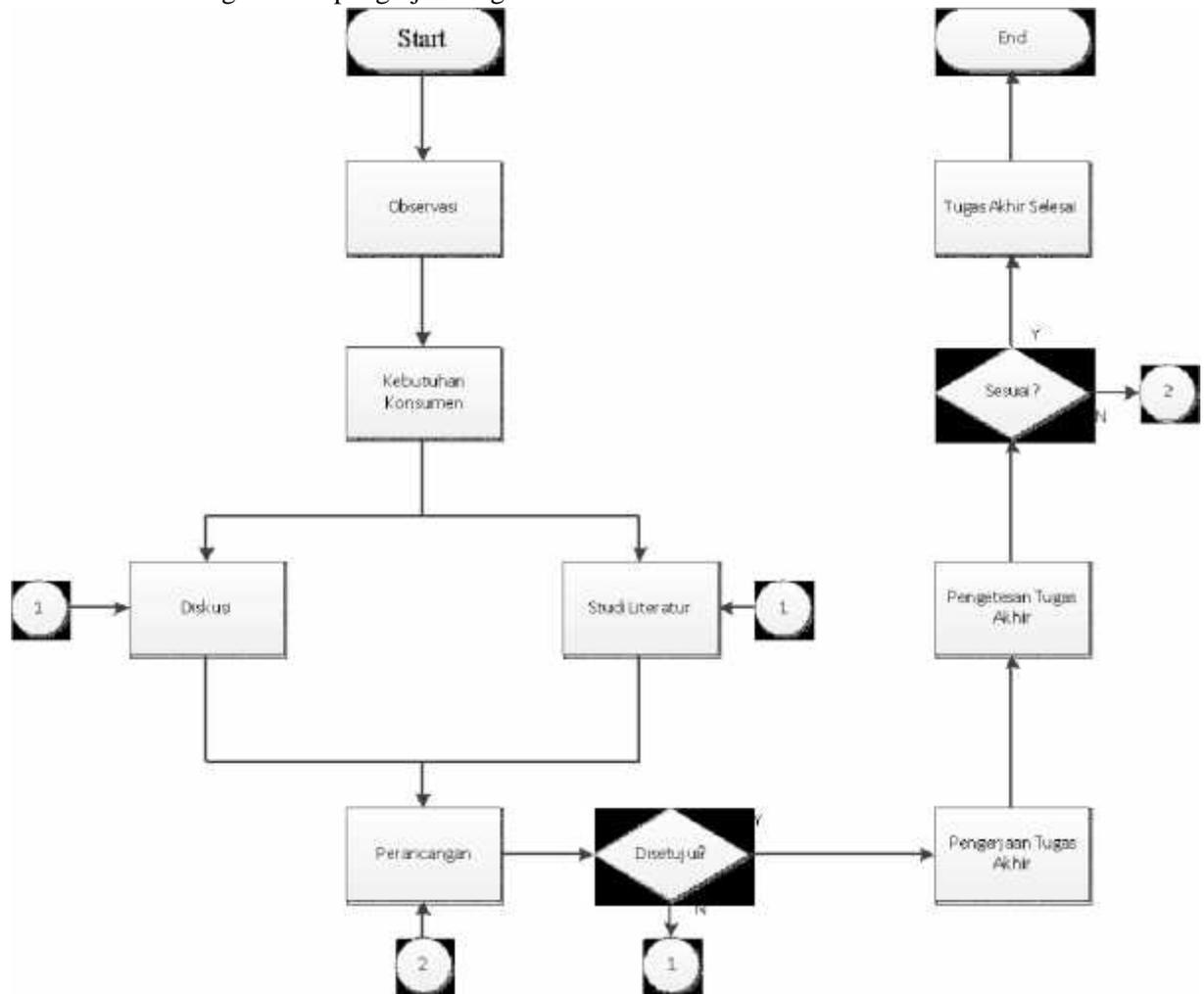
Penggantian sistem *safety device* harus dilakukan untuk menghilangkan kondisi mati tanpa indikasi tersebut. penggantian meliputi penggantian *safety device*, koneksi dan kabel. Selain pada *safety device* penggabungan sistem plc juga dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dilakukannya *troubleshooting* dan penambahan. Selain itu proses pendeteksian akan lebih mudah dengan adanya indikasi pada setiap *safety device* yang ada.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Holcim Indonesia Tbk Plant Narogong yang beralamat di Jl. Raya Narogong Km. 7 Kecamatan Klapanunggal Kabupaten Bogor. Yang dilaksanakan pada 3 Oktober 2016 sampai 31 July 2017.

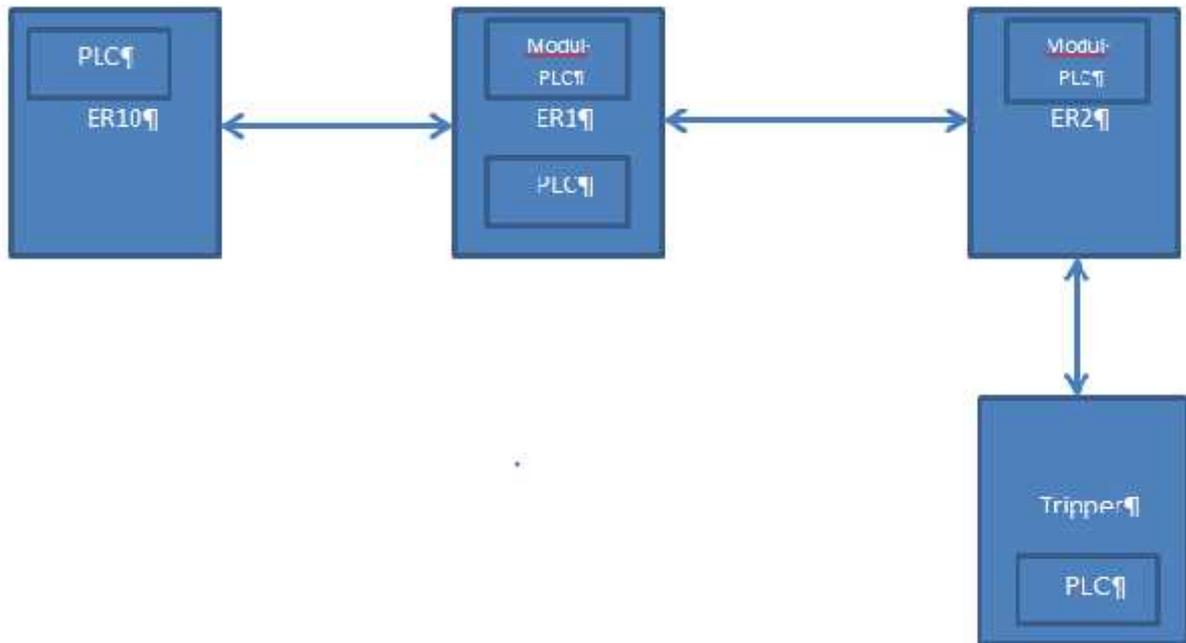
Proses diagram alir pengerjaan tugas akhir.



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

Observasi

Metode observasi adalah dengan melakukan observasi atau pengamatan terhadap alat yang akan di modifikasi dan masalah yang terjadi. pada kasus ini



Gambar 2. Skema Komunikasi Sistem Kontrol Shale Crusher

Diskusi

Pada metode ini dilakukan diskusi antara pihak-pihak yang terkait dengan modifikasi ini. Pihak-pihak tersebut antara lain, Departemen produksi sebagai user dari modifikasi ini, departemen electric and instrument sebagai provider dan penasihat pada modifikasi ini serta pihak-pihak lain yang terkait dengan modifikasi ini

Perancangan

Pada metode ini dilakukan perancangan didasari dengan hasil observasi dan diskusi. Perancangan bertujuan untuk mempersiapkan apa saja yang dibutuhkan oleh modifikasi ini. Perancangan ini meliputi perancangan program dan *wiring* kontrol.

Uji Coba Tugas Akhir

Uji coba dilakukan untuk memeriksa apakah modifikasi ini sudah sesuai dengan apa yang diharapkan dengan acuan diskusi dan observasi tadi. Pengujian ini juga dilakukan untuk mencari kekurangan dari sistem yang telah dibuat untuk dapat di perbaiki menjadi lebih baik kedepannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem *safety device* pada 22C-BC2 dilakukan penggantian secara total dikarenakan dengan buruknya sistem *safety device* sebelumnya. Pada penggantian ini semua *safety device* sebelumnya di lepas dan diganti. Semua *safety device* yang baru di hubungkan kedalam PLC satu persatu supaya semua *safety device* yang ada dapat menjadi indikasi untuk memudahkan pendeteksian masalah maupun *troubleshooting* pada saat operasi. Selain itu sistem *safety device* dibuat menjadi lebih simple tanpa mengurangi aspek keselamatan pada alat.



Gambar 3. Posisi Panel Pembagi di Area *Discharge Chute* 22C-BC2

Safety device yang dipasang lalu dihubungkan ke dalam panel pembagi di di dekat *discharge chute* 22C-BC2. Panel pembagi ini bertujuan untuk mensentralisasi koneksi *safety device* yang akan masuk ke ER1.



Gambar 4. Gambar Panel Pembagi

Koneksi dari panel pembagi ke ER1 menggunakan kabel 12 x 1.5mm untuk dapat ,mengkomunikasikan semua *safety device* satu persatu. Setelah dilakukan wiring dipanel pembagi kabel tersebut ditarik dan dikoneksi kedalam panel didalam ER1. Semua koneksi tersebut akan masuk dahulu kedalam relay yang selanjutnya akan diteruskan ke sistem PLC



Gambar 5. Gambar Relay pada Panel di ER1

Proses penggabungan sistem PLC dimulai dengan membongkar PLC lama yang digunakan oleh 22C-BC2. Semua koneksi dilepas dan ditandai untuk memudahkan pada saat proses pemasangan kembali. Karena adanya penggantian sistem semua sistem lama yang ada dibongkar, dan proses pemasangan tidak akan mengacu pada sistem yang telah dibongkar ini.

Pemasangan koneksi kabel PLC dimulai dengan menyiapkan koneksi dari *safety device* yang telah diganti. Semua koneksi ini akan masuk ke modul input yang ada di ER1.

Tabel 1. Tabel List *Safety device* dan Alamat Input

No	<i>Safety device</i>	Address Input
1	Pull Cord Switch 7	I[2].7
2	Pull Cord Switch 8	I[2].8
3	Belt Drift Alarm 1	I[2].9
4	Belt Drift Interlock 1	I[2].10
5	Belt Drift Alarm 2	I[2].11
6	Belt Drift Alarm 2	I[2].12
7	Pull Cord Switch 1	I[2].1
8	Pull Cord Switch 2	I[2].2
9	Pull Cord Switch 3	I[2].3
10	Pull Cord Switch 4	I[2].4
11	Pull Cord Switch 5	I[2].5
12	Pull Cord Switch 6	I[2].6
13	Belt Drift Alarm 3	I[2].13
14	Belt Drift Interlock 3	I[2].14
15	Belt Drift Alarm 4	I[2].15

16	Belt Drift Interlock 4	I[2].16
17	Material Level	I[1].4
18	Tear Switch	I[1].5
19	Emergency Stop	I[1].12

Koneksi kabel *safety device* dibuat satu persatu guna membuat indikasi pada PLC. Indikasi yang dibuat ini dapat memudahkan operator untuk mendeteksi kesalahan pada sistem terutama sistem 22C-BC2. Dengan adanya indikasi yang individual ini setiap *safety devicenya* operator akan langsung mengetahui *safety device* mana yang bekerja dan akan langsung ke lokasi *safety device* tersebut untuk mengecek keadaan alat. Bila ada kesalahan alat akan langsung dapat diperbaiki dan direset ulang supaya sistem dapat berjalan dengan normal kembali.

Terdapat 2 buah motor yang digunakan untuk menggerakkan *belt conveyor 22C-BC2*. Motor ini berjalan berkesinambungan dengan tenaga dan kecepatan putar yang sama. Power dari motor ini adalah 200 KW dan berjalan di 1500 RPM. dua motor ini bertujuan untuk menarik *belt conveyor* dengan panjang 2 KM. motor-motor ini digerakan dengan variable speed drive. Dengan adanya variable speed drive ini kedua motor dapat berjalan dengan kecepatan yang sama. *Port I/O* yang dipakai oleh PLC dari drive ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Tabel Kontrol 22C-BC2 beserta Alamat

No	Function	Address
1	Start Pulse	O[5].12
2	Stop Pulse	O[5].9
3	<i>Belt conveyor</i> Running	I[1].13
4	Failure <i>Belt conveyor</i>	I[1].8

Koneksi I/O yang terdapat pada sistem 22C-BC2 ini sudah termasuk simple karna sudah menggunakan VSD sebagai control motornya. Pengaturan sudah otomatis disetting dari VSD.

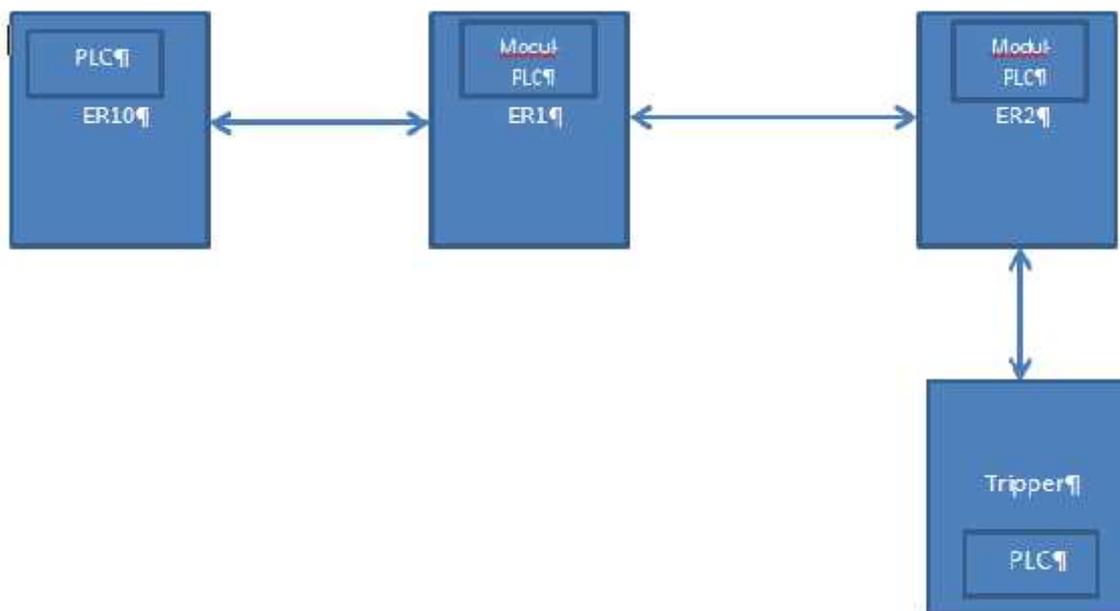
Setelah dilakukan wiring pada PLC berdasarkan alamat yang tertera ditabel sebelumnya program pada PLC dilakukan untuk mengakomodasi sistem untuk 22C-BC2.



Gambar 6. Gambar Modul PLC di ER1

Pembuatan dilakukan dengan membuat sistem utama 22C-BC2 terlebih dahulu. Sistem ini menggunakan sinyal digital. Yang hanya memiliki dua sinyal yaitu nilai 0 atau 1^[1]. Sistem auto dan local pada sistem *belt conveyor* 22C-BC2 ini sudah menggunakan sistem PLC dan VSD secara keseluruhan. Dengan dipakainya sistem ini penggunaan relay akan sangat minim mengingat semua relay telah ada didalam PLC dan VSD.

Untuk sistem auto semua telah dikontrol didalam program PLC, sedangkan untuk sistem manual karna motor *belt conveyor* ini telah memakai VSD, pengontrolannya akan langsung dapat dikontrol dari *interface* dari VSD. Dengan menggunakan sistem otomasi seperti ini proses *troubleshooting* dan pengoperasian akan jauh lebih mudah dan lebih simple.



Gambar 7. Skema Komunikasi Setelah Upgrade

Semua modul yang ada tidak berada disatu tempat, modul-modul ini dapat berkomunikasi via jaringan Ethernet. Jaringan Ethernet ini menggunakan kabel fiber untuk menghubungkannya. Kabel fiber mempunyai beberapa kelebihan diantaranya kabel fiber dapat memuat lebih banyak bandwidth dibandingkand engan kabel tembaga. Kabel fiber juga tidak akan terkena gangguan dari lingkungan sekitar.^[2] Kabel fiber lalu dihubungkan ke switch converter dari kabel fiber ke kabel UTP, lalu kabel UTP tersebut akan dihubungkan ke Network Interface Module. Modul ini berguna untuk menghubungkan beberapa PLC dan device lainnya untuk berkomunikasi dan bertukar data PLC menggunakan jaringan LAN^[3]. Semua koneksi ini akan masuk kedalam PLC yang berada di ER10 seperti pada gambar . Dengan dilakukannya modifikasi ini semua sistem dari *shale crusher production* telah menjadi sistem yang terintegrasi.

4. **KESIMPULAN**

Kesimpulan dari penulisan ini adalah dengan adanya sistem *safety device* yang baru dan simple akan memudahkan operator dalam melakukan pendeteksian masalah. Dan dengan adanya sistem baru ini masalah dari frekuensi mati ready berkurang karena *wiring* dan alat yang dipakai baru. Selain sistem *safety device* yang baru proses penggabungan menjadi 1 sistem pun dapat membuat proses troubleshooting lebih mudah karena semua telah terpusat kedalam 1 PLC. Selain itu PLC yang digunakan merupakan PLC dengan versi yang lebih baru dan bias membuat sistem dari shale production menjadi lebih reliable.

5. **UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Bpk Achmad Arief, Bpk M. Anton Saputra, dan Bpk Fattahula atas bimbingan yang telah diberikan diarea spesialisasi maupun di area akademisi.

6. **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Yunan, SM. Dasar sistem kontrol berbasis PLC. 2006.
- [2] Andrew S. Tanenbaum dan David J. Wetherall. 2010. Computer Networks
- [3] L.A Brayn dan E.A Brayn. 1997 Programmable Controllers Theory and Implementation.

PERENCANAAN PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN COMPRESSION MOULDING DI PT. X

Reza Nurpahmi Ramadan, Tri Widjatmaka

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425, Indonesia
Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530,
rezanurpahmiramadan@gmail.com

Abstrak

Compression molding adalah biasa diketahui teknik untuk pengembangan bermacam produk komposit. Ini adalah proses pencetakan tertutup dengan mengaplikasi tekanan tinggi. Pada metode ini, dua pasangan cetakan mold yang digunakan untuk pabrikan produk komposit. Dalam pencetakan kompresi, pelat dasar tidak bergerak sementara pelat atas dapat bergerak. Pada prinsipnya, mesin compression moulding adalah sejenis mesin pencetak yang berorientasi vertikal dengan dua bagian cetakan (bagian atas dan bawah). Umumnya, mekanisme hidrolik digunakan untuk aplikasi tekanan pada pencetakan kompresi. Mesin compression moulding berperan cukup vital dalam proses produksi untuk itu diperlukan adanya pencegahan downtime pada mesin dengan cara menerapkan sistem preventive maintenance pada mesin tersebut yaitu dengan membuat jadwal preventive maintenance dengan metode ISMC. Untuk dapat membuat jadwal preventive maintenance dengan metode ISMC maka penelitian dilakukan dengan study literature dan study di lapangan. Study literature dilakukan berdasarkan manual book mesin Compression moulding, buku-buku tentang pemeliharaan mesin industri dan Study lapangan berdasarkan diskusi lapangan. Dengan adanya jadwal preventive maintenance dengan metode ISMC dan pelaksanaan yang konsisten maka dapat mengurangi kemungkinan timbulnya kerusakan pada mesin.

Kata kunci : *Compressing Moulding, Preventive Maintenance, ISMC*

Abstract

Compression molding is a well known technique to develop variety of composite products. It is a closed molding process with high pressure application. In this method, two matched metal molds are used to fabricate composite product. In compression, base plate is stationary while upper plate is movable. In principle, a compression molding machine is a kind of press which is oriented vertically with two molding halves (top and bottom halves). Generally, hydraulic mechanism is used for pressure application in compression molding. Compression moulding has a vital role in the production process, which is it needs prevention of downtime on the machine by applying the system of preventive maintenance on the machine, in case to create a preventive maintenance schedule with ISMC method. To create a preventive maintenance schedule with ISMC method the research conducted with study literature and field study. Study literature is based on manual book Compression moulding, industrial maintenance books and field study based on discussions. By the presence of a maintenance schedule that with ISMC method and as well as consistent implementation, it can reduce the possibility of damage to the machine.

Keywords : *Compressing Moulding, Preventive Maintenance, ISMC*

1. LATAR BELAKANG

PT. Indokarlo Perkasa Astra Otoparts Member bergerak dalam bidang industri manufaktur karet *otoparts* untuk roda dua dan roda empat . Salah satu *area* di perusahaan ini adalah *area Pressing* di *Plan Pressing dan Mixing* . Dimana di *Area* ini terdapat mesin *Compression Moulding* yang masih menggunakan operator .

Perkembangan industri otomotif yang begitu pesat, menuntut perusahaan selaku industri komponen otomotif untuk menghasilkan barang berkualitas tinggi dengan kuantitas yang tinggi pula .Berdasarkan durasi produksi yang tinggi, maka untuk menjaga performa mesin tersebut dibutuhkan sebuah sistem perawatan berupa *Preventive Maintenance (PM)*. Sistem perawatan berupa *Preventive Maintenance* dianggap mampu mencegah penurunan fungsi produksi karena adanya *Breakdown Maintenance*. Maka untuk menghindari *Breakdown Maintenance* dan terjadi *Down Time*, mesin *Compression Moulding* ini membutuhkan sistem perawatan berupa *Preventive Maintenance*.

Berdasarkan kebutuhan sekaligus permintaan perusahaan akan sistem perawatan pada mesin *Compression Moulding* yang optimal dan berkelanjutan maka dengan adanya *Preventive Maintenance* diharapkan menjadi sebuah langkah terbaik untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Maka dari itu penulis berusaha membuat sistem *preventive maintenace* untuk *compression moulding*

1.2 RUMUSAN MASALAH

) Bagaimana cara membuat penjadwalan pemeliharaan yang untuk mesin *compression moulding* ?

1.3 METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metode pelaksanaan yang dipakai adalah :

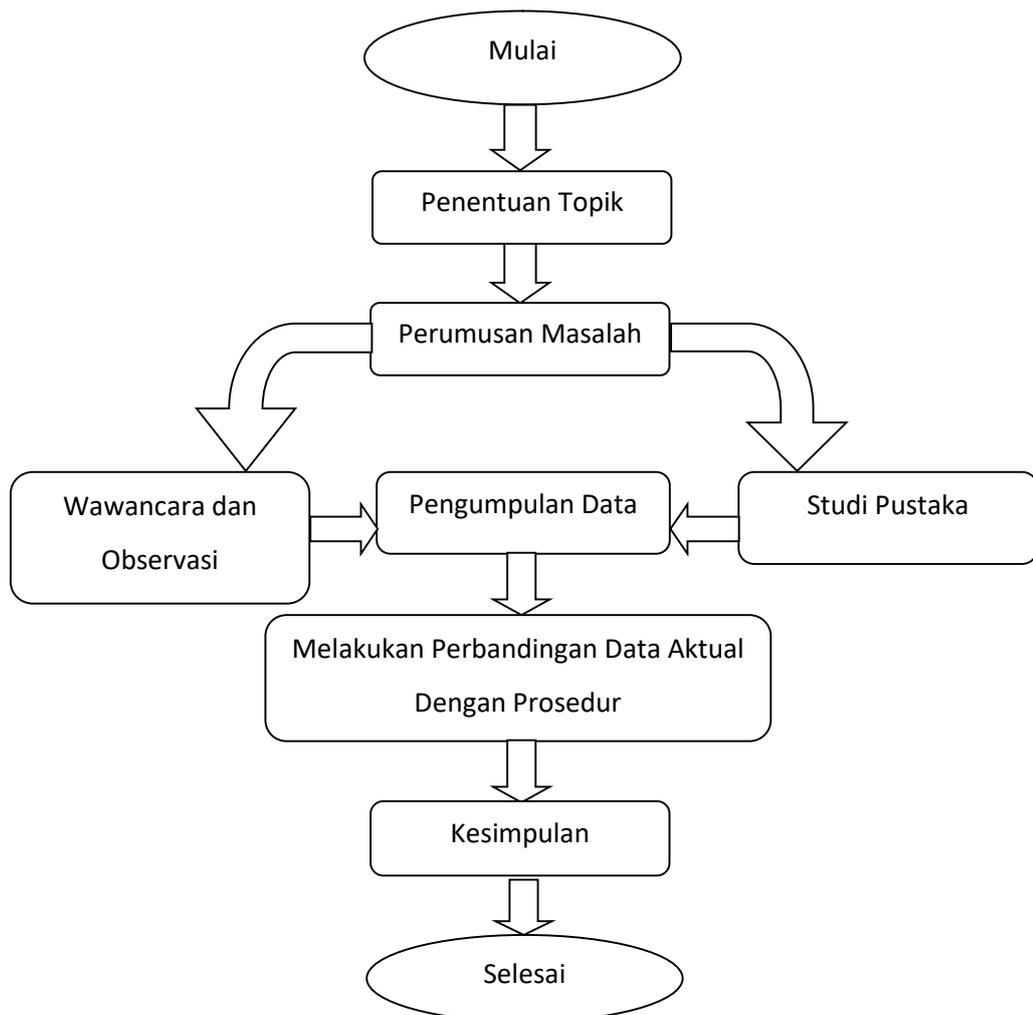
Siklus Pemeliharaan Repair Cycle

Metode pemeliharaan terencana merupakan suatu bentuk pelaksanaan pemeliharaan yang terjadual. Oleh karena itu siklus pemeliharaan menjadi penting keberadaannya. Klasifikasi pemeliharaan mesin dalam *Preventive Maintenance*, menurut H.P.GARG (1980) dapat dibagi menjadi 4 kategori (keadaan), yaitu;

1. *Inspection (I)*
2. *Small Repair (S)*
3. *Medium Repair (M)*
4. *Complete Overhaul (O)*

Masing-masing tingkatan/kategori di atas (ISMC) mempunyai batasan-batasan kerja secara umum untuk melaksanakan pemeliharaan untuk pencegahan (*Preventive Maintenance*) .

1. Metode Wawancara dan Observasi
Yaitu metode yang dilakukan untuk menentukan masalah tentang mesin yang terdapat diperusahaan untuk dijadikan sebagai tugas akhir
2. Metode Pengumpulan Data Yaitu metode yang digunakan untuk memenuhi persyaratan berupa data lapangan untuk selanjutnya dipakai untuk tahap pengolahan data
3. Metode Studi pustaka
Bertujuan untuk menemukan teori-teori yang sesuai dengan masalah yang sedang dibahas guna membantu memecahkan masalah tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara membaca dan mencari buku-buku jurnal, buku manual tentang mesin tersebut, dan segala jenis laporan yang berkaitan dengan topik yang dibahas.



Gambar. 1 flow chart metode penelitian

1.4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian

Mesin *Compression moulding* yang digunakan dalam objek komponen dan pembuatan perencanaan perawatan ini adalah Mesin *Compression moulding* Pan Stone 200T. Adapun data teknis dari kompresor tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel.1 data spesifikasi mesin

一般規格 GENERAL SPECIFICATION	
外觀尺寸 FOOTPRINT DIMENSION	L3890XW2140XH2330
鎖模力 CLAMPING FORCE	200 TON
最大使用壓力 WORKING PRESSURE(MAX)	210 Kg/cm ²
活塞直徑 PISTON DIAMETER	ø355
最大行程 STROKE(MAX)	400 mm
子缸規格 SUB-CYLINDER SPEC.	FA63X460stX2
最大開檔 DAYLIGHT(MAX)	500 mm
電熱容量 HEATER CAPACITR	18.3 KWX2
熱盤尺寸 HEATING PLATEN DIMENSION	505X510 mm
油箱容積 OIL RESERVOIR	600 L
主機馬力 MAIN HORSEPOWER	15HPX6P
流道模方式 WAY OF MOLD IN/OUT	油壓缸 (HYDRAULIC CYLINDER)
上層離型油缸 UPPER STRIPPER CYLINDER	FA40X360stX2(1750kg)
中層離型油缸 MIDDLE STRIPPER CYLINDER	FA50X250stX2(2750kg)
拍板油缸 CLAPPER CYLINDER	FA60X150st(3500kg)
模架板尺寸 BCLSTER PLATE DIMENSION	500X500 mm

Gambar.2 Spesifikasi mesin compression moulding

Hidrolik unit :

- Motor hidrolik : *Three Phase Induction motor 15 [Hp]*
- Solenoid Directional Valves : Max Pressure 315 [kgf/cm²]
- Double vane pump : Max Pressure 210 [kgf/cm²]

a. Data Keseharian Mesin

- Giliran kerja mesin (*Shift*) dalam 1 hari

PT. X menerapkan 3 *Shift* untuk proses produksi. Kegiatan produksi dilakukan setiap hari kerja yaitu mulai dari senin sampai minggu. Setiap harinya dalam 2 giliran kerja (*Shift*) mesin bekerja sekitar ±16 jam.

- Tipe produksi

Dalam dunia industri ada 3 jenis tipe dari produksi, yaitu massal, seri, dan unit. Di PT. X Indonesia tipe dari produksi yang digunakan adalah massal.

b. Siklus Pemeliharaan

Berdasarkan data yang di dapat pada data keseharian mesin, maka dilakukan penentuan siklus dari pemeliharaan atau perawatan itu sendiri. Siklus perawatan selain ditentukan oleh data keseharian mesin, juga ditentukan dari tipe kapasitas mesin *compression molding* tersebut . Penentuan siklus pada mesin *compression molding* maka didapat siklus peawatan adalah sebagai berikut :

Tabel.2 data spesifikasi mesin

Equipment	Repair Cycle				Type of production	Duration of the complete cycle in years (T) in years			Duration between consecutive stage (t) in		
	Cycle	No. Of repairs Between Complete Overhauls				Working Shift			Working Shift		
		M	S	I		1	2	3	1	2	3
Moulding machine upto 300 kg	C-I1-I2-S1-I3-I4-M1-I5-I6-S2-I7-I8-C	1	2	8	Mass	2	1	1	2	1	1
					Series	2,5	1,5	1	2,5	1,5	1
					Unit	3	1,5	1	3	1,5	1
Moulding machine upto 300 - 1000 kg	C-I1-I2-S1-I3-I4-M1-I5-I6-S2-I7-I8-M2-I9-I10-S3-I11-I12-C	2	3	12	Mass	3	1,5	1	2	1	1
					Series	4	2	1,5	2,5	1,5	1
					Unit	4,5	2,5	1,5	3	1,5	1
Moulding machine upto 1000 - 5000 kg	C-I1-I2-S1-I3-I4-M1-I5-I6-S2-I7-I8-M2-I9-I10-S3-I11-I12-C	2	3	12	Mass	4	2	1,5	2,5	1,5	1
					Series	5	2,5	1,5	3,5	2	1,5
					Unit	5,5	3	2	4	2	1,5
Magnetic separator , sand mill , rtary durm screen , vibrator and knockout grid , shot blasting machine , pan rolls , mould filling machine	C-I1-I2-S1-I3-I4-M1-I5-I6-S2-I7-I8-M2-I9-I10-S3-I11-I12-C	2	3	12	Mass	2	1	1	1,5	1	1
					Series	2,5	1,5	1	2	1	1
					Unit	3	1,5	1	2	1	1
Moulding machine over 5000 kg	C-I1-I2-S1-I3-I4-S2-I5-I6-M1-I7-I8-S3-I9-I10-S4-I11-I12-M2-I13-I14-S5-I15-I16-S6-I17-I18-C	2	6	18	Mass	6	3	2	2,5	1,5	1
					Series	8	4	3,5	3,5	2	1,5
					Unit	9	4,5	3	4	2	1,5

Sand Blasting machine , reclamation moulding and core sands	C-I1-I2-S1- I3-I4-S2-I5- I6-M1-I7- I8-S3-I9- I10-S4-I11- I12-M2-I13- I14-S5-I15- I16-S6-I17- I18-C	2	6	18	Mass	4	2	1,5	2	1	1
					Series	5	2,5	2	2,5	1,5	1
					Unit	5,5	3	2	2,5	1,5	1

C - I1 - I2 - S1 - I3 - I4 - S2 - I5 - I6 - M1 - I7 - I8 - S3 - I9 - I10 - S4 - I11 - I12 - M2 - I13 - I14 - S5 - I15 - I16 - S6 - I17 - I18 - C

Keterangan : C = Complete *Overhaul*
I = Inspeksi
S = *Small Repair* (Perbaikan Kecil)
M = *Medium Repair* (Perbaikan Sedang)

Selain siklus didapat juga periode dan siklus untuk perawatan yang harus dilakukan dan saling berkaitan dengan siklus perawatan tersebut. Ada 2 jenis periode perawatannya itu periode perawatan dalam bulan, dan periode perawatan dalam tahun.

Untuk periode perawatan dalam bulan didapatkan nilai sebesar 1. Jadi maksudnya adalah jangka waktu antara perawatan terakhir dengan perawatan selanjutnya berjarak 1 bulan. Misalnya pada Inspeksi pertama (I1) dilakukan pada awal bulan Januari, maka perawatan selanjutnya Inspeksi kedua (I2) dilakukan pada awal bulan februari . Begitu juga seterusnya dari Perbaikan Kecil pertama (S1) ke Inspeksi ketiga (I3) jangka waktunya 1 bulan.

Sedangkan untuk periode perawatan dalam tahun didapatkan nilai sebesar 2. Jadi maksudnya yaitu jangka waktu untuk seluruh perawatan pada siklus perawatan dilakukan selama 2 tahun. Atau dengan kata lain jarak antara *Complete Overhaul* (C) ke *Complete Overhaul* selanjutnya berjangka 2 tahun.

1.5 KESIMPULAN

Berdasarkan data spesifikasi mesin dan studi literatur , maka didapat siklus perawatan ISMC dengan jangka waktu 2 tahun, periode perawatan setiap 1 bulan. Dengan siklus inspeksi setiap 1 bulan, siklus S1 ke S2 selama 3 bulan, S2 ke S3 selama 6 bulan, S3 ke S4 selama 3 bulan, S4 ke S5 selama 6 bulan, S5 ke S6 selama 3 bulan. Dan jangka waktu untuk M1 ke M2 selama 9 bulan .

1.6 DAFTAR PUSTAKA

-) Corder, “Teknik Manajemen Pemeliharaan” ; Penerbit Erlangga ; Jkt ; 1988
-) *Instruction Manual Compression moulding Pan Stone*
-) Garg, HP. *Industrial Maintenance*. S. Chand & Company Ltd, 1997.

- J National Programme on Technology Enhanced Learning (NPTEL) (2009) modules “Engineering material and processing” National Programme on Technology Enhanced Learning Programme Division Mechanical Engineering
- [http : //www.nptel.ac.in/courses/112107085/module5/lecture6/lecture6](http://www.nptel.ac.in/courses/112107085/module5/lecture6/lecture6) (di akses pada 1 juli 2017)
- J K.O Ejiroghene , V.A Eruero , S. A Ayodele “Design and Fabrication of Compression Molding Machine for Plastic Waste Recycling in Nigeria” International Academic Journal of Innovative Research Vol. 3, No. 11, pp. 1-20 ,2016.

ALIGNMENT PADA PERBAIKAN POMPA SENTRIFUGAL MEREK EBARA

Andika Lamanda Putra¹, Seto Tjahyono,²

Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. GA. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425 Depok
andika.lamanda@gmail.com

Abstrak

Di dunia industri, pompa digunakan untuk membantu proses produksi. Misalkan di industri air minum, apabila pompa mengalami kerusakan maka pasokan air akan terganggu. Sehingga pompa harus selalu bekerja dengan optimal.

Sebuah pompa dengan keadaan tidak terawat dan tidak terpasang terdapat di sebuah gudang barang bekas. Bahkan, pada bagian volute ditemukan berbagai jenis sampah yang menghambat proses penghisapan. Jenis pompa adalah pompa sentrifugal bertipe 125 x 100 FS4KA dengan power motor 7,5 kW dan memiliki kapasitas 1,8 m³/min jika dalam keadaan baik. Untuk mengetahui apakah pompa tersebut masih layak atau tidak, perlu dilakukan observasi yaitu pembongkaran, pengukuran, pemasangan kembali, dan uji coba untuk mengetahui kapasitas pompa sekarang. Untuk mengetahui kapasitas pompa, perlu dilakukan pengujian alignment karena misalignment merupakan salah satu penyebab dari tidak optimalnya kerja pompa.

Setelah melakukan observasi kondisi pompa dan dibandingkan dengan kondisi standarnya, maka dapat diketahui bahwa pompa masih bisa beroperasi dengan kondisi % dari kondisi standarnya.

Kata Kunci : Pompa, Optimal, Power motor, Jenis pompa, Kapasitas

Abstract

In the industry, pumps are used to assist the production process. For example in drinking water industry, if the pump is damaged, the water supply will be disrupted. So, the pump should always work optimally.

A pump in an unkempt and unplugged state in a warehouse. In fact, in the volute found various types of waste that inhibit the suction process. The type of pump is 125 x 100 FS4KA centrifugal pump with a 7,5 kW power motor and 1,8 m³/min capacity in good condition. To find out whether the pump is still feasible or not, it is necessary to observe the dismantling, measuring, reassembling and testing to know the real capacity now.

To know the pump capacity, it is necessary to do alignment testing because misalignment is one of the causes of not optimal pump work.

After observing the pump condition and compared with the standard conditions, it can be seen that the pump can still operate with the condition..... % of the standard conditions.

Key words : Pump, Optimal, Motor power, Type pump, Capacity.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pompa adalah suatu peralatan mekanik untuk menggerakkan fluida berjenis cairan. Pompa menggerakkan cairan dari tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi, untuk mengatasi perbedaan tekanan ini maka diperlukan tenaga (energi). Pompa diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu pompa sentrifugal, pompa aliran campur dan pompa aliran aksial.

Pompa merek Ebara yang akan diperbaiki adalah jenis pompa sentrifugal. Jenis pompa sentrifugal dipakai untuk mencapai head yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis pompa yang lainnya. Untuk mencapai kemampuan optimal pompa, maka diperlukan perbaikan melalui pengujian-pengujian untuk mengetahui kerusakan pompa. Pengujian yang dilakukan diantaranya adalah pengujian alignment. Pengujian alignment diperlukan karena apabila misalignment terjadi pada pompa maka dapat menurunkan efisiensi mekanis dari kerja pompa. Selain itu, apabila misalignment terjadi pada pompa maka akan terjadi getaran yang berlebihan pada poros yang menyebabkan gesekan berlebihan pada bearing sehingga akan menimbulkan panas atau overheat.

Oleh karena itu, pada penulisan tugas akhir ini saya akan memperbaiki pompa sentrifugal merek ebara melalui pengujian alignment dan membuat perawatan-perawatan pompa agar tetap terjaga dalam kondisi yang optimal.

1.2 Metode Penelitian

- ✓ Metode observasi : Metode observasi dilakukan untuk mendapatkan kondisi pompa yang sebenarnya agar dapat dibandingkan dengan kondisi pompa yang masih baik.
- ✓ Metode pengujian : Melakukan pengukuran-pengukuran pada komponen pompa, pengujian-pengujian untuk mendapatkan kondisi pompa yang baik.
- ✓ Analisa data : Analisa hasil pengukuran dan pengujian untuk penarikan kesimpulan.

II. EKSPERIMEN

Untuk melakukan pengembalian kondisi pompa menjadi kondisi yang optimal maka perlu dilakukan dengan cara-cara berikut :

1. Pemeriksaan kondisi pompa.
2. Pengukuran komponen pompa dan disesuaikan dengan *manual book*.
3. Melakukan pembongkaran pompa.
4. Pengecekan kondisi motor.
5. Pemasangan kembali dan melakukan *running test* pada pompa.
6. Pengukuran debit pompa.
7. Melakukan pengujian alignment untuk mengoptimalkan kondisi pompa.
8. Penarikan kesimpulan.

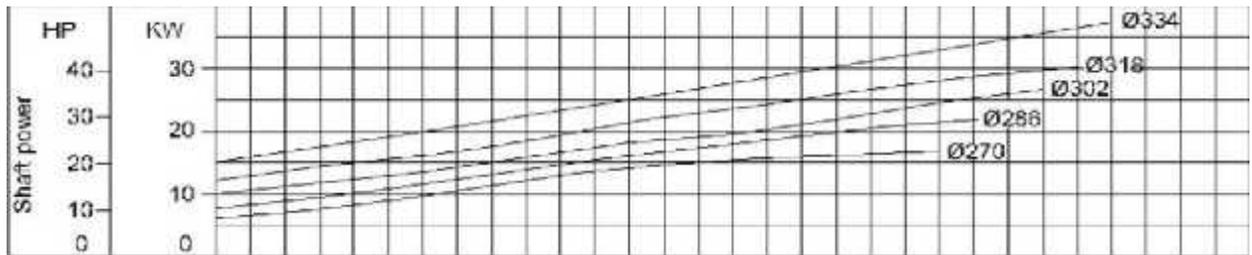
III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemeriksaan kondisi pompa beserta pengukuran komponen pompa

Hasil pengukuran pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA (keadaan sekarang)

Power motor : 10 hp

Diameter impeller : 255 mm



Gambar 1.1 Grafik hubungan power pompa dengan diameter impeller

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada pompa sentrifugal dan dibandingkan dengan grafik *performance* pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA yang terdapat di *manual book* maka dapat dikatakan bahwa pompa sentrifugal yang ada sesuai dengan keadaan semula atau masih bersifat asli dari pabrik pembuat pompa.

3.2 Keadaan pompa



Gambar 3.1 Keadaan Pompa saat di Gudang Bekas



Gambar 3.2 Keadaan Pompa saat tiba di Politeknik Negeri Jakarta

Setelah dilakukan pembelian pompa, maka perlu dilakukan pengujian mengapa pompa dapat dinyatakan sudah tidak layak pakai atau kapasitas pompa sudah turun. Maka perlu dilakukan pembongkaran terhadap pompa untuk mengetahui apakah ada masalah dibagian dalam atau tidak.

3.3 Pengecekan kondisi motor

Setelah mengetahui adanya penyumbatan pada bagian casing, perlu juga dilakukan pengetesan motor apakah motor listrik yang ada masih layak dipakai atau tidak. Pengecekan kondisi motor listrik dilakukan di bengkel teknik elektro dibantu oleh dosen teknik elektro dan dapat dinyatakan bahwa motor listrik dalam kondisi bagus dan masih dapat menyala.

3.4 Alignment

3.4.1 Akibat dari *misalignment*

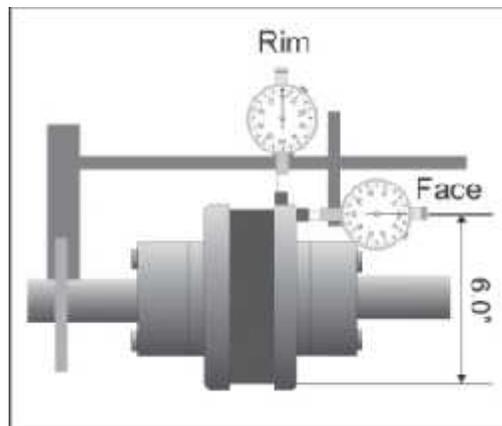
- Terjadinya getaran berlebih pada poros.
- Berkurangnya umur *bearing*.
- Temperatur meningkat.
- Menurunkan efisiensi mekanik.
- Dapat menimbulkan gesekan pada kumparan motor listrik.

3.4.2 Metode *alignment*

Metode yang dilakukan untuk melakukan pengujian *alignment* adalah metode *dial indicator*. Metode ini dipakai karena metode *dial indicator* mampu menampilkan hasil yang akurat, dapat digunakan di berbagai ukuran poros, dan dapat digunakan pada mesin-mesin yang memiliki putaran tinggi.

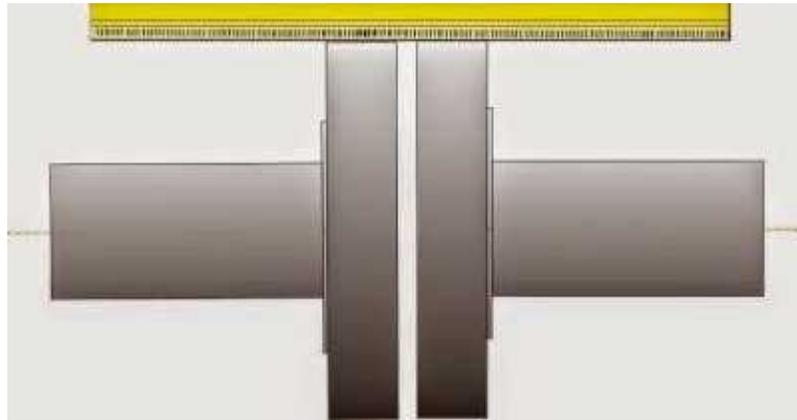
3.4.3 Cara Melakukan Pengujian *Alignment*

1. Tentukan metode apa yang akan digunakan dalam pengujian *alignment*. Berdasarkan bentuk dari kopling yang saling terikat maka metode yang harus dilakukan adalah metode *face & rim dial indicator*.



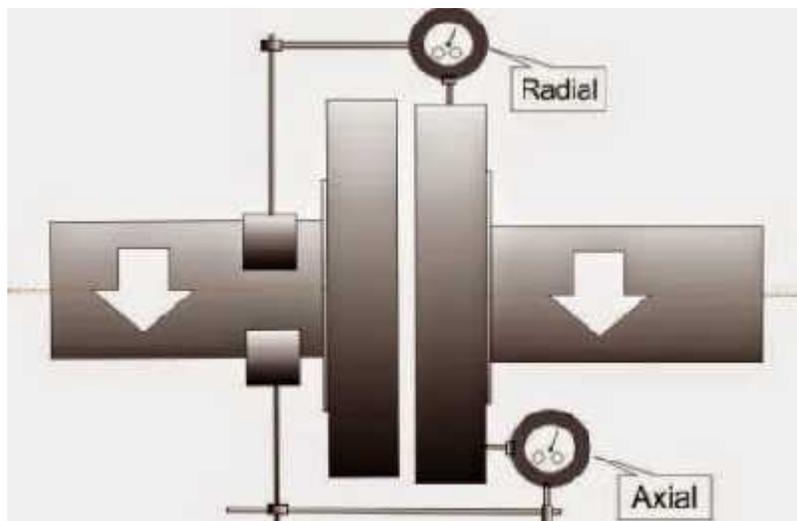
Gambar 3.3 Metode *Face & Rim*

2. Siapkan *dial indicator*, penggaris, kunci pas & *ring* sesuai ukuran, ampas, WD, dan alat tulis untuk mencatat hasil pengujian.
3. Pastikan bahwa motor listrik pompa dalam kondisi mati sehingga pengujian *alignment* dapat dilakukan dengan aman.
4. Lakukan pengecekan kondisi kaki dari motor dan pompa. Apabila kotor maka bersihkan terlebih dahulu menggunakan ampas dan WD.
5. Setelah dirasa cukup layak dan keadaan sudah sejajar. Lakukan pengujian *alignment* yang memiliki ketelitian lebih kasar terlebih dahulu yaitu dengan menggunakan penggaris. Bertujuan untuk mengetahui kondisi permukaan alas pompa.



Gambar 3.4 *Alignment* menggunakan penggaris

6. Cara menggunakan penggaris untuk melakukan pengujian *alignment* sangat sederhana sehingga disarankan untuk dilakukan terlebih dahulu. Penggaris diletakkan diatas kedua kopling tanpa perlu diputar. Namun cara pengujian ini memiliki ketelitian yang sangat kecil sehingga tidak disarankan untuk diambil kesimpulan hanya dengan menggunakan metode ini.
7. Cara lain untuk melakukan pengujian awal adalah dengan menggunakan *feeler gauge* untuk mengukur celah diantara kopling sama atau tidak. Apabila tidak memiliki *feeler gauge* dapat diganti dengan mistar baja sebagai pengukur celah kopling.
8. Lakukan pengujian *alignment* menggunakan metode *dial indicator face & rim* dengan cara memutar kedua kopling yang terikat oleh baut secara bersamaan. Metode ini digunakan untuk mempersingkat waktu karena sekali melakukan pengukuran dapat mendapatkan dua data yaitu bagian *face* dan *rim*.



Gambar 3.5 Pengujian *Alignment Face & Rim*.

9. Catat hasil data pengujian *alignment* apakah sudah memenuhi toleransi yang disepakati atau belum.
10. Toleransi yang diijinkan adalah sebesar 5/100 [mm].

IV. Kesimpulan

- a. Komponen Pompa masih memiliki spesifikasi yang sama sesuai dengan manual book.

- b. Kondisi motor masih hidup.
- c. Pengujian *alignment* dibutuhkan untuk meningkatkan kapasitas pompa.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Sularso. Haruo Tahara, 1994, Pompa dan Kompresor, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
2. <http://www.cnzahid.com/2015/02/tools-for-alignment.html> (diambil pada 6 Juli 2017 pukul 23:00)
3. <https://obengbaut.wordpress.com/2016/04/23/metode-alignment-rim-face-i/> (diambil pada 7 Juli 2017 pukul 01:00)
4. Sularso. Haruo Tahara, 1987, Pompa dan Kompresor, PT. Pertja, Jakarta.

Proses Perbaikan dan Menyusun SOP Pompa Sentrifugal Merek Ebara

Nurul Ashari Oktaviani, Seto Tjahyono.

*Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. GA. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425 Depok
nunuashari@gmail.com*

Abstrak

Di Industri pompa mempunyai peran sangat penting, baik berhubungan dengan proses produksi atau hanya sebagai alat penunjang. Demikian juga sebuah pompa sentrifugal dalam keadaan tidak terpasang dan tidak terawat. Pompa Sentrifugal merek Ebara ini bertipe 125 x 100 FS4KA dengan power motor 7,5 KW jika dalam keadaan baik pompa memiliki kapasitas 1,8 m³/min. Untuk mengetahui apakah kondisi pompa sentrifugal tersebut masih layak atau tidak maka perlu dilakukan observasi dan kajian literatur meliputi pembongkaran, pengukuran-pengukuran dimensi komponen, pemasangan kembali, uji coba untuk mengetahui kapasitas pompa sekarang, dan metode pemeliharaan seperti apa yang harus diterapkan agar kedepan pompa tetap dalam keadaan baik. Setelah pompa kembali dalam keadaan baik pompa perlu dipelihara agar keadaannya akan terus baik. Maka dari itu diperlukan metode peliharaan apa saja yang harus diterapkan dan standard operational procedure pemeliharaan apa saja yang bisa menjaga keadaan pompa. Dengan adanya metode pemeliharaan dan SOP pemeliharaan serta SOP pengoperasian maka pompa akan mempunyai lifetime yang cukup panjang.

Kata Kunci: *Pompa Sentrifugal, Optimal, SOP*

Abstract

Pump Industries has important part in industries, for relation with production or only as supporting tools. Thereby for a centrifugal pump in condition can not t apply and maintenance. Centrifugal Pump of Ebara has type 125 x100 FS4KA with motor power 7,5KW if in good condition centrifugal pump has capacity 1,8m³/min for know about centrifugal pump condition still able or do t have to observe and literature review there are unloading, measuring of component dimation, and assembling, trials for know about the capacity of pump now, and maintenance methods like have to implement for make the pump to be good condition again. After the pump back to in good condition, the pump has to maintenanced for make the pump always in good condition. Because of that we have to implement all of the maintenance methods and standard operational procedure of the maintenance which is can keep the condition of pump. Because of maintenance methods and SOP of maintenance and Operational, it can make the pump has life time capacity for used.

Keywords: *Centrifugal Pump, Optimal, Standard Operational Procedures*

1.1 Latar Belakang

Pompa adalah mesin untuk menggerakkan fluida. Pompa menggerakkan fluida dari tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi, untuk mengatasi perbedaan tekanan ini maka diperlukan tenaga (energi). Pompa dibagi ke beberapa klasifikasi diantaranya pompa sentrifugal, pompa aliran campur, pompa aliran aksial.

Pompa yang akan dibahas merupakan jenis pompa sentrifugal dengan merek Ebara. Pompa sentrifugal adalah suatu mesin kinetis yang mengubah energi mekanik menjadi energi fluida menggunakan gaya sentrifugal. Pompa sentrifugal terdiri dari sebuah cakram dan terdapat sudu-sudu, arah putaran sudu-sudu itu biasanya dibelokkan ke belakang terhadap arah putaran.

Pompa sentrifugal merek Ebara yang akan dibahas memiliki kondisi kurang baik. Karena itu diperlukan beberapa pengujian untuk mengembalikan kondisi pompa atau setidaknya mengoptimalkan kembali kerja pompa salah satunya adalah dengan bongkar pasang dan perbaikan pada pompa

Oleh karena itu pada tugas akhir ini saya akan membuat proses perbaikan dan menyusun *Standard Operational Prosedur* bongkar pasang pompa sentrifugal merek Ebara.

1.2 Metode Penelitian

Adapun metode yang digunakan adalah:

-) Metode observasi : Metode observasi dilakukan untuk mendapatkan kondisi pompa yang sebenarnya agar dapat dibandingkan dengan kondisi pompa yang masih baik.
-) Metode pengujian : Melakukan pengukuran-pengukuran pada komponen pompa, pengujian-pengujian untuk mendapatkan kondisi pompa yang baik.
-) Analisa data : Analisa hasil pengukuran dan pengujian untuk penarikan kesimpulan.

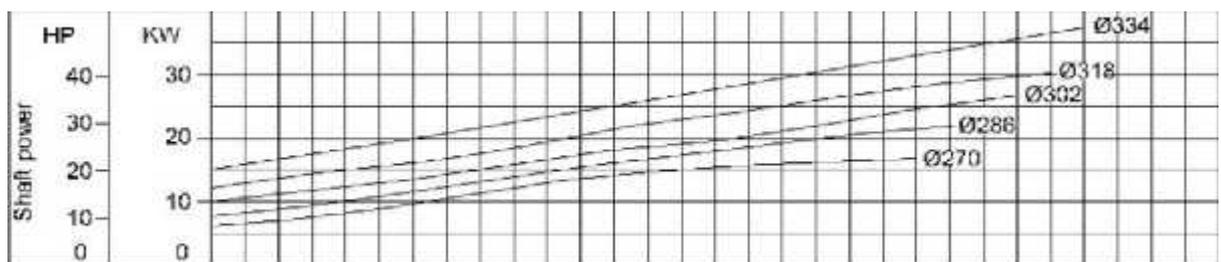
1.3 Hasil dan Pembahasan

Adapun hasil penelitian adalah:

Hasil pengukuran pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA (keadaan sekarang)

Power motor : 10 hp

Diameter impeller : 255 mm



Gambar 1.1 Grafik hubungan power pompa dengan diameter impeller

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada pompa sentrifugal dan dibandingkan dengan grafik performance pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA yang terdapat di manual book maka dapat dikatakan bahwa pompa sentrifugal yang ada sesuai dengan keadaan semula.

1.4 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat sementara adalah bahwa keadaan pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA masih sesuai dengan keadaan semula ketika pertama kali keluar dari pabrik. Untuk mencapai

kesimpulan yang menjadi tujuan dari penelitian ini perlu dilakukan uji coba lalu pengukuran-pengukuran untuk mencapai kapasitas yang optimal setelah itu dapat menentukan metode pemeliharaan apa saja yang harus diterapkan dan standard operational procedure pemeliharaan apa saja yang bisa menjaga keadaan pompa.

PERBAIKAN DAN INSTALASI PADA POMPA SENTRIFUGAL MEREK EBARA

Dean Antares¹, Seto Tjahyono²,

Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. GA. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425 Depok

deanantares@gmail.com

Abstrak

Di industri, pompa berperan penting keberadaannya, baik pompa yang berhubungan langsung dengan proses produksi atau yang hanya sebagai alat penunjang. Sebuah pompa sentrifugal ditemukan dalam keadaan tidak terpasang dan tidak terawat di sebuah gudang barang bekas. Pada bagian dalam pompa terdapat berbagai jenis sampah yang dapat menghambat pengisapan. Pompa Sentrifugal merek Ebara ini bertipe 125 x 100 FS4KA dengan power motor 7,5 KW jika dalam keadaan baik akan memiliki kapasitas 1,8 m³/min. Untuk mengetahui apakah pompa sentrifugal tersebut masih layak atau tidak, perlu dilakukan pengecekan kondisi pompa. Salah satu cara pengecekan pompa adalah melalui uji kapasitas pompa dengan mengukur debit yang dihasilkan. Sebelum melakukan uji kapasitas pompa maka perlu dilakukan perencanaan instalasi pengujian yang tepat dengan memperhatikan kondisi tempat dan unit – unit pendukung seperti pemipaan, alat ukur, dan penampungan air. Instalasi yang tepat akan membuat hasil pengujian lebih maksimal.

Kata Kunci : Pompa Sentrifugal, Power motor, Instalasi, Kapasitas

Abstract

In industry, pumps play an important role, either pumps that are directly related to the production process or just as support tool. An example is in the drinking water industry. In case of damage to the pump, the water supply will be disrupted or even stopped. A centrifugal pump is found in an unplugged and unmaintained in a used goods warehouse. Inside of the pump there are various types of waste that can inhibit suction. Ebara Centrifugal pump with type of 125 x 100 FS4KA with 7.5 KW motor power if in good condition will have a capacity of 1.8 m³ / min. To find out whether the centrifugal pump is still feasible or not, it is necessary to check the condition of the pump. One way to check the pump is through the test of pump capacity by measuring the resulting discharge. Prior to conducting the pump capacity test, it is necessary to plan the installation of appropriate testing by taking into account the condition of the premises and supporting units such as piping, measuring equipment, and water storage. installation will make the test results more leverage.

Keywords: Centrifugal Pump, Power motor, Installation, Capacity

I. LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang Masalah

Pompa adalah suatu peralatan mekanik untuk menggerakkan fluida berjenis cairan. Pompa menggerakkan cairan dari tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi, untuk mengatasi perbedaan tekanan ini maka diperlukan tenaga (energi). Pompa diklasifikasikan menjadi beberapa jenis yaitu pompa sentrifugal, pompa aliran campur dan pompa aliran aksial.

Ditemukan Pompa sentrifugal merek Ebara di sebuah gudang barang bekas dengan kondisi yang tidak terawat. Tujuan dari penelitian adalah untuk dapat mengetahui apakah pompa tersebut masih layak atau tidak. Untuk mengetahui apakah pompa tersebut masih layak atau tidak adalah dengan cara dilakukannya observasi pembongkaran, pengukuran – pengukuran, dan pemasangan kembali. Setelah dilakukan observasi tersebut, maka perlu dilakukan perencanaan instalasi yang tepat. Setelah dilakukan observasi dan instalasi yang tepat, maka dapat dilakukan uji coba untuk mengetahui apakah pompa tersebut masih layak atau tidak, Serta dapat mengetahui berapa kapasitas pompa yang sebenarnya. Maka dapat diketahui berapa persen kapasitas pompa tersebut dari kapasitas standarnya.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara proses instalasi yang tepat pada pompa sentrifugal merek Ebara?
2. Bagaimana cara mengetahui kondisi pompa yang sebenarnya?

1.3 Tujuan

1. Agar mengetahui proses instalasi yang tepat pada pompa sentrifugal merek Ebara
2. Agar dapat mengetahui kondisi pompa yang sebenarnya.

II. METODE PENELITIAN

- a) Metode Pengumpulan data
Melakukan pengumpulan data – data dari literature, manual book dan pengecekan kondisi pompa secara langsung.
- b) Metode pengujian
Melakukan pengukuran-pengukuran pada komponen pompa, dan uji kapasitas pompa dengan instalasi yang telah dibuat.
- c) Metode Analisa
Analisa hasil pengukuran dan pengujian untuk penarikan kesimpulan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3.1 Pompa Sentrifugal Merk Ebara

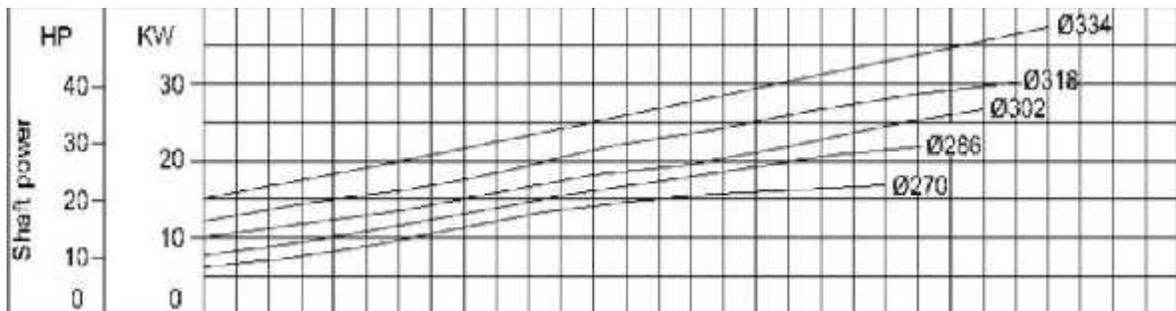
Gambar diatas merupakan pompa sentrifugal yang akan dijadikan objek penelitian. Kondisi Pompa Sentrifugal Merek Ebara tersebut sedikit usang, bahkan ketika dibongkar pada bagian dalamnya terdapat sampah plastik dan tissue.

3.1. Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA (keadaan sekarang)

Power motor : 10 hp

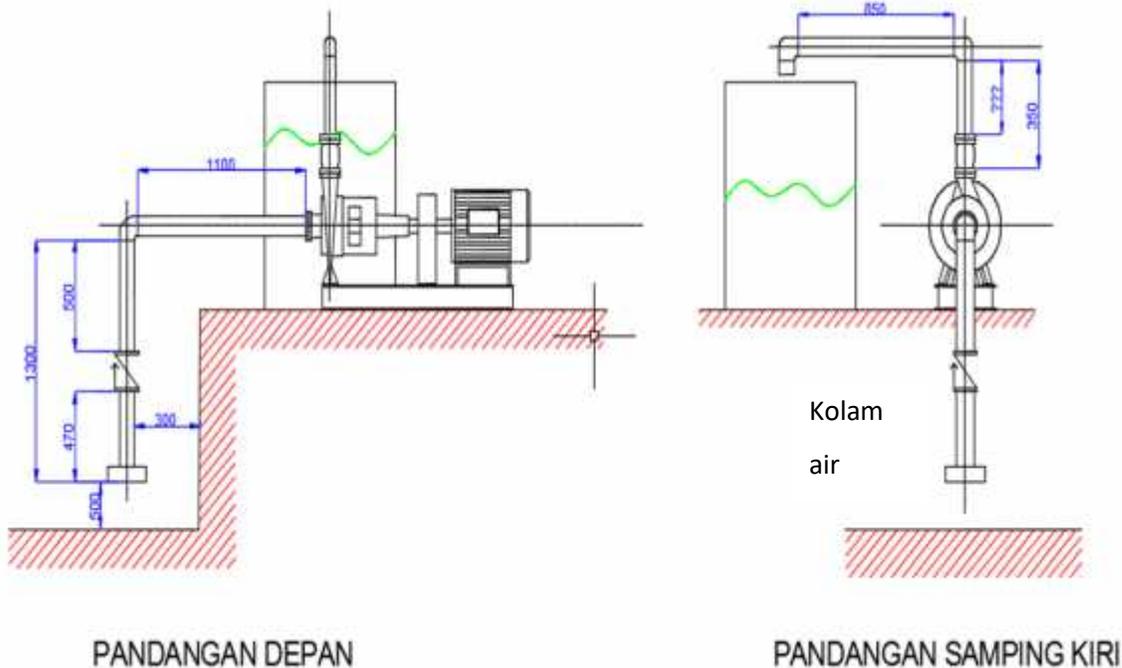
Diameter impeller : 255 mm



Gambar 3.2 Grafik hubungan power pompa dengan diameter impeller

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada pompa sentrifugal dan dibandingkan dengan grafik performance pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA yang terdapat di manual book maka dapat dikatakan bahwa pompa sentrifugal yang ada sesuai dengan keadaan semula.

3.3. PROSES INSTALASI



Gambar 3.3 Layout Instalasi Pengujian

Gambar diatas menunjukkan layout instalasi yang akan diterapkan pada saat uji kapasitas pompa.

3.3.1 Unit – Unit Pendukung

1. Pipa

Proses Instalasi pengujian pompa membutuhkan pipa sebagai media aliran fluida. Ukuran pipa yang digunakan adalah 5 Inchi pada bagian suction dan 4 Inchi pada bagian discharge.

2. Elbow

Elbow adalah bagian dari pemipaan yang digunakan untuk mengubah aliran fluida. Elbow yang digunakan adalah elbow 90°. 1 buah elbow 90° ukuran 5 Inchi pada bagian suction dan 2 buah elbow 90° ukuran 4 inchi pada bagian discharge.

3. Flange

Flange adalah suatu komponen yang digunakan untuk menggabungkan antara dua element pipa dengan valve atau pipa dengan equipment lainnya menjadi satu kesatuan yang utuh dengan menggunakan baut sebagai pengikatnya. Flange yang digunakan adalah flange berukuran 5 inchi pada bagian suction yang berjumlah 3 buah dan berukuran 4 inchi pada bagian discharge yang berjumlah 1 buah.

4. Check Valve

Check Valve adalah valve yang digunakan untuk mengatur fluida hanya mengalir ke satu arah saja dan mencegah aliran ke arah sebaliknya(backflow). Jenis valve yang digunakan adalah swing check valve berukuran 5 inchi yang nantinya akan dipasang pada bagian suction.

Design	MSS Standard											
Type	Gate Valves						Globe Valves			Swing Check Valves		
Class	125											
												
Fig.	415AE			421AE, 511AE			400A, 510			435A, 512		
Size	L	H	D ₁	L	H	D ₁	L	H	D ₁	L	H	
50 mm	2"	178	319	180	173	307	180	200	294	180	200	
65	2 1/2"	190	350	189	182	312	180	216	316	180	216	
80	3"	203	401	209	203	362	209	241	364	200	241	
100	4"	239	457	250	227	369	250	292	400	280	292	
125	5"	254	503	259	254	379	260	330	455	300	330	
150	6"	277	532	309	267	380	309	356	501	300	356	
200	8"	332	711	350	317	385	355	405	534	400	405	
250	10"	390	842	409	332	1199	409	622	571	400	622	
300	12"	336	941	459	352	1390	459	698	707	400	698	
350	14"											

Gambar 3.4 Tabel Spesifikasi valve

5. Flexible Rubber joint

Flexible rubber joint adalah komponen yang berfungsi sebagai peredam getaran pada sistem pemipaan. Flexible rubber joint yang digunakan berukuran 4 inchi yang nantinya akan dipasang pada bagian discharge.

IV. KESIMPULAN

1. Proses Instalasi dilakukan secara standar yang telah ditentukan dengan memperhatikan aspek – aspek seperti ukuran unit – unit pendukung serta kedalaman wadah hisap dan buang.
2. Setelah dilakukan pembongkaran untuk mengetahui kondisi pompa maka dapat diketahui bahwa kondisi pompa sesuai dengan kondisi standarnya.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso. Haruo Tahara, 1994, Pompa dan Kompresor, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [2] Sularso. Haruo Tahara, 1987, Pompa dan Kompresor, PT. Pertja, Jakarta.
- [3] <http://www.cnzahid.com/2015/08/ilmu-pipa-definisifungsi-dan-jenis.html> (diambil pada 9 Juli 2017)

BALANCING PADA PERBAIKAN POMPA SENTRIFUGAL MEREK EBARA

Muhammad Alvan Fauzan¹, Seto Tjahjono²

¹*Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin Binong Permai Blok A2 No 14 Curug
Kab. Tangerang Banten 15810*

087774545197

MuhammadAF23@gmail.com

²*Dosen Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425*

Telp: (021) 7863530 No Fax: (021) 7270034

Abstrak

Pada kegiatan industri seperti produksi dan perminyakan, pompa sentrifugal sangat dibutuhkan untuk mengumpulkan fluida dari sumber penampung fluida. Apabila pompa mengalami kerusakan maka pasokan minyak akan terganggu Sehingga kebutuhan akan pompa sentrifugal yang selalu optimal sangat diperlukan guna menjaga kapasitas produksi tetap optimal. Pada judul kali ini, penulis menemukan sebuah Pompa dengan jenis Sentrifugal merek Ebara ini bertipe 125 x 100 FS4KA dengan power motor 7,5 KW memiliki kapasitas 1,8 m³/min dalam keadaan tidak terpasang dan tidak terawat di sebuah gudang barang bekas bahkan, pada bagian volute ditemukan berbagai jenis sampah yang dapat menghambat proses penghisapan.(suction), Untuk mengetahui apakah pompa sentrifugal tersebut masih layak atau tidak, perlu dilakukan observasi, pengujian dan kajian literatur seperti pembongkaran, pengukuran-pengukuran, pemasangan kembali, dan uji coba untuk mengetahui kapasitas pompa saat ini. Pada saat proses pemasangan kembali perlu dilakukan beberapa pengujian yang dapat memengaruhi kinerja pompa untuk beroperasi secara optimal. Untuk mengetahui kapasitas pompa, perlu dilakukan pengujian balancing karena unbalancing merupakan salah satu penyebab dari tidak optimalnya kerja pompa. Setelah melakukan observasi kondisi pompa dan dibandingkan dengan kondisi standarnya, maka dapat diketahui bahwa pompa masih bisa beroperasi dengan kondisi sekian % dari kondisi standarnya.

Kata kunci : *Pompa, Optimal, Power Motor, Jenis Pompa, kapasitas*

Abstract

In industrial activities such as production and petroleum, centrifugal pumps are needed to collect fluids from a fluid reservoir. If the pump is damaged then the oil supply will be disrupted So the demand for the always optimal centrifugal pump is necessary to keep the production capacity remain optimal. In this title, the author found a type of Centrifugal pump Ebara type 125 x 100 FS4KA with 7.5 KW power motor has a capacity of 1.8 m³ / min in the state of unplugged and unkempt in a warehouse even goods, on Part volute found various types of junks that can inhibit the suction process (Suction), To find out whether the centrifugal pump is still feasible or not, it is necessary to observe, test and study the literature such as demolition, measurements, reassembling, and testing to find out Current pumping capacity. At the time of re-installation process, some tests may affect the pump performance to operate optimally. So how to know the pump capacity, balancing test is required because unbalancing is one of the causes of not optimal pump work. After observing the pump conditions and compared with the standard conditions, it can be seen that the pump can still operate with a condition of% at the standard conditions.

Key Words : *Pump, Optimal, Motor Power, Tipe pump, Capacity*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pompa adalah mesin yang berfungsi untuk mengangkat, mendistribusikan dan menggerakkan berbagai jenis fluida. Pompa menggerakkan fluida dari tempat bertekanan rendah ke tempat dengan tekanan yang lebih tinggi. Untuk mengatasi perbedaan tekanan ini maka diperlukan tenaga (energi). Prinsip kerja pompa adalah merubah energi mekanik yang dihasilkan poros melalui motor listrik menjadi energi kinetik atau potensial pada fluida.

Pompa memiliki beberapa jenis namun yang menjadi objek untuk penelitian kali ini adalah- pompa sentrifugal dengan merek Ebara yang memiliki prinsip sama dengan pompa jenis lain pada umumnya yaitu mengubah tekanan keluar fluida menjadi lebih besar dari tekanan masuknya. Yang membedakan antara pompa sentrifugal dengan pompa jenis lain adalah arah aliran fluidanya yaitu tangensial dengan sumbu poros sudu. Pompa sentrifugal ebara yang akan dibahas kali ini memiliki kondisi yang kurang standard.

Karena itu diperlukan beberapa pengujian salah satunya yaitu pengujian *balancing* untuk mengembalikan kinerja pompa sesuai standard atau paling tidak dalam kondisi optimal yang merupakan salah satu dari kegiatan perbaikan pompa. Oleh karena itu pada tugas akhir ini saya akan melakukan pengujian *balancing* dalam perbaikan pompa sentrifugal merek Ebara dan membuat perawatan-perawatan pompa agar tetap terjaga dalam kondisi yang optimal.

1.1 Metode Penelitian

-) Metode Observasi : Sebuah metode yang dilakukan untuk mendapatkan kondisi pompa saat ini yang sebenarnya agar kondisi pompa dapat dibandingkan dengan kondisi pompa yang standard.
-) Metode Pengujian : Melakukan suatu pengukuran-pengukuran pada komponen dari pompa seperti pengujian – pengujian untuk mendapatkan kondisi pompa yang optimal.
-) Analisa Data : Analisa data berupa hasil dari suatu pengukuran dan pengujian untuk penarikan atau pengambilan kesimpulan.

2. EKSPERIMEN DAN PEMERIKSAAN

Untuk melakukan pengembalian kondisi pompa menjadi kondisi yang optimal maka perlu dilakukan dengan cara-cara berikut :

1. Pemeriksaan kondisi pompa.
2. Pengukuran komponen pompa dan disesuaikan dengan *manual book*.
3. Melakukan pembongkaran pompa.
4. Pengecekan kondisi motor.
5. Pemasangan kembali dan melakukan *running test* pada pompa.
6. Pengukuran debit pompa.
7. Melakukan pengujian alignment untuk mengoptimalkan kondisi pompa.
8. Penarikan kesimpulan.

3. HASIL DAN PERCOBAAN

3.1 Hasil pengukuran pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA (Keadaan Saat ini) ;

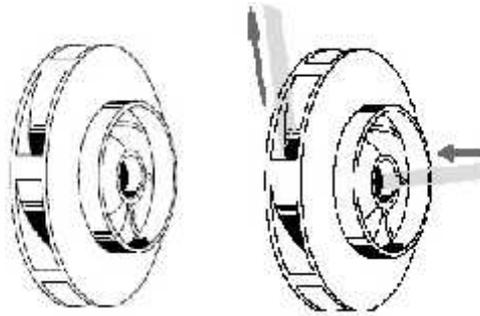
Power motor : 10 [HP] \approx 7.457 [KW]

Diameter impeller out : 255 [mm]

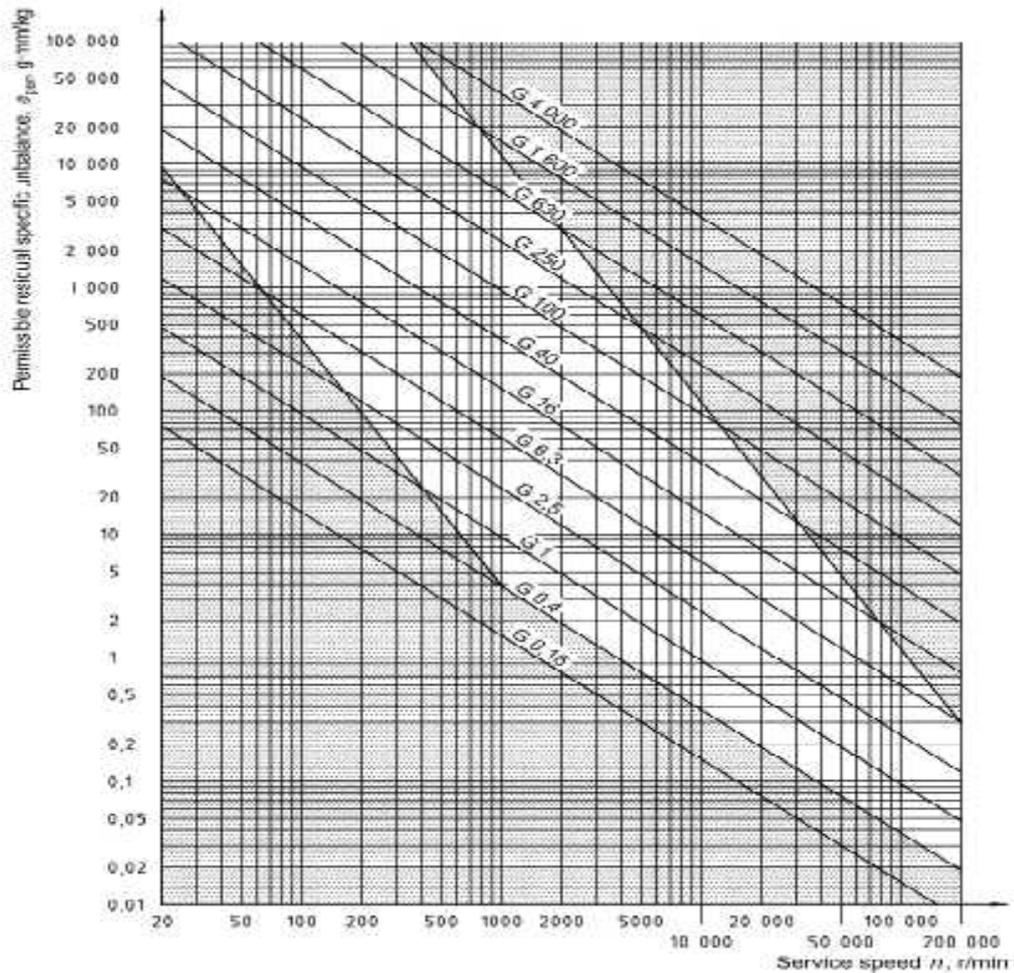
Diameter impeller inner : 167 [mm]

Maximum impeller speed N : 1600 [RPM]

Impeller Mass M : 10 [Kg]



Gambar 3.1 Impeller type Closed



Gambar 3.2 Grafik hubungan *unbalance* yang dapat diterima dengan kecepatan putar

$$Et [\mu] = \frac{9550}{N} G \quad [\text{Persamaan 1}]$$

$$Ut [\text{gr.mm}] = M \times Et \quad [\text{Persamaan 2}]$$

$Et [\mu]$ = Total acceptable mass eccentricity

$N [\text{RPM}]$ = Maximum impeller/rotor speed

$G [\text{mm/s}]$ = Balancing quality grade

$M [\text{Kg}]$ = Rotor/Impeller mass

$U [\text{gr.mm}]$ = Total Residual Accepted Unbalance

Machinery types: General examples	Balance quality grade G	Magnitude $e_{per} \cdot \Omega$ mm/s
Crankshaft drives for large slow marine diesel engines (piston speed below 8 m/s), inherently unbalanced	G 4000	4 000
Crankshaft drives for large slow marine diesel engines (piston speed below 8 m/s), inherently balanced	G 1600	1 600
Crankshaft drives, inherently unbalanced, elastically mounted	G 630	630
Crankshaft drives, inherently unbalanced, rigidly mounted	G 250	250
Complete reciprocating engines for cars, trucks and locomotives	G 100	100
Cars: wheels, wheel rims, wheel sets, drive shafts Crankshaft drives, inherently balanced, elastically mounted	G 40	40
Agricultural machinery Crankshaft drives, inherently balanced, rigidly mounted Crushing machines Drive shafts (cardan shafts, propeller shafts)	G 15	15
Aircraft gas turbines Centrifuges (separators, decanters) Electric motors and generators (of at least 80 mm shaft height), of maximum rated speeds up to 950 r/min Electric motors of shaft heights smaller than 80 mm Fans Gears Machinery, general Machine-tools Paper machines Process plant machines Pumps Turbo-chargers Water turbines	G 6,3	6,3
Compressors Computer drives Electric motors and generators (of at least 80 mm shaft height), of maximum rated speeds above 950 r/min Gas turbines and steam turbines Machine-tool drives Textile machines	G 2,5	2,5
Audio and video drives Grinding machine drives	G 1	1
Gyroscopes Spindles and drives of high-precision systems	G 0,4	0,4

Tabel 3.1 Daftar grade tabel untuk keperluan *balancing*

3.2 Hasil Perhitungan

$$Et [\mu] = \frac{9550}{1600} \text{ G} \quad [\text{Persamaan 1}]$$

$$= 5,97 [\text{RPM}^{-1}] \cdot 6,3 [\text{mm/s}]$$

$$= 37,603 [\mu\text{m}]$$

$$U [\text{gr.mm}] = 10 [\text{Kg}] \times 37,63 [\mu] \quad [\text{Persamaan 2}]$$

$$= 376,3 [\text{gr.mm}]$$

Nilai *unbalance* yang dapat diterima impeller

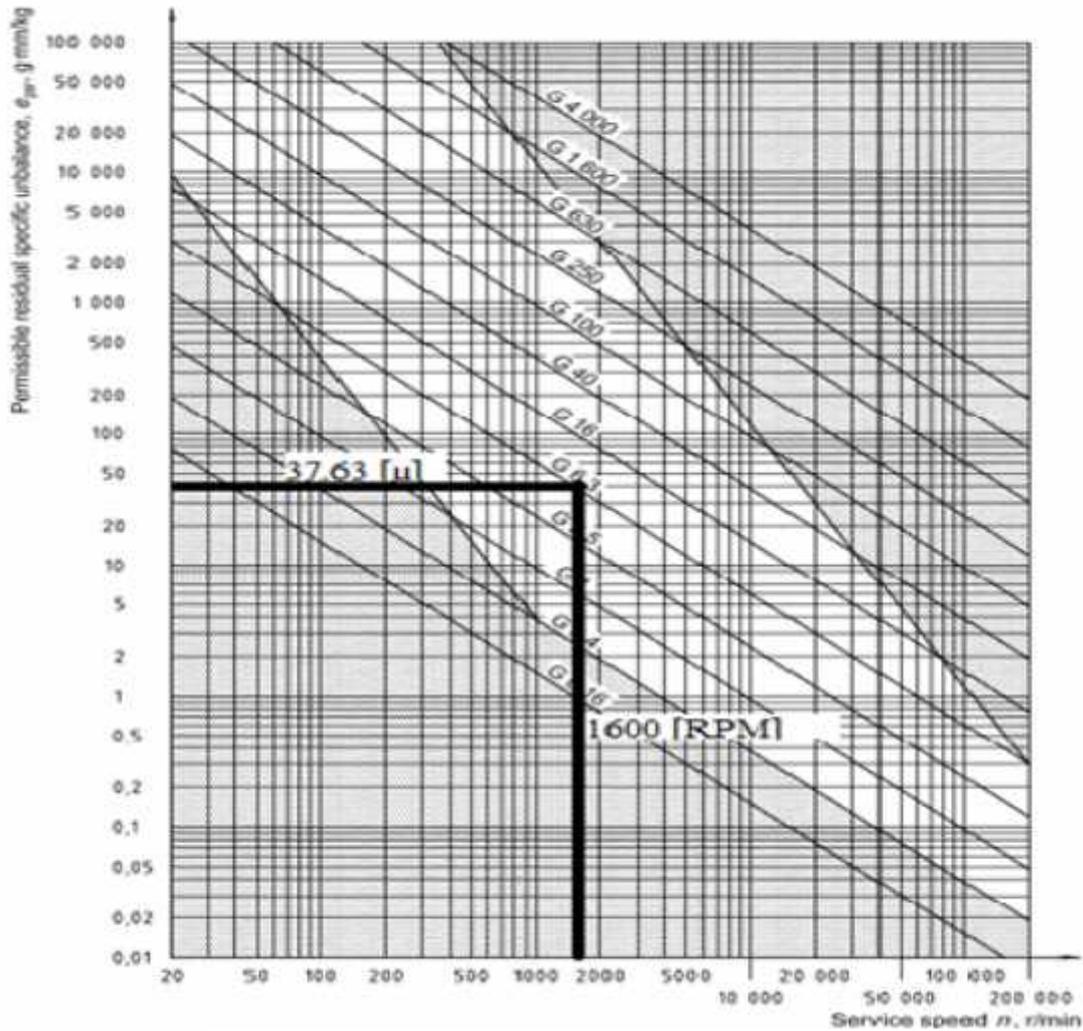
$$376,3 / 2 = 188,15 [\text{gr.mm}]$$

Sisi muka 1

$$188,15 / 83,5 = 2,25 \text{ gram}$$

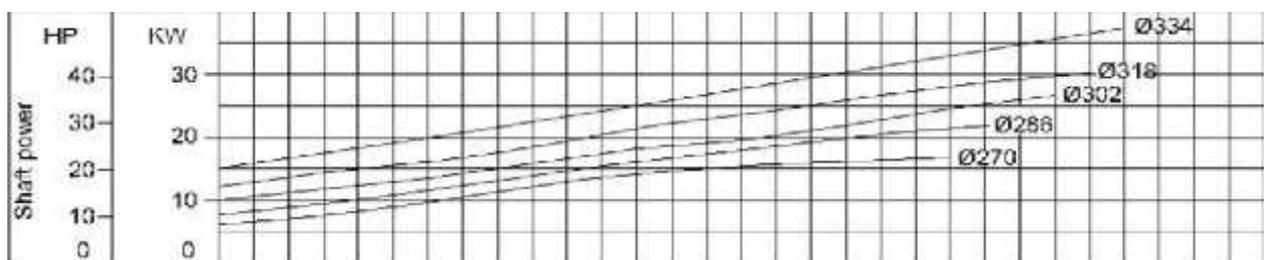
Sisi muka 2

$$188,15 / 127,5 = 1,47 \text{ gram}$$



Gambar 3.3 Grafik hubungan *unbalance* yang diterima melalui perhitungan

Berdasarkan hasil pengukuran didapat nilai 37,63 [μ] yang masih dikatakan dapat diterima nilai unbalance nya dibandingkan standar 40 [μ] menurut standard ISO 1940-1



Gambar 3.4 Grafik hubungan *power* pompa dengan diameter impeller

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan pada pompa sentrifugal dan dibandingkan dengan grafik performance pompa sentrifugal 125 x 100 FS4KA yang terdapat di manual book maka dapat dikatakan bahwa pompa sentrifugal yang ada sesuai dengan keadaan semula.

3.3 Keadaan pompa



Gambar 3.5 Keadaan pompa saat di gudang bekas



Gambar 3.6 Keadaan pompa saat di Politeknik Negeri Jakarta

Setelah dilakukan proses pengangkutan pompa, maka perlu dilakukan pengujian mengapa pompa dapat dinyatakan sudah tidak layak pakai atau kapasitas pompa sudah turun.

Oleh karena itu perlu dilakukan pembongkaran terhadap pompa untuk mengetahui apakah ada masalah dibagian dalam atau tidak.

3.4 Pemeriksaan kondisi motor

Setelah mengetahui adanya penyumbatan pada bagian casing, perlu juga dilakukan pengetesan motor apakah motor listrik yang ada masih layak dipakai atau tidak. Pengecekan kondisi motor listrik dilakukan di bengkel teknik elektro dibantu oleh dosen teknik elektro dan dapat dinyatakan bahwa motor listrik dalam kondisi bagus dan masih dapat menyala.

3.5 Balancing

3.5.1 Akibat dari *unbalance*

-) Mengurangi kebisingan
-) Menyebabkan bantalan lebih awet untuk dipakai
-) Mengurangi kelelahan (*fatigue*) pada struktur rangka mesin
-) Menaikan efisiensi mesin
-) Mengurangi biaya perawatan mesin

3.5.2 Metode balancing

Metode yang dilakukan untuk melakukan pengujian *balancing* adalah metode *single plane method* dengan menggunakan mesin balancer dengan penggerak motor. Metode ini dapat digunakan di berbagai ukuran poros, dan rotor impeller juga dapat digunakan pada mesin-mesin yang memiliki putaran tinggi.

4. Kesimpulan

- a. Komponen Pompa masih memiliki spesifikasi yang sama sesuai dengan manual book.
- b. Kondisi motor masih hidup.
- c. Pengujian *balancing* dibutuhkan untuk meningkatkan kapasitas pompa.

5. Daftar Pustaka

-) Sularso. Haruo Tahara, 1994, Pompa dan Kompresor, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
-) Shiyu zhou and Jianjun shi “Active balancing and vibration Control od rotating machinery: A survey “, The shock and vibration digest, july 2001, Vol 33, No 4, 361-317
-) Ing. G. Manni, “ Balancing Theory and Applications”, CEMB S.p.A – Via Risogimento, August 1999, Rev. 2.1

PERENCANAAN PREVENTIVE MESIN DORNIER AIR JET WEAVING PT.XX

Nugroho Aji Saputra¹, Penulis Kedua²
Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. GA. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425 Depok
Nugrohoaji80@gmail.com

ABSTRAK

PT.XX bergerak di bidang produksi kain ban, dalam proses produksinya PT.XX menggunakan mesin Dornier Air Jet Weaving untuk membuat kain ban. Dalam proses Loom yang menggunakan motor sebagai penggerak serta timing belt sebagai penghubung dengan cam untuk menenun (mengubah menjadi gerakan mengangkat dan menurun). Permasalahan yang di alami oleh mesin weaving ini adalah belum adanya jadwal pergantian belt yang tepat sehingga pemakaian belt sampai habis umur pakai, yang menyebabkan mesin breakdown. Permasalahan selanjutnya adalah waktu downtime cukup lama untuk membongkar dan memasang belt karena belum adanya SOP (Standart Operasional Prosedure). Penelitian ini melakukan evaluasi terhadap jadwal pemeliharaan mesin weaving dengan metode gantt chart yang dilengkapi dengan SOP.

Dengan adanya jadwal pemeliharaan yang dilengkapi dengan SOP serta pelaksanaan yang konsisten dan terencana, maka breakdown secara mendadak dapat dihindari dan waktu downtime dapat dikurangi.

Kata kunci : mesin weaving, Breakdown, perencanaan preventive,SOP

ABSTRACT

PT.XX is engaged in the production of tire fabric, in the production process PT.XX using Dornier Air Jet Weaving machine for tire fabric. In Loom process that uses motor as drive and timing belt as liaison with cam to weave (change into lifting and descending movement). The natural cultivation by this weaving machine has not been the proper belt shift schedule for belt usage until end of life, causing breakdown machine. The next problem is the downtime long enough to disassemble and install the belt because there is no SOP (Standard Operating Procedure). This study evaluates the schedule of machines equipped with SOP replacement belt.

With the ongoing schedule with SOPs as well as consistent and planned execution, sudden breakdowns can be made and downtime can be reduced.

Keywords: weaving machine, breakdown, prevention planning, SOP

1.1 Latar Belakang

PT. XX Tbk adalah perusahaan yang bergerak pada bidang produksi kain ban. Salah satu jenis mesin dalam penunjang proses produksi yaitu *Dornier Air Jet Weaving Machine*. Mesin tersebut merupakan salah satu mesin utama pembuat benang menjadi kain. Berdasarkan tingginya permintaan produksi mesin ini beroperasi selama ± 24 jam, maka guna menjaga performa mesin tersebut dibutuhkan sebuah sistem perawatan yang tepat agar tidak terjadi breakdown sehingga terhambatnya kegiatan produksi.

Weaving Machine memiliki tiga bagian utama, yaitu *Inlet unit* untuk menarik benang dari *Creel* (*Tempat benang*) kedalam *Loom* untuk diproses anyam/tenun menjadi fabric/kain ban. Yang terakhir masuk ke bagian *Wind Up* sebagai penggulung hasil fabric/kain ban yang sudah ditenun. Penggerak utama pada bagian *Loom* ini adalah motor yang dihubungkan dengan poros lalu dihubungkan kembali dengan belt. Dimana fungsi belt sebagai penghubung *cam* untuk menenun (mengubah menjadi gerakan mengangkat dan menurun)

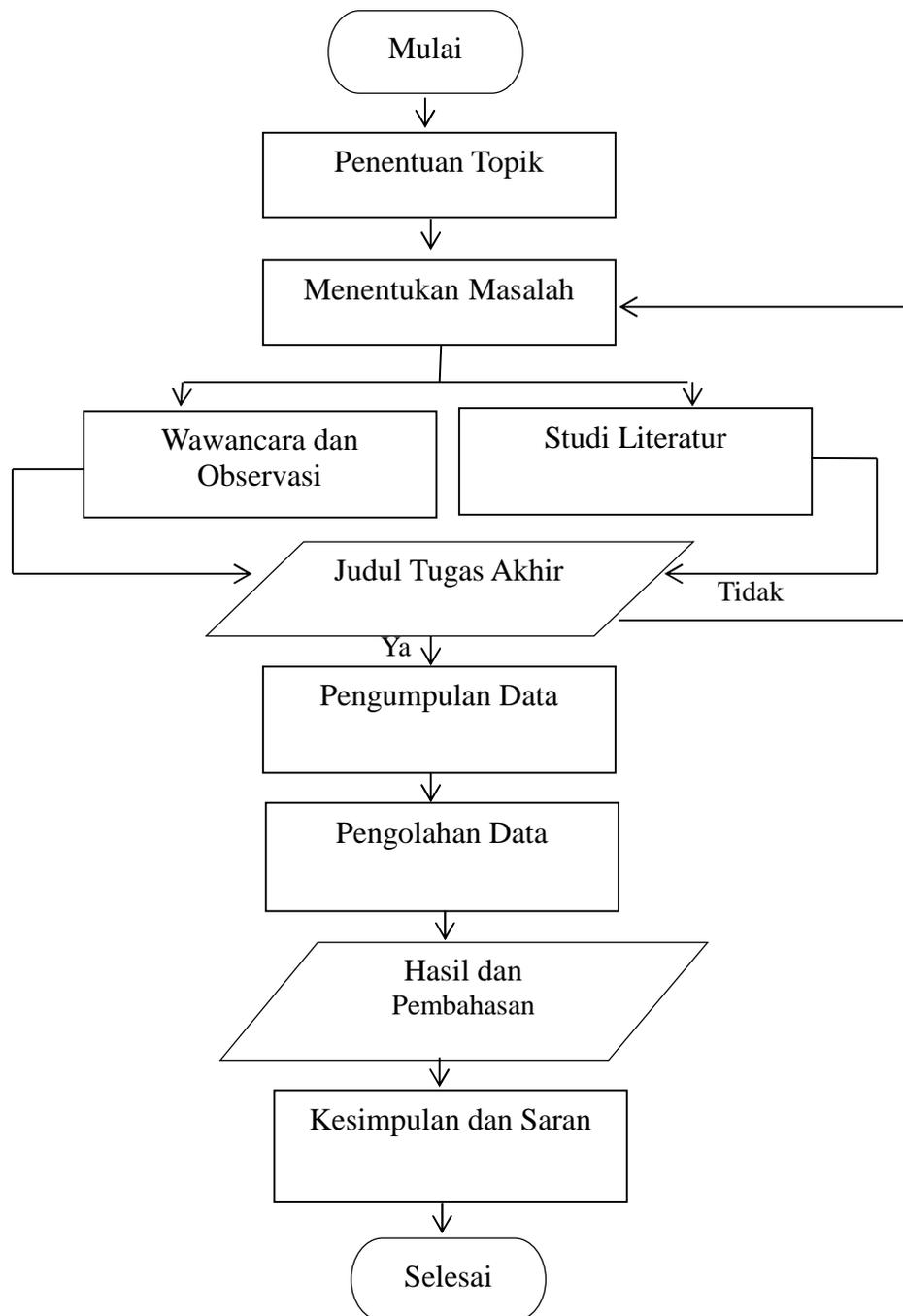
Kerusakan seperti putusnya *belt*, *harness guide* patah, serta *heddle wire* rusak, beberapa contoh kerusakan yang menjadi latar belakang permasalahan pembuatan perencanaan *preventive maintenance* pada mesin *Dornier Air Jet Weaving*. Sehingga kegiatan perawatan tidak mengganggu proses produksi dan kerusakan dapat dicegah. Dengan dibuatnya perencanaan *preventive maintenance* diharapkan tindakan pemeliharaan pada mesin *Dornier Air Jet Weaving* dapat dilakukan dengan tepat dan terencana.

1.2 Metode Penelitian

Metode pendekatan di dalam suatu kegiatan penelitian merupakan hal yang sangat penting. Pemilihan metode pendekatan harus sesuai dan tepat dengan masalah yang diambil dalam penelitian. Metode pendekatan ada tiga metode yang sering digunakan yaitu metode sensus, sampling dan studi kasus.

Penyusunan tugas akhir ini penulis menggunakan metode studi kasus. Metode studi kasus merupakan penelitian yang dilakukan terhadap suatu aspek tertentu yang telah ditentukan. Hasil penelitian yang diperoleh dengan metode ini tidak dapat digeneralisasikan, tetapi nilai khusus (*Specification Value*) dari penelitian itu sendiri.

Metode pendekatan penelitian jenis studi kasus ada beberapa tahapan yang dilakukan diantaranya penentuan topik; perumusan masalah; wawancara; atau observasi, studi pustaka; pengumpulan data; dan sebagainya.



Gambar 1.2.1 Flow Chart Proses Pembuatan Jadwal Pemeliharaan

Keterangan :

1. Penentuan Topik

Penentuan topik dilakukan dengan wawancara langsung operator atau staff bagian *Maintenance* di PT. IndoKordsa , serta melakukan pengamatan langsung terhadap proses perawatan mesin.

2. Perumusan Masalah

Dari hasil pengamatan langsung dan wawancara dalam proses penentuan topik didapatkan gambaran mengenai permasalahan yang ada dalam perawatan mesin *Dornier Air Jet Weaving* . Masalah yang saya dapat telah saya rumuskan adalah sebagai berikut

A. Bagaimana perencanaan kegiatan pemeliharaan *Preventive Maintenance* yang tepat pada mesin *Weaving* ?

B. Bagaimana cara membuat penjadwalan yang baik dan benar untuk mesin *weaving* ?

3. Wawancara dan Observasi

Melakukan Tanya jawab dengan teknisi atau operator mesin bubut di PT. IndoKordsa mengenai kegiatan *preventive maintenance* serta penjadwalan perawatan yang sudah berlangsung selama ini. Sehingga saya dapat menambahkan kekurangan dari penjadwalan lama

4. Studi Pustaka

Studi pustaka bertujuan untuk menemukan teori-teori yang sesuai dengan masalah yang sedang dibahas guna membantu memecahkan masalah tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara membaca dan mencara buku-buku jurnal, buku manual tentang mesin tersebut, dan segala jenis laporan yang berkaitan dengan topik yang dibahas.

5. Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap mengumpulkan semua data yang diperoleh baik dari observasi maupun studi pustaka untuk selanjutnya dilaksanakan proses pembuatan perencanaan kegiatan *preventive maintenance* dan jadwal perawatan mesin *Weaving*.

6. Perencanaan dan Penjadwalan Mesin *Weaving*.

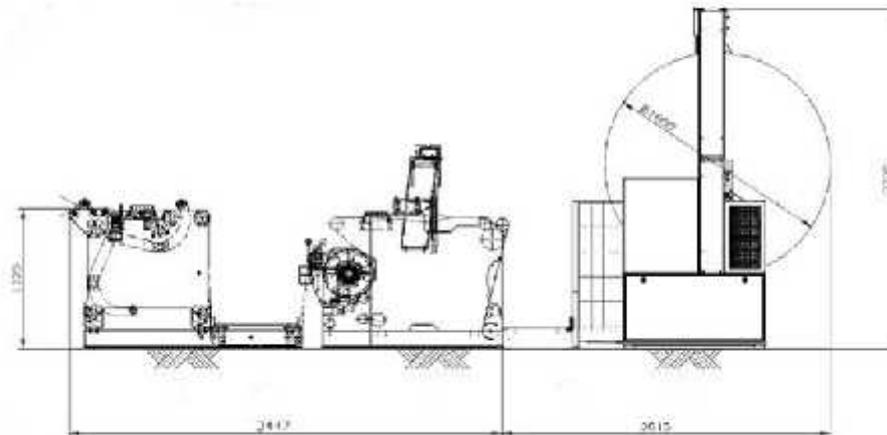
Pembuatan jadwal perawatan mesin *weaving* dengan melihat studi lapangan dan studi pustaka sebagai referensinya.

7. Kesimpulan

Setelah jadwal perawatan selesai dibuat kemudian yang dilakukan adalah menafsirkan kesimpulan yang didasarkan pada tujuan dan permasalahan. Penafsiran kesimpulan ini menunjukkan jawaban atas tujuan yang telah dikemukakan dalam topik permasalahan yang diangkat pada penelitian serta memberikan saran yang dapat mencegah masalah tersebut terulang lagi.

1.3 Hasil dan Pembahasan

Spesifikasi Mesin *Dornier air jet weaving*



Gambar 1.3.1 Mesin Weaving

Technical data:

1. Machine type : AWR 4/E D
2. Nominal width : 190 cm
3. Working width : 1,000 - 1,880 mm
4. Colors : 3 or 4
5. Shed formation : Cam motion
6. number of heald frames: 2 or 4
7. Tuck-in unit : Pneumatic
8. Space requirement : 4,820 x 6,062 mm *
9. Speed : Tire cord up to 930 rpm **
Tabby approx 400 - 500 rpm
10. Winding system : Batching device max. diameter 1,800 mm
(2,000 mm on request)

Berdasarkan data dari riwayat mesin *Dornier Air Jet Weaving* dan manual book mesin *Dornier Air Jet Weaving* berikut merupakan jadwal preventive maintenance sementara yang dibuat berdasarkan metode *gant chart*.

1.4 Kesimpulan

Berdasarkan dari tujuan dibuatnya perencanaan *preventive maintenance* pada mesin *weaving* maka dapat dibuat jadwal sementara seperti gambar diatas dengan metode *ghant chart* . sehingga diharapkan kerusakan dapat dikurangi dan kegiatan pemeliharaan dapat dilakukan dengan tepat dan terencana.

1.5 Daftar Pustaka

- [1] *User Instructions Tire cord Airjet weaving machine* AWSR 4/E D.2012.Dornier : Germany

PREVENTIVE MAINTENANCE MESIN TEKUK PLAT DI PT. X

Rendyka Tansania Saputra¹, M. Zakinura²

¹Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. GA. Siwabessy. Kampus UI, DEPOK 16425

Abstrak

PT. X bergerak di bidang percetakan dan penerbitan. Produk yang dibuat di PT. X adalah koran, buku pelajaran dan majalah. Dalam menjalankan proses produksinya ada beberapa mesin utama dalam proses cetak contohnya seperti mesin web. Mesin web memiliki mesin pendukung dalam setiap proses percetakannya yaitu mesin tekuk. Oleh karena itu untuk memaksimalkan kinerja suatu mesin dibutuhkan metode pemeliharaan yang tepat agar setiap mesin tidak mengalami kerusakan secara tiba-tiba.

Permasalahan yang dialami pada mesin ini adalah karena tidak adanya jadwal pemeliharaan, sehingga komponen utama seperti piston, selang, roda gigi dan katup rusak secara tiba-tiba, yang dapat memakan waktu 1 sampai 2 jam perbaikan sehingga mengakibatkan terhentinya proses penekukan plat, dan proses produksi harus ditunda.

Hasil dari penelitian ini yaitu berupa jadwal pemeliharaan bulanan dan tahunan. Dengan adanya jadwal pemeliharaan yang tersusun baik, dan pelaksanaan kegiatan secara konsisten maka diharapkan kemungkinan terjadinya kerusakan tiba-tiba yang mengganggu jalanya proses produksi dapat dihindari.

Kata Kunci: Mesin Cetak, Mesin Tekuk Plat, Preventive Maintenance,

Abstract

PT. X engaged on printing and publishing .the Products made in PT. X is newspapers, textbooks and magazines. In running the process of production there are some major machines in the print process such as a web engine. Web machine has a support machine In every printing process that is bending machine. Therefore to maximize the performance of a machine proper maintenance method is required so that every machine does not suddenly experience damage.

The problem that experienced on this machine is due no maintenance schedule, so the components piston, hoses, gears, and valve suddenly breakdown, it can waste the time one until two hour fixing, so the process plate banding have to stopped, and the process the prduction should be postpone.

The results of this observation Is the form of monthly maintenance schedule and year maintenance. With maintenance schedules, And as well as the implementation of activities in a consistent manner then it expected the possibilities occurrence of sudden damage Which interfere the process of porduction can be avoided.

Keywords: printing machine, Bending Machines Plat, Preventive Maintenance

1.1 PENDAHULUAN

PT. X adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang percetakan seperti koran, buku, dan majalah. Di PT. X terdapat beberapa jenis mesin berdasarkan kondisi yaitu mesin pracetak, mesin cetak, mesin finishing. Mesin cetak dibagi menjadi dua jenis yaitu mesin web dan mesin sheet, mesin web terdiri dari dua mesin yaitu mesin hiline dan mesin cityline. Sedangkan mesin sheet yaitu mesin komori. Kedua jenis mesin tersebut sebelum melakukan proses cetak membutuhkan desain, desain tersebut yaitu berbentuk plat. Dimana plat tersebut telah memiliki desain yang dicetak dengan mesin printing plate. Plat tersebut berbahan dasar aluminium dengan ukuran lebar 578mm, panjang 921mm. dan tebal 0,3mm. Plat yang telah memiliki desain selanjutnya melewati proses penekukan dimesin tekuk plat yang nantinya plat dipasang pada blangket di mesin web.

Mesin tekuk plat merupakan mesin dengan sistem kerja pnuematik dengan komponen utamanya yaitu terdiri dari piston, roda gigi, selang, dan katup. Perawatan yang dilakukan pada mesin ini kurang baik, karena masih menggunakan sistem perawatan *Breakdown Maintenance* (BM) sehingga seringkali kerusakan terjadi tiba-tiba yang menghambat jalannya produksi. Perbaikan yang dilakukan jika kerusakan itu ringan menghabiskan waktu 1 jam perbaikan, namun jika kerusakan itu tergolong berat dapat menghabiskan waktu 2 jam perbaikan. Fungsi mesin tekuk sendiri memiliki peran penting yang mendukung jalannya proses cetak,

karena mesin ini dioperasikan untuk melakukan penekukan pada plat, dan plat ini adalah desain pertama yang akan digunakan pada mesin cetak.

Oleh karena itu untuk mendukung proses jalannya produksi mesin penekuk plat harus dalam keadaan baik. Untuk mendukung itu semua dibutuhkan sistem perawatan berupa jadwal preventive maintenance. Jadwal preventive maintenance dianggap mampu menjaga kestabilan kondisi mesin dalam keadaan baik, melihat dari fungsi sistem pemeliharaan *preventive maintenance* yaitu tindakan perawatan yang berupa pencegahan dari kemungkinan terjadinya kerusakan. Dengan penjabaran di atas, penulis berusaha menyusun jadwal Preventive Maintenance, yang akan menjadi solusi agar tidak terjadinya kerusakan yang tiba-tiba.

1.2 METODE PENELITIAN

Metode pendekatan di dalam suatu kegiatan penelitian merupakan hal yang sangat penting. Pemilihan metode pendekatan harus sesuai dan tepat dengan masalah yang diambil dalam penelitian. Metode pendekatan ada tiga metode yang sering digunakan yaitu metode sensus, sampling dan studi kasus.

Penyusunan tugas akhir ini penulis menggunakan metode studi kasus. Metode studi kasus merupakan penelitian yang dilakukan terhadap suatu aspek tertentu yang telah ditentukan. Hasil penelitian yang diperoleh dengan metode ini tidak dapat digeneralisasikan, tetapi nilai khusus (*Specification Value*) dari penelitian itu sendiri.

Metode pendekatan penelitian jenis studi kasus ada beberapa tahapan yang dilakukan diantaranya penentuan topik; perumusan masalah; wawancara; atau observasi, studi pustaka; pengumpulan data; dan sebagainya.

1.3 HASIL DAN PEMBAHASAN

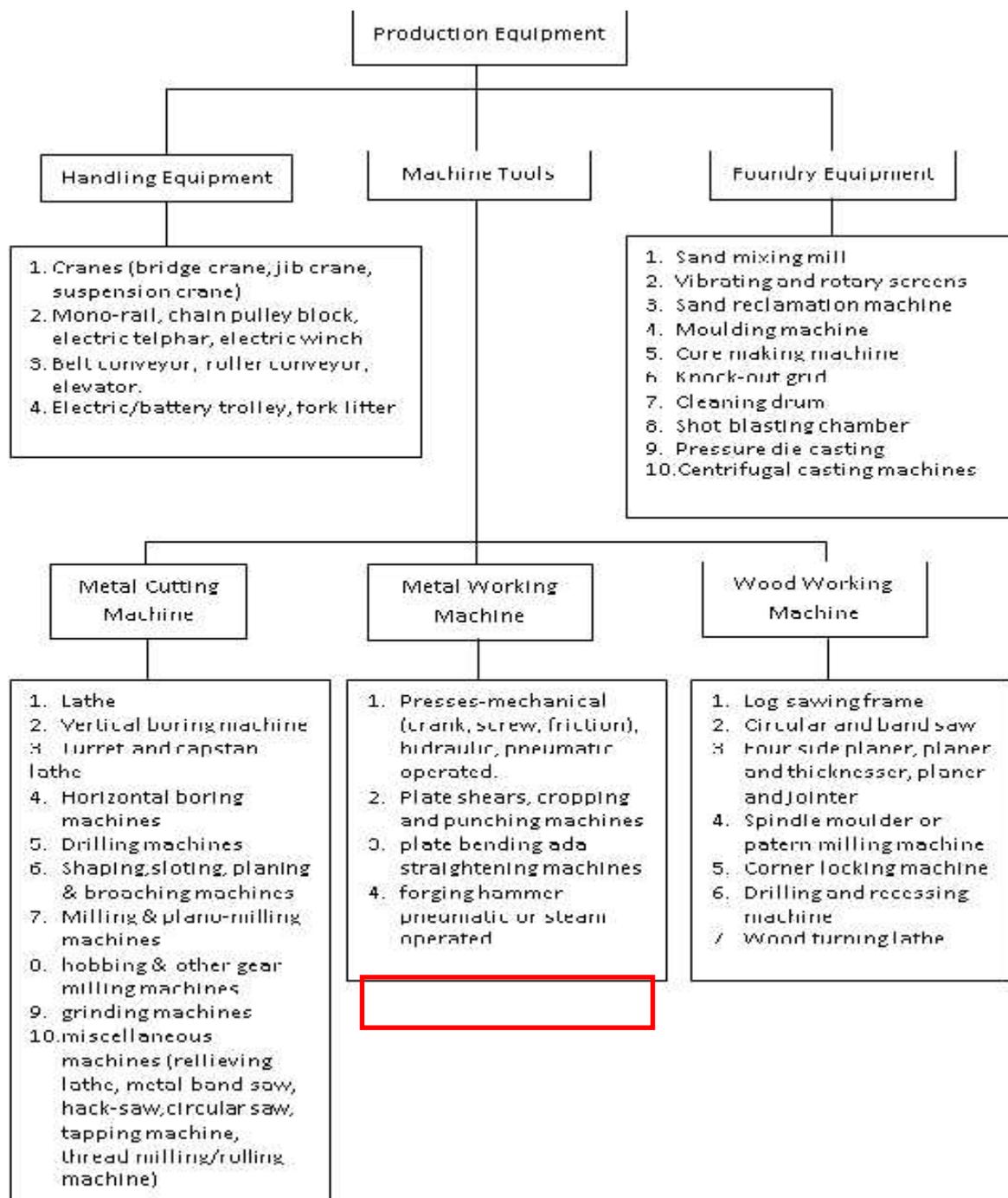
1.3.1 Data Keseharian Mesin

Pebuatan perencanaan dan penjadwalan preventive maintenance mesin tekuk plat ini adalah untuk menerapkan strategi planned maintenance agar dapat mengurangi breakdown maintenance, dikarenakan akan berefek buruk pada jalannya proses cetak dan dapat menghambat jalannya produksi. Berikut adalah data keseharian mesin tekuk plat di PT. X:

1. Giliran kerja mesin (*Shift*) dalam 1 hari
PT. X menerapkan 2 *shift* untuk proses produksinya, yaitu pagi, dan malam. Kegiatan produksi cetak dilakukan setiap hari kerja yaitu senin sampai sabtu. Setiap hari dalam 2 giliran kerja (*shift*) mesin bekerja sekitar ± 10 jam.
2. Tipe Produksi
Dalam dunia industri ada 3 jenis tipe dari produksi, yaitu massal, seri dan unit. Di PT. X tipe dari produksi yang digunakan adalah unit.

1.3.2 Klasifikasi Mesin Yang Digunakan

Pengklasifikasikan mesin ini bertujuan untuk memudahkan dalam mempelajarinya. Mesin yang dijadikan objek penelitian yaitu mesin tekuk plat, dan mesin tersebut termasuk ke dalam klasifikasi *plate banding and straightening machine*.



Gambar 1.2 Data Klasifikasi Mesin

1.3.3 Daftar Riwayat Peralatan

History record adalah catatan riwayat rinci mengenai hasil pemeliharaan dan kerusakan yang diterima pada mesin tekuk plat, daftar ini didapat dari hasil interview dengan teknisi *maintenance* saat

menjalani *On Job Training* (OJT). Berikut adalah data pemeliharaan dan kerusakan mesin tekuk plat yang dalam waktu satu tahun terakhir yaitu 2016.

Tabel 1. Data *History Record* Mesin tekuk tahun 2016

Tanggal	Unit	Problem	Penyebab	Action	Keterangan	Pelaksana	
						Nama	Shift
19/8/2016	Mesin Tekuk	Seal Piston P2 Bagian Tengah Bocor	Seal Aus	Ganti Seal Baru	2 Pcs	Pak Ade Dkk	Pagi
7/9/2016	Mesin Tekuk	Selang Ke Arah Input Piston P2 Pecah	Umur Pakai	Ganti Selang Pu 8		Pak Lugas	Pagi
25/11/2016	Mesin Tekuk	Seal Piston P3 Bagian Depan Aus	Seal Aus	Ganti Seal Baru	1 Pcs	Pak Daus Dkk	Malem
29/11/2016	Mesin Tekuk	Selang Ke Arah Input Piston Register Pin Pecah	Umur Pakai	Ganti Selang Pu 8		Pak Agung & Pak Mail	Malem
12/12/2016	Mesin Tekuk	Selang Ke Arah Input Piston P3 Pecah	Umur Pakai	Ganti Selang Pu 8		Pak Ade Dkk	Pagi
28/12/2016	Mesin Tekuk	Seal Piston P3 Bagian Tengah Aus	Seal Aus	Ganti Seal Baru	2 Pcs	Pak Ade Dkk	Pagi

1.3.4 Siklus Pemeliharaan

Berdasarkan data yang di dapat pada maka dilakukan penentuan siklus dari pemeliharaan dan perawatan itu sendiri. Siklus pemeliharaan dan perawatan ditentukan melalui data keseharian mesin dan dari kapasitas mesin, maka didapat siklus pemeliharaan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 & C - I_1 - I_2 - S_1 - I_3 - I_4 - S_2 - I_5 - I_6 - \\
 & M_1 - I_7 - I_8 - S_3 - I_9 - I_{10} - S_4 - I_{11} - I_{12} - \\
 & M_2 - I_{13} - I_{14} - S_5 - I_{15} - I_{16} - S_6 - I_{17} - I_{18} - C
 \end{aligned}$$

Keterangan: O = *Overhaul*
 I = *Inspeksi*
 S = *Small Repair* (Perbaikan Kecil)
 M = *Medium Repair* (Perbaikan Sedang)

1.4 KESIMPULAN

Kesimpulan yang di dapat data komponen yang sering terjadi *breakdown* selama satu tahun terakhir yaitu seal piston dan selang pneumatik. Oleh karena itu untuk menangani masalah *breakdown* yang dapat mengganggu jalanya produksi maka di membuat perencanaan dan penjadwalan *preventive maintenance* yang akan menjadi acuan dalam perawatan mesin dan pemeliharaan untuk mesin tekuk plat.

1.5 DAFTAR PUSTAKA

- [1] Industrial Maintenance, H.P.GRAG. 1980
- [2] Instuction Manual Book MANUGRAPH Mesin tekuk Plat
- [3] www.gubukoperasional.blogspot.co.id
- [4] https://www.academia.edu/6755807/ANALISIS_RELIABILITY_CENTERED_MAINTENANCE_RCM_DAN_RELIABILITY_CENTERED_SPARES_RCS_PADA_UNIT_RAWMILL_PABRIK_INDARUNG_IV_PT_SEMESTA_PADANG

PERENCANAAN PERAWATAN UNIT *FORKLIFT* RD 5700 SERIES DI PT X

Albait Malikul Izzat, Grenny Sudarmawan

Politeknik Negeri Jakarta Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425

adenizzat96@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini didasari oleh peran penting mesin forklift sebagai alat angkat dan angkut barang. Forklift merupakan Suatu alat yang berguna untuk memindahkan suatu barang dari tempat berbeda yang berfungsi untuk memudahkan suatu pekerjaan manusia. Dengan durasi pengoperasian mesin setiap hari maka mesin membutuhkan pemeliharaan rutin. Permasalahan yang terjadi adalah adanya gangguan serius yang mengarah pada tingkat kerusakan baik secara mekanik maupun elektrik. Maka dibutuhkan tindakan pemeliharaan terjadwal agar mesin dapat beroperasi pada keandalan yang baik. Penentuan jadwal pemeliharaan berdasarkan metode Reliability Centered Maintenance (RCM). Dari data kegagalan mesin tahun 2016-2017 dilakukan penelitian penyebab kegagalan mesin dari komponen-komponen kritis. Penelitian ini dilakukan dengan pengolahan data Mean Time Between Failure (MTBF) lalu kemudian dilakukan perhitungan tingkat keandalan dan biaya pemeliharaan komponen sebelum dan sesudah penerapan Preventive Maintenance guna mendapatkan hasil yang maksimal dari pemeliharaan pada mesin forklift RD 5700 series. Hasil akhir kegiatan ini adalah pembuatan jadwal pemeliharaan harian, bulanan, dan tahunan beserta SOP dari fabrikasi mesin tersebut.

Kata kunci : forklift, maintenance, mesin

Abstract

This research is based on the important role of forklift unit as lifting and hauling equipment. Forklift is a useful tool to move an item from a different place that serves to facilitate a human work. With the duration of the operation of the machine every day then the machine requires regular maintenance. The problem that occurs is a serious disruption that leads to damage levels both mechanically and electrically. A scheduled maintenance action is required for the machine to operate on good reliability. Determination of maintenance schedule based on Reliability Centered Maintenance (RCM) method. From the data of machine failure in 2016-2017 conducted research cause of machine failure of critical components. This research is done by processing Mean Time Between Failure (MTBF) data and then calculate reliability level and component maintenance cost before and after Preventive Maintenance implementation to get maximum result from maintenance at RD 5700 series forklift machine. The end result of this activity is the maintenance schedule of daily, monthly, and annual maintenance schedule along with the SOP of the fabrication of the machine.

keywords: forklift, maintenance, machine

1.1. Latar Belakang

Forklift adalah mobil berjalan atau kendaraan yang memiliki 2 garpu yang bisa digunakan untuk mengangkat *pallet*. Garpu *forklift* pada umumnya cocok dengan *pallet* yang beredar di pasaran. Biasanya barang diletakkan di atas *pallet*, baru kemudian barang dipindahkan atau diangkat. Ada beberapa sumber energi yang bisa membuat *Forklift* beroperasi, di antaranya bahan bakar solar, bahan bakar *gasoline*, *gas*, dan *battery*. Biasanya *forklift* digunakan di pabrik, garment, ataupun pergudangan.

Berdasarkan cara pengoperasiannya, *forklift* dibedakan menjadi 2 jenis yaitu *manual transmission* dan *automatic transmission*. Setiap mesin *forklift* memerlukan pemeliharaan yang baik agar dapat beroperasi secara optimal dan terhindar dari kerusakan. Untuk itu, penulis melakukan Analisa berdasarkan data yang didapat dan membuat jadwal pemeliharaan yang baik dan benar sesuai dengan SOP fabrikasi mesin tersebut.

1.2. Metode Penelitian

Metode observasi : Metode observasi dilakukan untuk mendapatkan kondisi *forklift* yang sebenarnya agar dapat dibandingkan dengan kondisi *forklift* yang sesuai dengan spesifikasinya

Analisa data : Analisa hasil pengukuran dan pengujian untuk penarikan kesimpulan.

1.3. Hasil dan Pembahasan

Hasil observasi (data lapangan) pada *forklift RD 5700 series* adalah sebagai berikut:

Beban operasional maksimum : 1100 [lbs]

Beban operasional minimum : 600 [lbs]

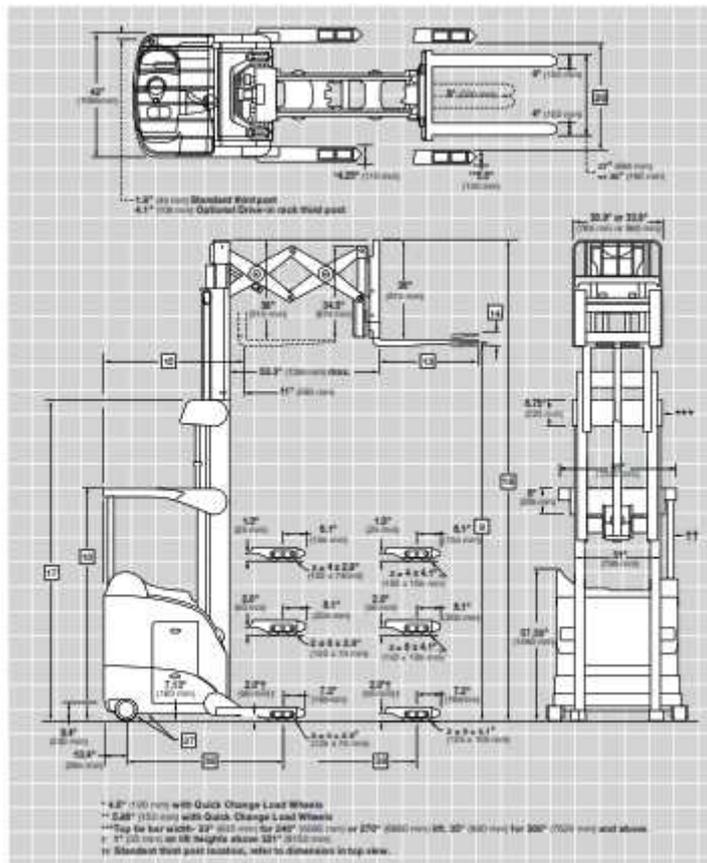
Jenis ban : *Poly*

Dimensi *fork* (p×l×t) : 1000 [mm]× 100 [mm] × 38 [mm]

Jenis rem : elektrik



Gambar 1. *Forklift* jenis *Reach Truck RD 5700 Series*



Gambar 2. Dimensi forklift RD 5700 series

			Imperial	Metric	
General Information	1	Manufacturer	Crown Equipment Corporation		
	2	Model	RD 5725-32		
	3	Load Capacity*	Max	lb/kg	3200 / 1450
	4	Load Center	Fork Face to Load CG	in/mm	24 / 600
	5	Power			30 Volts
	6	Operator Type	Reach		Stand
	7	Tire Type	Load/Caster/Drive		Poly / Poly / Poly
	8	Wheels (x = driven)	Load/Power Unit		4 / 2 (1x)
Dimensions		Mast Type			TT
	9	Lift Height		in/mm	See Mast Chart
	10	Guard Height		in/mm	See Mast Chart
	13	Forks	Standard L x W x T	in/mm	36 x 4 x 1.5 / 915 x 102 x 38
			Optional Lengths	in/mm	30, 38, 42, 45, 48 / 760, 990, 1065, 1145, 1220
	14	Carriage	Tilt F/B†	degree	3 / 4
	15	Headlength	Comp 1 "B"	in/mm	56.48 / 1435
			Comp 1 "C"	in/mm	58.48 / 1485
			Comp 1 "D"	in/mm	60.23 / 1530
			Comp 1 "E"	in/mm	62.85 / 1595
17	Overall Collapsed Height		in/mm	See Mast Chart	
18	Overall Extended Height		in/mm	See Mast Chart	
20	Inside Straddle Width**	in 1" (25 mm) increments	in/mm	34 - 50 / 865 - 1270	
Chassis	37	Tires	Size - Drive/Caster	in/mm	13 x 5.5 / 8 x 4 / 330 x 140 / 203 x 102
	38	Wheelbase (Standard Wheel)	Comp 1 "B"	in/mm	59.32 / 1500
			Comp 1 "C"	in/mm	61.32 / 1560
			Comp 1 "D"	in/mm	63.07 / 1600
			Comp 1 "E"	in/mm	65.70 / 1670
	39	Suspension	Drive		Articulated
			Caster		Articulated, Swivel
	42	Brakes	Drive		Elec Release / Mech Applied
			Caster		None
			Parking		Elec Release / Mech Applied
Battery		Battery Removal			Both Sides
	45	Type			Lead Acid
	46	Min Weight/Max Amp	Comp 1 "B"	lb/amp / kg/amp	1600 / 775 / 730 / 373
			Comp 1 "C"	lb/amp / kg/amp	2000 / 930 / 910 / 430
			Comp 1 "D"	lb/amp / kg/amp	2280 / 1085 / 1095 / 518
			Comp 1 "E"	lb/amp / kg/amp	2600 / 1240 / 1180 / 540
	Max Battery Size - Width is measured on the side of the battery with lifting hooks.	Comp 1 "B" L x W x H	in/mm	38.38 x 14.25 x 31 / 975 x 362 x 787	
		Comp 1 "C" L x W x H	in/mm	38.38 x 16.25 x 31 / 975 x 413 x 787	
		Comp 1 "D" L x W x H	in/mm	38.69 x 18.00 x 31 / 983 x 457 x 787	
		Comp 1 "E" L x W x H	in/mm	38.69 x 20.75 x 31 / 983 x 527 x 787	

* Contact factory. Capacity may be subject to derating at height.

** Inside straddle is decreased by .35" (10 mm) with Quick Change Load Wheels.

Gambar 3. Spesifikasi forklift RD 5700 series

Berdasarkan observasi yang dilakukan pada unit *forklift RD 5700 series* dan dibandingkan dengan spesifikasi dari *manual book*, maka keadaan *forklift* sesuai dengan spesifikasi yang ada pada fabrikasinya.

1.4. Kesimpulan

1. *forklift RD 5700 series* masih sesuai dengan keadaan semula sesuai dengan spesifikasi dari pabrik.
2. Pembuatan jadwal perawatan *forklift* berdasarkan manual book *Crown forklift RD 5700 Series*. Jadwal perawatan tersebut meliputi inspeksi, pelumasan, dan penggantian *part*.

1.5. Daftar Pustaka

- [1] Ansori. Nachnul, 2013, *Sistem Perawatan Terpadu*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [2] *Manual Book Crown RR/RD5700 Series, Service & Part Manual*, 2009.
- [3] <http://www.kajianpustaka.com/2016/10/pengertian-tujuan-fungsi-dan-manfaat-sop.html>

PERENCANAAN PERAWATAN DAN PERBAIKAN TERENCANA PADA MESIN TIRE BENCH TEST DI PT.X

Raidhan Rahadian¹;Jauhari Ali²

Mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta,

Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425

raidhan.rahadian@yahoo.com

Abstrak

Mesin *tire bench test* adalah mesin untuk mengetahui kestabilan ban luar dengan keperluan penelitian dan pengembangan, *tire claim*, serta *marketing*. Mesin ini dibuat khusus oleh PT.X pada awal tahun 2017 dan tidak diproduksi secara massal. Mesin ini belum memiliki kegiatan perawatan pencegahan dan perbaikan berikut jadwalnya. Tugas akhir ini akan difokuskan kepada pembuatan perencanaan kegiatan perawatan pencegahan dan perbaikan beserta jadwalnya.

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah studi literatur, diskusi dengan ahli, wawancara, dan melakukan bimbingan dengan dosen pembimbing. Tidak adanya *manual book* menjadi permasalahan utama studi ini. Dengan dibuatnya kegiatan perawatan, performa dan kualitas dari mesin tersebut dapat terjaga.

Kata kunci: Perawatan Pencegahan, Perawatan Perbaikan, Jadwal Pemeliharaan.

Abstract

Tire bench test is a machine to knowing tire stability, for purpose research and development, tire claim, along with marketing. This machine is build special by X company in the beginning of 2017 and not for mass production. This machine have not preventive and reparation maintenance activity with their schedulling yet. This study will be focused on making of planning preventive and reparation maintenance with their scheduling too.

Method that apply on this study is literature study, discuss with experts, interview, and guidancing with lecture. The main problem on making this study is no manual book for this machine. With the making of maintenance activity, performance and quality of this machine can be save.

Keywords: Preventive Maintenance, Reparation, Schedule of Maintenance.

1. Pendahuluan

PT.X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur ban, baik itu ban dalam (*tube*) maupun ban luar (*tire*). Pada *tire* sendiri setelah selesai melalui proses produksinya, terdapat beberapa pengujian yang dilakukan oleh departemen *quality*. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah *bench test* dengan alat uji mesin *tire bench test*.

Mesin *tire bench test* adalah mesin untuk mengetahui kestabilan ban luar dengan keperluan penelitian dan pengembangan, *tire claim*, serta *marketing*. PT.X telah membuat mesin *bench test*-nya sendiri namun terdapat beberapa kekurangan, yaitu :

1. *Frame* mesin bengkok,
2. Tidak adanya plat serta baut untuk kegiatan *leveling*,
3. Penggerak menggunakan tuas gas sepeda motor,
4. *Shaft rol* tidak sesuai dengan spesifikasi standar, dan
5. Kesalahan dalam pemilihan jenis *bearing*.

Sehingga akhirnya mesin *tire bench test* dibuat kembali pada tahun 2017 dengan desain yang baru. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dalam studi ini dibuat perencanaan perawatan pencegahan pada mesin *tire bench test* serta penjadwalannya dan kegiatan perbaikannya untuk mengatasi *trouble* yang mungkin terjadi pada mesin untuk menjaga *lifetime* serta performa dari mesin ini.

2. Metode Penelitian

Dalam pembuatan perencanaan perawatan dan perbaikan terencana pada mesin *tire bench test* ini penulis melakukan beberapa tahapan, berikut penjelasan setiap tahapan:

1. Pembuatan Daftar Inventaris.
Pembuatan daftar inventaris adalah langkah awal untuk membuat perencanaan perawatan dan perbaikan karena di dalamnya terdapat informasi mengenai nama asset, nomor inventaris, prioritas peralatan dan keterangan tempat bagian asset yang akan memudahkan.
2. Pembuatan Jadwal Pemeliharaan
Jadwal pemeliharaan ini disusun dengan referensi manual book atau *technical information* dari komponen mesin *tire bench test*, buku tentang pemeliharaan, dan diskusi dengan teknisi pemeliharaan PT.X.
3. Menyusun Spesifikasi Pekerjaan
Spesifikasi pekerjaan adalah pengelompokan kegiatan-kegiatan pemeliharaan dari jadwal pemeliharaan yang telah dibuat berdasarkan frekuensi pemeliharaan.
4. Menyusun Program Pemeliharaan Tahunan
Jadwal pemeliharaan yang telah disusun dibuatkan tabel jadwal pemeliharaan selama satu tahun.

3. Hasil Pembahasan

3.1 Pembuatan Daftar Inventaris

Pembuatan daftar inventaris dilakukan untuk memudahkan proses perencanaan perawatan kedepannya. Diawali dengan membuat list mesin-mesin yang dimiliki oleh divisi *quality* lalu memberi nomor inventaris berdasarkan pengelompokan yang disusun 6 digit angka, yang artinya:

- 1 digit pertama adalah nomor untuk lokasi gedung
- 1 digit kedua adalah nomor untuk lokasi sub-bagian dari gedung
- 2 digit pertama adalah nomor untuk kelompok peralatan
- 2 digit kedua adalah nomor untuk nomor peralatan

Berikut adalah daftar inventaris perusahaan :

No. Inventaris	Nama Peralatan	Lokasi Peralatan	Jenis Mesin
1-1-01-01	Mesin <i>Tire Bench Test</i>	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-02	Sepeda motor 1	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-03	Sepeda motor 2	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-04	Sepeda motor 3	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-05	Sepeda motor 4	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-06	Sepeda motor 5	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-07	Sepeda motor 6	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-08	Sepeda motor 7	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-09	Sepeda motor 8	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-10	Sepeda motor 9	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-11	Sepeda motor 10	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-12	Sepeda motor 11	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-13	Sepeda motor 12	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-14	Sepeda motor 13	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian

1-1-01-15	Sepeda motor 14	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-01-16	Sepeda motor 15	Lantai 1 gedung	Mesin Pengujian
1-1-02-01	Kerekan rantai	Lantai 1 gedung	Mesin lain-lain

3.2 Pembuatan Jadwal Pemeliharaan

Jadwal pemeliharaan mesin *tire bench test* dibuat dengan cara membaca *manual book*, *technical information*, referensi buku, dan diskusi dengan teknisi pemeliharaan dari PT.X untuk menentukan kegiatan pemeliharaan yang akan dilakukan, frekuensi kegiatan pemeliharaan, dan waktu untuk melakukan kegiatan pemeliharaan tersebut. Diawali dengan pembuatan tabel yang berisi nama mesin, tanggal penyusunan jadwal pemeliharaan, deskripsi kegiatan pekerjaan pemeliharaan, frekuensi pemeliharaan, dan waktu dalam menit seperti berikut.

JADWAL PEMELIHARAAN			
Nama Mesin		Tanggal Penyusunan	
Mesin <i>Tire Bench Test</i>		7 Juli 2017	
Deskripsi Kegiatan Pekerjaan Pemeliharaan		Frekuensi	Jenis Pemeriksaan
Motor Listrik			
Periksa bunyi, getaran, dan suhu lingkungan		M/B	PB
Periksa keamanan pelat fondasi		M/3B	PB
Periksa keamanan motor		M/3B	PB
Periksa kebersihan motor dan ventilasi sirkulasi sistem pendingin		M/B	PB
Periksa elektrik, sistem insulasi, dan <i>winding</i>		E/T	PB
Periksa <i>seal shaft</i> dan paking dalam posisi benar dan tidak aus		M/T	PB
Periksa cat motor		M/T	PB
Kebersihan lingkungan motor dari debu, benda abrasive, hal yang mudah terbakar dan mudah meledak		M/B	PB
Timing belt			
Periksa tegangan <i>timing belt</i>		M/B	PB
Periksa apakah ada tanda-tanda kerusakan dari belt		M/3B	PB
Pulley Timing belt			
Membersihkan <i>Pulley timing belt</i>		M/3B	PB
Periksa alignment <i>pulley</i> dengan <i>pulley</i> dan <i>pulley</i> dengan poros		M/B	PB
Periksa kondisi gigi <i>pulley</i> (tajam, deformasi, aus)		M/6B	PB
Shaft rol			
Periksa kesejajaran <i>shaft rol</i>		M/B	PB
Periksa kondisi <i>shaft rol</i> (retak pada surface dan weldment, kerusakan pada alur)		M/3B	PB

<i>Pillow block</i>		
Pengencangan baut fondasi dan baut <i>shaft rol</i> dengan <i>bearing</i>	M/B	PB
Lubrikasi grease	M/B	PB
Periksa toleransi dimensi <i>shaft rol</i> dengan <i>bearing</i>	M/B	PB
Periksa perubahan suara normal <i>bearing</i> pada saat beroperasi	M/B	PB
Periksa vibrasi yang dihasilkan oleh <i>bearing</i>	M/M	PB
<i>Piston Pneumatic</i>		
Periksa kekencangan baut konstruksi	M/M	PB
Periksa kekencangan baut piston	M/3B	PB
Periksa kebocoran angin	M/M	PO
Grease <i>seal</i> dan <i>bushing</i>	M/6B	PB
Bersihkan piston, housing piston, dan lubang aliran udara	M/6B	PB
Periksa kondisi selang beserta <i>air adjuster</i> piston <i>pneumatic</i>	M/B	PB
<i>Poros Ulir Stopper Ban Depan</i>		
Bersihkan kotoran yang menempel pada poros ulir dan grease kembali	M/3B	PB
<i>Baut</i>		
Kencangkan baut <i>stopper</i> ban depan	M/B	PB
Setting baut <i>leveling</i>	M/3B	PB
Kencangkan baut <i>cover</i> mesin <i>tire bench test</i>	M/B	PB
<i>Pengendali</i>		
Periksa kondisi seluruh kabel dan keamanan sambungan	E/T	PB
<i>Umum</i>		
Jaga kebersihan mesin dan lingkungan mesin	M/H	PB
Periksa suara mesin ketika beroperasi	M/M	PO
Tes ketepatan perbandingan RPM <i>shaft rol</i> dengan RPM motor listrik	M/M	PO

Tabel 3.1 Jadwal pemeliharaan mesin *tire bench test*

3.3 Spesifikasi Pekerjaan

Spesifikasi pekerjaan ini menjabarkan langkah-langkah yang harus dilakukan oleh pekerja pemeliharaan saat melakukan kegiatan pemeliharaan. Spesifikasi pekerjaan dibedakan berdasarkan nomor spesifikasi yang disesuaikan dengan frekuensi yang tercantum pada jadwal pemeliharaan. Spesifikasi pekerjaan untuk mesin *tire bench test* PT.X adalah sebagai berikut:

- a. Spesifikasi pekerjaan untuk mekanik/bulan :

SPESIFIKASI PEKERJAAN		Nomor Minggu					
		1	5	9	13	17	21
Uraian Mesin	: Mesin <i>Tire Bench Test</i>						
Lokasi	: Lantai 1, Gedung Q						
Peralatan Khusus :	1.	No. Mesin			1-1-01-01		

2.	No. Spes.	M/B
Nomor Operasi	Waktu (menit)	
Umum		
1. Pastikan mesin sudah mati dan tidak ada listrik yang mengalir dari sumber tegangan.	5	
2. Lepas selang angin yang tersambung ke piston <i>pneumatic</i> pengunci ban belakang dan <i>safety rol</i> .	5	
3. Buka semua baut <i>cover</i> mesin <i>tire bench test</i> serta baut <i>stopper</i> ban depan.	10	
Motor Listrik		
4. Periksa bunyi, getaran, dan suhu lingkungan dengan membandingkan bunyi, getaran operasi normal dan saat pemeriksaan. Sedangkan suhu ruangan yang diizinkan tidak boleh melebihi 40°C.	10	
5. Bersihkan badan motor, ventilasi, serta lingkungan motor dari debu, benda abrasif, hal yang mudah terbakar, dan mudah meledak.	15	
Pulley Timing Belt		
6. Periksa <i>alignment</i> antara pulley dengan pulley dan poros dengan poros.	5	
Timing Belt		
7. Periksa tegangan <i>timing belt</i> .	3	
Shaft Rol		
8. Periksa kesejajaran <i>shaft rol</i> , gunakan penggaris besi lurus atau <i>dial gauge</i> jika perlu	5	
Pillow Block		
9. Periksa kekencangan baut fondasi dan baut <i>shaft rol</i> dengan <i>bearing</i> .	5	
10. Periksa perubahan suara normal dan vibrasi <i>bearing</i> pada saat operasi.	3	
Piston Pneumatic		
11. Periksa kekencangan baut konstruksi.	3	
12. Periksa kondisi selang beserta <i>air adjuster</i> .	5	
Umum		
13. Pasang kembali <i>cover</i> serta selang mesin lalu kencangkan dengan baut.	10	
LAPORKAN SEGERA JIKA DITEMUKAN KERUSAKAN LAIN PADA SAAT PEMERIKSAAN		

Tabel 3.2 Spesifikasi pekerjaan mesin *tire bench test* untuk mekanik/bulan

b. Spesifikasi pekerjaan untuk mekanik/3 bulan :

SPESIFIKASI PEKERJAAN	Nomor Minggu					
Uraian Mesin : Mesin <i>Tire Bench Test</i>	1	13				
Lokasi : Lantai 1, Gedung Q						
Peralatan Khusus : 1. 2.	No. Mesin		1-1-01-01			
	No. Spes.		M/3B			
Nomor Operasi	Waktu (menit)					
Umum						
1. Pastikan mesin sudah mati dan tidak ada listrik yang mengalir dari sumber tegangan.	5					
2. Lepas selang angin yang tersambung ke piston <i>pneumatic</i> pengunci ban belakang dan <i>safety rol</i> .	5					
3. Buka semua baut <i>cover</i> mesin <i>tire bench test</i> serta baut <i>stopper</i> ban depan.	10					
Motor Listrik						
4. Periksa keamanan plat fondasi dan keamanan motor.	5					
Timing Belt						
5. Periksa tanda-tanda kerusakan pada <i>timing belt</i> .	10					
Pulley timing belt						
6. Membersihkan pulley timing belt dengan sikat gigi keras.	10					
Shaft rol						
7. Periksa kondisi <i>shaft rol</i> apakah ada kerusakan pada <i>surface</i> atau <i>weldment</i> .	10					
Piston Pneumatic						
8. Periksa kekencangan baut piston.	3					
Poros Ulir Stopper Ban Depan						
9. Bersihkan yang menempel pada poros dan <i>grease</i> kembali.	10					
Baut						
10. <i>Setting</i> baut <i>levelling</i> .	15					
Umum						
11. Pasang kembali <i>cover</i> serta selang mesin lalu kencangkan dengan baut.	10					
LAPORKAN SEGERA JIKA DITEMUKAN KERUSAKAN LAIN PADA SAAT PEMERIKSAAN						

Tabel 3.3 Spesifikasi pekerjaan mesin *tire bench test* untuk mekanik/3 bulan

c. Spesifikasi pekerjaan untuk mekanik/minggu :

SPESIFIKASI PEKERJAAN	Nomor Minggu					
-----------------------	--------------	--	--	--	--	--

Uraian Mesin	: Mesin <i>Tire Bench Test</i>						
Lokasi	:						
Peralatan Khusus : 1. 2.		No. Mesin		1-1-01-01			
		No. Spes.		M/M			
Nomor Operasi		Waktu (menit)					
Piston Pnematic							
1. Periksa kebocoran angin.		5					
Umum							
2. Periksa suara mesin ketika beroperasi.		5					
3. Tes ketepatan perbandingan RPM <i>shaft rol</i> dengan RPM motor listrik.		10					
LAPORKAN SEGERA JIKA DITEMUKAN KERUSAKAN LAIN PADA SAAT PEMERIKSAAN							

Tabel 3.4 Spesifikasi pekerjaan mesin *tire bench test* untuk mekanik/minggu

d. Spesifikasi pekerjaan untuk mekanik/6 bulan :

SPESIFIKASI PEKERJAAN		Nomor Minggu					
Uraian Mesin	: Mesin <i>Tire Bench Test</i>	1	25				
Lokasi	: Lantai 1, Gedung Q						
Peralatan Khusus : 1. 2.		No. Mesin		1-1-01-01			
		No. Spes.		M/6B			
Nomor Operasi		Waktu (menit)					
Umum							
1. Pastikan mesin sudah mati dan tidak ada listrik yang mengalir dari sumber tegangan.		5					
2. Lepas selang angin yang tersambung ke piston <i>pneumatic</i> pengunci ban belakang dan <i>safety rol</i> .		5					
3. Lepaskan baut konstruksi piston <i>pneumatic</i> pengunci ban belakang dan <i>safety rol</i> lalu pisahkan piston <i>pneumatic</i> ke tempat lain.		15					
4. Buka semua baut <i>cover</i> mesin <i>tire bench test</i> serta baut <i>stopper</i> ban depan.		10					
Pulley Timing belt							
5. Kendorkan baut fondasi pada motor lalu majukan motor agar belt dapat terlepas lalu periksa kondisi gigi <i>pulley</i> (tajam, deformasi, aus).		15					
6. Setelah selesai, setting kembali posisi motor, alignment dari pulley, dan kekencangan belt lalu kencangkan baut kembali baut fondasi		10					

Piston Pneumatic	
7. Lepaskan 4 baut piston, lalu bongkar penutup atas piston.	5
8. Lepaskan piston dari <i>housing</i> sampai terpisah.	3
9. Periksa <i>seal</i> , <i>bushing</i> , dan piston lalu bersihkan ketiganya serta lubang aliran udara dengan WD-40 dan keringkan.	15
10. <i>Grease seal</i> dan <i>bushing</i> .	10
11. <i>Assembly</i> kembali semua komponen	15
Umum	
12. Pasang kembali <i>cover</i> mesin dan baut.	10
13. Pasang kembali piston <i>pneumatic</i> serta selang mesin lalu kencangkan dengan baut.	15
LAPORKAN SEGERA JIKA DITEMUKAN KERUSAKAN LAIN PADA SAAT PEMERIKSAAN	

Tabel 3.5 Spesifikasi pekerjaan mesin *tire bench test* untuk mekanik/6 bulan

e. Spesifikasi pekerjaan untuk mekanik/tahun :

SPESIFIKASI PEKERJAAN	Nomor Minggu				
Uraian Mesin : Mesin <i>Tire Bench Test</i>	29				
Lokasi : Lantai 1, Gedung Q					
Peralatan Khusus : 1.	No. Mesin		1-1-01-01		
	2.		No. Spes. M/T		
Nomor Operasi	Waktu (menit)				
Umum					
1. Pastikan mesin sudah mati dan tidak ada listrik yang mengalir dari sumber tegangan.	5				
2. Lepas selang angin yang tersambung ke piston <i>pneumatic</i> pengunci ban belakang dan <i>safety rol</i> .	5				
3. Buka semua baut <i>cover</i> mesin <i>tire bench test</i> serta baut <i>stopper</i> ban depan.	10				
Motor Listrik					
4. Periksa <i>seal shaft</i> dan paking dalam posisi benar dan tidak aus.	20				
5. Periksa cat motor.	3				
Umum					
6. Pasang kembali <i>cover</i> serta selang mesin lalu kencangkan dengan baut.	10				
LAPORKAN SEGERA JIKA DITEMUKAN KERUSAKAN LAIN PADA SAAT PEMERIKSAAN					

Tabel 3.6 Spesifikasi pekerjaan mesin *tire bench test* untuk mekanik/tahun

f. Spesifikasi pekerjaan untuk elektrik/tahun :

SPESIFIKASI PEKERJAAN		Nomor Minggu				
Uraian Mesin	: Mesin <i>Tire Bench Test</i>	29				
Lokasi	: Lantai 1, Gedung Q					
Peralatan Khusus : 1. 2.		No. Mesin	1-1-01-01			
		No. Spes.	E/T			
Nomor Operasi		Waktu (menit)				
Umum						
1. Pastikan mesin sudah mati dan tidak ada listrik yang mengalir dari sumber tegangan.		5				
2. Lepas selang angin yang tersambung ke piston <i>pneumatic</i> pengunci ban belakang dan <i>safety rol</i> .		5				
3. Buka semua baut <i>cover</i> mesin <i>tire bench test</i> serta baut <i>stopper</i> ban depan.		10				
Motor Listrik						
4. Periksa elektrik, sistem insulasi, dan <i>winding</i> .		20				
Pengendali						
5. Periksa kondisi seluruh kabel dan keamanan sambungan		10				
Umum						
6. Pasang kembali <i>cover</i> serta selang mesin lalu kencangkan dengan baut		10				
LAPORKAN SEGERA JIKA DITEMUKAN KERUSAKAN LAIN PADA SAAT PEMERIKSAAN						

Tabel 3.7 Spesifikasi pekerjaan mesin *tire bench test* untuk mekanik/bulan

3.4 Program Pemeliharaan Tahunan

Sesudah mempersiapkan jadwal pemeliharaan dan menyusun spesifikasi pekerjaan, dilanjutkan dengan membuat program pemeliharaan tahunan untuk menentukan kapan pekerjaan pemeliharaan produktif terencana akan dilakukan. Program tersebut disusun untuk periode 12 bulanan sambil memperhitungkan hari libur resmi. Berikut adalah program pemeliharaan tahunan yang telah dibuat:

PROGRAM PEMELIHARAAN PENCEGAHAN MESIN <i>TIRE BENCH TEST</i> TAHUN 2017																																		
LOKASI: LANTAI 1, GEDUNG Q		BULAN	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	JANUARI	FEBRUARI																										
		Minggu mulai	4	11	18	25	2	9	16	23	4	11	18	25	1	8	15	22	5	12	19	26												
		Minggu ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24								
Nama Mesin	No. Inventaris	Periode Pemeliharaan																																
		Mekanik	Elektrik																															
Mesin <i>Tire Bench Test</i>	1-1-01-01	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		D		
		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		SB		
		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		HK		

Tabel 3.8 Program pemeliharaan pencegahan mesin *tire bench test* tahun 2017

PROGRAM PEMELIHARAAN PENCEGAHAN MESIN TIRE BENCH TEST TAHUN 2018																														
LOKASI: LANTAI 1, CEDUNG Q			BULAN MARET			APRIL			MEI			JUNI			JULI			AGUSTUS												
			Minggu	mulai	ke	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
			Minggu	ke		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Name Mesin	No. Inventaris	Prosedur Pemeliharaan																												
		Mekanik	Elektrik																											
Mesin Tire Bench Test	1-7-00-01	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
		B		B				B				B				B				B				B				B		
		BB		BB												BB														
		BB		BB																										
		T		T				T																						

Tabel 3.9 Program pemeliharaan pencegahan mesin *tire bench test* tahun 2018

4. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan perawatan dan perbaikan terencana pada mesin *tire bench test*, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembuatan daftar inventaris dilakukan untuk memberi identitas pada mesin agar bisa dipakai untuk jadwal pemeliharaan, spesifikasi kerja, jadwal pemeliharaan tahunan.
2. Jadwal pemeliharaan disusun berdasarkan *technical information* pabrik pembuat komponen, diskusi dengan teknisi maintenance PT.X dan buku referensi.
3. Spesifikasi kerja dikelompokkan menurut frekuensi pemeliharaan yang dicantumkan dalam jadwal pemeliharaan.
4. Jadwal pemeliharaan tahunan dimulai dari bulan September 2017 dan diakhiri pada bulan Agustus 2018 dengan detail dapat dilihat pada tabel 3.8 halaman 9 dan 3.9 halaman 10.

5. Daftar Pustaka

- o Corder, A. S., Teknik Manajemen Pemeliharaan, Jakarta : Erlangga, 1996.
- o Christian, Larry, *Industrial Mechanics and Maintenance*, 2nd ed. New Jersey : Pearson Prentice Hall, 2004.
- o Higgins, L. R., Mobley, R. K., dan Wikoff, D., *Maintenance Engineering Handbook*, 7th ed. The McGraw-Hill Companies, 2008.
- o *Technical Information and Maintenance SMC CQS and CA2Y Pneumatics.*
- o *Technical Information FYH Bearing.*
- o *Technical Information Omega Optibelt.*
- o *TECO Instalation and Maintenance Instruction for Small Motor Manual.*

PERENCANAAN PREVENTIVE MAINTENANCE BELT CONVEYOR DI PT. X

Ahmad Arief Rachman

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Depok 16425, Indonesia
Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530,
ahmad.ariief.r@gmail.com

Abstrak

PT. X bergerak dalam bidang industri manufaktur karet otoparts untuk roda dua dan roda empat yang sesuai dengan bidang mahasiswa. Salah satu mesin yang terdapat di PT. X ini yaitu Conveyor. Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Permasalahan yang di alami oleh belt conveyor saat ini adalah belum tersedianya jadwal pemeliharaan. Sistem perawatan berupa Preventive Maintenance dianggap mampu mencegah penurunan fungsi produksi karena adanya Breakdown Maintenance. Maka untuk menghindari Breakdown Maintenance dan terjadi Down Time, Conveyor ini membutuhkan sistem perawatan berupa Preventive Maintenance. Penulis memiliki tujuan agar tindakan pemeliharaan pada Conveyor dapat dilakukan berdasarkan jadwal pemeliharaan yang tepat, proses pemeliharaan dapat berjalan dengan baik. Penulis menggunakan metode ISMO, dikarenakan tidak adanya manual book dari industri tetapi ada data riwayat mesin.

Kata kunci : Sistem mekanik, jadwal pemeliharaan, Preventive Maintenance (PM), Breakdown Maintenance & Down Time, metode ISMO.

Abstract

PT. X is engaged in autoparts rubber manufacturing industry for two-wheelers and four-wheelers that fit the fields of students. One of the machines contained in this PT. X is Conveyor. Conveyor is a mechanical system that has the function of moving goods from one place to another. Problems experienced by the conveyor belt at this time is the unavailability of maintenance schedule. Preventive Maintenance system is considered able to prevent the decline in production function due to Breakdown Maintenance. So to avoid Breakdown Maintenance and going Down Time, this conveyor needs maintenance system in the form of Preventive Maintenance. The author has the goal that maintenance actions on Conveyor can be done based on the appropriate maintenance schedule, maintenance process can run well. The author uses the ISMO method, due to the absence of the manual book of the industry but there is a history of the machine.

Keywords : Mechanical system, maintenance schedule, Preventive Maintenance (PM), Breakdown Maintenance & Down Time, ISMO method.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. X bergerak dalam bidang industri manufaktur karet otoparts untuk roda dua dan roda empat yang sesuai dengan bidang mahasiswa. Salah satu mesin yang terdapat di PT ini yaitu Conveyor.

Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Conveyor memiliki banyak macam, salah satunya ialah belt Conveyor seperti yang terdapat pada PT. X. Di PT. X terdapat 4 buah belt Conveyor dengan jenis yang sama.

Berdasarkan durasi produksi yang tinggi, maka untuk menjaga performa mesin tersebut dibutuhkan sebuah sistem perawatan berupa Preventive Maintenance (PM). Sistem perawatan berupa Preventive Maintenance dianggap mampu mencegah penurunan fungsi produksi karena adanya Breakdown Maintenance. Maka untuk menghindari Breakdown Maintenance dan terjadi Down Time, Conveyor ini membutuhkan sistem perawatan berupa Preventive Maintenance.

Berdasarkan kebutuhan sekaligus permintaan perusahaan akan sistem perawatan pada Conveyor yang optimal dan berkelanjutan maka dengan adanya Preventive Maintenance diharapkan menjadi sebuah langkah terbaik untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik. Dengan penjabaran diatas, penulis berusaha memberikan perencanaan Preventive Maintenance dengan hasil akhir berupa kesimpulan dan saran sebagai solusi bagi perusahaan.

1.2. Tujuan

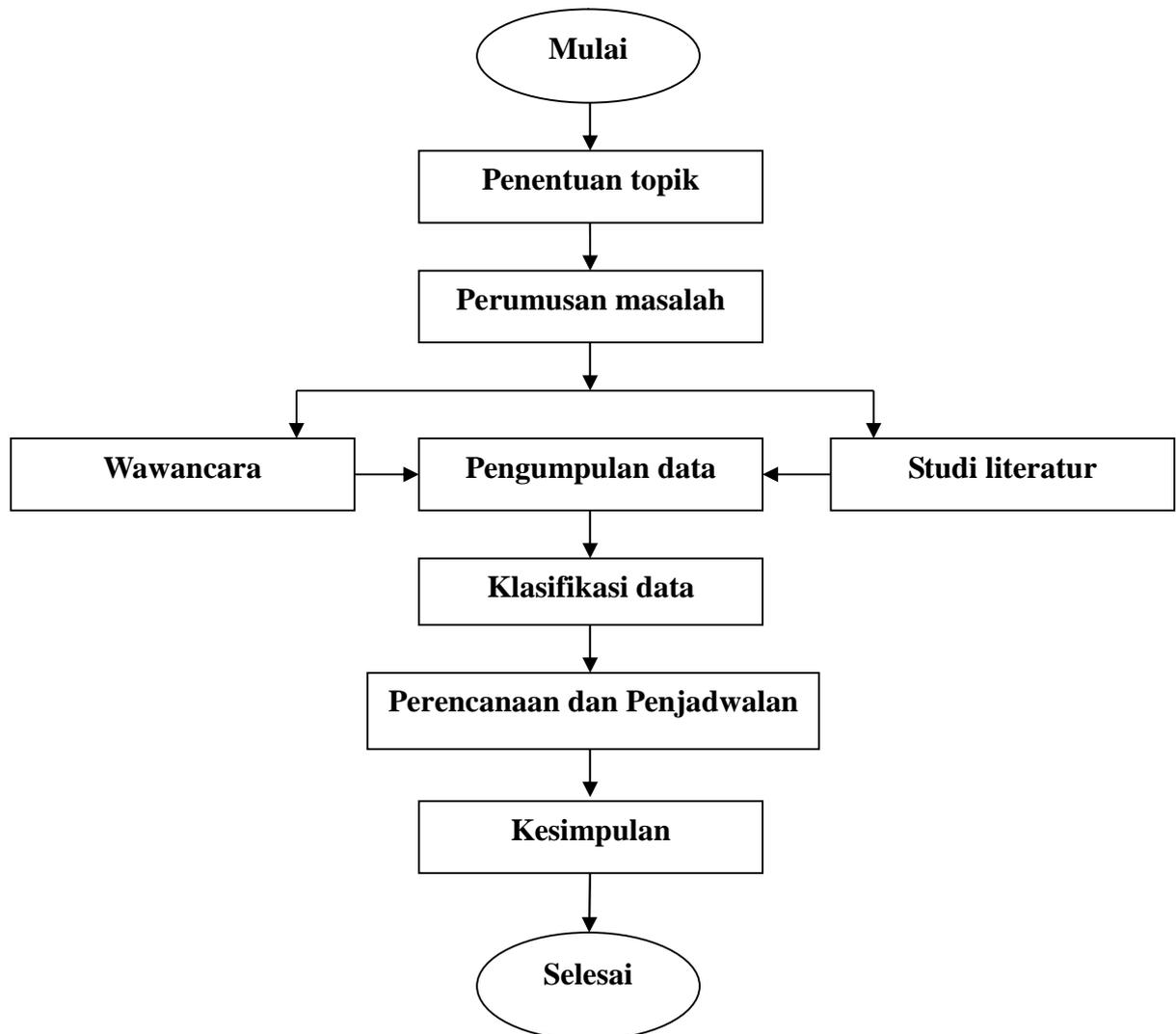
1.2.1. Tujuan Umum

1. Agar tindakan pemeliharaan pada Conveyor dapat dilakukan berdasarkan jadwal pemeliharaan yang tepat.
2. Agar proses pemeliharaan dapat berjalan dengan baik.

1.2.2. Tujuan Khusus

Agar memberikan wawasan yang luas bagaimana bentuk implementasi sistem perawatan berupa Preventive Maintenance dalam hal ini pada satu jenis mesin dapat mudah dipahami oleh pembaca.

2. METODE PENELITIAN



Keterangan :

- a. Penentuan topik
Penentuan topik dilakukan dengan wawancara langsung oleh karyawan bagian *Maintenance* di PT. Indokarlo Perkasa.
- b. Perumusan masalah
Dari hasil pengamatan langsung dan wawancara dalam proses penentuan topik didapatkan gambaran mengenai permasalahan yang ada pada *Conveyor*.
- c. Wawancara
Melakukan tanya jawab dengan operator dan karyawan *Maintenance* di PT. Indokarlo Perkasa.
- d. Studi pustaka
Studi pustaka bertujuan untuk menemukan teori-teori yang sesuai dengan masalah yang sedang dibahas guna membantu memecahkan masalah tersebut. Hal ini dilakukan dengan cara membaca dan mencari buku-buku jurnal, buku manual tentang mesin pembanding tersebut, dan segala jenis laporan yang berkaitan dengan topik yang dibahas.
- e. Pengumpulan data
Tahap ini merupakan tahap mengumpulkan semua data yang diperoleh baik dari observasi maupun studi pustaka.
- f. Perencanaan dan Penjadwalan

Pelaksanakan pembuatan jadwal perbaikan mesin *Conveyor*.

- g. Kesimpulan
Melakukan tindakan perbaikan dan menentukan solusi untuk penyebab tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Keseharian Mesin

- a. Giliran kerja mesin (Shift) dalam 1 hari
PT. X menerapkan 3 *Shift* untuk proses produksi. Kegiatan produksi dilakukan setiap hari kerja yaitu mulai dari senin sampai jumat. Setiap harinya dalam 3 *Shift* mesin bekerja sekitar ± 21 jam.
- b. Tipe produksi
Dalam dunia industri ada 3 jenis tipe produksi, yaitu massal, seri, dan unit. Di PT. X tipe dari produksi yang digunakan adalah massal.

3.2. Siklus Perawatan

EQUIPMENT	REPAIR CYCLE			CRANE DUTY PRODUCTION	DURATION OF COMPLETE CYCLE IN YEARS			DURATION BETWEEN TWO CONSECUTIVE STAGES IN MONTHS			
	CYCLE	NO. OF REPAIRS BETWEEN COMPLETE OVERHAULS			WORKING SHIFT			WORKING SHIFT			
		M	S		I	1	2	3	1	2	3
BELT CONVEYORS	C-I ₁ -I ₂ -S ₁ -I ₃ -I ₄ -S ₂ -I ₅ -I ₆ -M ₁ -I ₇ -I ₈				MASS	6	3	2	35	2	1
	S ₃ -I ₉ -I ₁₀ -M ₂ -I ₁₁ -I ₁₂ -S ₄ -I ₁₃ -I ₁₄ -C	2	4	14	SERIES	8	4	2.5	45	2.5	1.5
					UNIT	9	4.5	3	5	2.5	2

Berdasarkan data yang di dapat pada data keseharian mesin, maka dilakukan penentuan siklus dari pemeliharaan atau perawatan itu sendiri, maka didapat siklus perawatan adalah sebagai berikut :

C - I₁ - I₂ - S₁ - I₃ - I₄ - S₂ - I₅ - I₆ - M₁ - I₇ - I₈ - S₃ - I₉ - I₁₀ - M₂ - I₁₁ - I₁₂ - S₄ - I₁₃ - I₁₄ - C

Keterangan : C = *Complete Overhaul*
I = *Inspection* (Inspeksi)
S = *Small Repair* (Perbaikan Kecil)
M = *Medium Repair* (Perbaikan Sedang)

3.3. Periode Perawatan

Selain siklus perawatan didapat juga periode dan siklus untuk perawatan yang harus dilakukan dan saling berkaitan dengan siklus perawatan tersebut. Ada 2 jenis periode perawatannya itu periode perawatan dalam bulan, dan periode perawatan dalam tahun.

Untuk periode perawatan dalam bulan didapatkan nilai sebesar 1. Jadi maksudnya adalah jangka waktu antara perawatan terakhir dengan perawatan selanjutnya berjarak 1 bulan. Misalnya pada Inspeksi pertama (I₁) dilakukan pada awal bulan Januari, maka perawatan selanjutnya Inspeksi kedua (I₂) dilakukan pada bulan Februari. Begitu juga seterusnya dari Inspeksi kedua (I₂) ke Perbaikan Kecil 1 (S₁) jangka waktunya 1 bulan.

Sedangkan untuk periode perawatan dalam tahun didapatkan nilai sebesar 2. Jadi maksudnya yaitu jangka waktu untuk seluruh perawatan pada siklus perawatan dilakukan selama 2 tahun. Atau dengan kata lain jarak antara *Complete Overhaul* (C) ke *Complete Overhaul* selanjutnya berjangka 2 tahun.

Berikut ini adalah tabel perawatan *preventive* (*Annual*) untuk *Conveyor* di PT. X :

NO	NAMA MESIN	NOMOR MESIN	BULAN PADA TAHUN 2018											
			JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	NOV	DEC	
1	BELT CONVEYOR	CONV01	C	I ₁	I ₂	S ₁	I ₃	I ₄	S ₂	I ₅	I ₆	M ₁	I ₇	
2		CONV02		C	I ₁	I ₂	S ₁	I ₃	I ₄	S ₂	I ₅	I ₆	M ₁	
3		CONV03			C	I ₁	I ₂	S ₁	I ₃	I ₄	S ₂	I ₅	I ₆	
4		CONV04				C	I ₁	I ₂	S ₁	I ₃	I ₄	S ₂	I ₅	
			BULAN PADA TAHUN 2019											
NO	NAMA MESIN	NOMOR MESIN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	NOV	DEC	
1	BELT CONVEYOR	CONV01	I ₈	S ₃	I ₉	I ₁₀	M ₂	I ₁₁	I ₁₂	S ₄	I ₁₃	I ₁₄	C	
2		CONV02	I ₇	I ₈	S ₃	I ₉	I ₁₀	M ₂	I ₁₁	I ₁₂	S ₄	I ₁₃	I ₁₄	
3		CONV03	M ₁	I ₇	I ₈	S ₃	I ₉	I ₁₀	M ₂	I ₁₁	I ₁₂	S ₄	I ₁₃	
4		CONV04	I ₆	M ₁	I ₇	I ₈	S ₃	I ₉	I ₁₀	M ₂	I ₁₁	I ₁₂	S ₄	
			BULAN PADA TAHUN 2020											
NO	NAMA MESIN	NOMOR MESIN	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	NOV	DEC	
1	BELT CONVEYOR	CONV01												
2		CONV02	C											
3		CONV03	I ₁₄	C										
4		CONV04	I ₁₃	I ₁₄	C									

4. KESIMPULAN

Dengan dibuatnya penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- Mesin *Conveyor* PT. X memiliki siklus untuk perawatan yaitu
 $C - I_1 - I_2 - S_1 - I_3 - I_4 - S_2 - I_5 - I_6 - M_1 - I_7 - I_8 - S_3 - I_9 - I_{10} - M_2 - I_{11} - I_{12} - S_4 - I_{13} - I_{14} - C$
- Berdasarkan tujuan yang pertama dari pembuatan tugas akhir ini, maka didapat siklus perawatan ISMO dengan jangka waktu 2 tahun, periode perawatan setiap 1 bulan. Dengan siklus inspeksi setiap 1 bulan, siklus S₁ ke S₂ selama 3 bulan, S₂ ke S₃ selama 6 bulan, S₃ ke S₄ selama 6 bulan. Dan jangka waktu untuk M₁ ke M₂ selama 6 bulan.
- Berdasarkan hasil perbandingan didapat bahwa sistem perawatan non-tradisional lebih efektif karena sudah merangkum seluruh jadwal kegiatan perawatan secara menyeluruh.

5. DAFTAR PUSTAKA

- GARG, H.P. 1980. *Industrial Maintenance*. New Delhi, Chand & Company Ltd.
- Corder, "Teknik Manajemen Pemeliharaan" ; Penerbit Erlangga ; Jkt ; 1988
- Tomlinton, "Effective Maintenance" ; Van Reinhold ; New York ; 1987
- A. Raouf, M. Ben-Daya, "Total maintenance management: a systematic approach," *Journal Of Quality in Maintenance Engineering*. 1995. Vol.1:1 pg 6-14, 1995
- Rahayu, Minto. 2007. *Bahasa Indonesia di Perguruan Tinggi*. Jakarta : Grasindo

PENANGGULANGAN KONDENSASI PADA PIPA CHILLED WATER SUPPLY DAN CHILLED WATER RETURN LANTAI MEZZANINE MARGO CITY HOTEL DENGAN ISOLASI PIPA

Gibran Rahmat ¹, Agus Sugianto ²

1. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, jl irian jaya no 198 depok, 081586063843, gibranrahmat7@gmail.com
2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Heating, Ventilation, and Air Conditioning adalah sistem yang berfungsi menjaga kondisi udara sekitar untuk melindungi alat-alat dan kenyamanan personal dengan cara mengatur ventilasi dan perkondisian udara. Untuk mengkondisikan udara pada gedung-gedung besar, *Air Conditioning* biasa sudah tidak efisien lagi dikarenakan membutuhkan refrigerant dan kerja kompresor yang cukup besar. Oleh karena itu, sering kali sistem *Air Conditioning* yang digunakan adalah sistem chiller. Chiller tidak mendinginkan udara secara langsung, melainkan mendinginkan fluida lain terlebih dahulu. Penelitian yang dilakukan terhadap sebuah perusahaan dalam proyeknya instalasi *Ventilation and Air Conditioning* pada Margo City Hotel, fluida yang digunakan oleh chiller adalah glikol. Setelah glikol didinginkan oleh chiller, glikol dialirkan menuju *Air Handling Unit* dan disinilah terjadi pendinginan udara. Pada *Air Handling Unit* terdapat *Heat Exchanger* dimana terjadi pertukaran kalor antara glikol dengan udara. Pipa yang digunakan untuk menyalurkan glikol dari chiller menuju *Air Handling Unit* dinamakan pipa *Chilled Water Supply*. Setelah glikol menerima kalor dari udara, glikol dialirkan kembali menuju chiller dan pipa yang digunakan untuk menyalurkan glikol dari *Air Handling Unit* menuju chiller dinamakan pipa *Chilled Water Return*. Dan selama proses ini berlangsung, pipa ini mengalami kondensasi yang akan berdampak korosi, menimbulkan genangan air sehingga membuat ruangan menjadi tidak nyaman, serta menyebabkan korsleting listrik. Kondensasi ini dapat ditanggulangi dengan alat bantu yang dapat melindungi pipa dari embun, suhu yang ekstrim dan fleksibel.

Penelitian yang dilakukan terhadap pipa *Chilled Water Supply* dan *Chilled Water Return*, menunjukkan bahwa butuh sebuah isolasi termal untuk pipa *Carbon Steel* dengan diameter nominal 125 [mm], outside diameter 138.7 [mm] dan ketebalan 4.85 [mm]. Isolasi ini dirancang dengan menggunakan bahan *Polyurethane* yang bersifat *flexible*, sehingga proses pemakaiannya mudah serta mampu menahan temperature dari -210 [C°] sampai 150 [C°].

Kata kunci: Isolasi termal, kondensasi, rancangan

Abstract

Heating, Ventilation, and Air Conditioning is a system that serves to maintain the air condition around to protect the equipment and personal comfort by arranging ventilation and air conditioning. To condition air in large buildings, ordinary *Air Conditioning* is not efficient anymore due to require refrigerant and compressor work large enough. Therefore, often the *Air Conditioning* system used is a chiller system. Chiller does not cool the air directly, but cools another fluid first. Research conducted on a company in the project installation of *Ventilation and Air Conditioning* at Margo City Hotel, the fluid used by the chiller is glycol. After the glycol is cooled by the chiller, glycol is flown to the *Air Handling Unit* and this is where air cooling occurs. In the *Air Handling Unit* there is a *Heat Exchanger* where there is exchange of heat between glycol and air. The pipe used to channel the glycol from the chiller to the *Air Handling Unit* is called the *Chilled Water Supply Channel*. After glycol receives the heat from the air, the glycol is flown back to the chiller and the pipe used to supply the glycol from the *Air Handling Unit* to the chiller is called the *Chilled Water Return pipe*. And during this process, this tube undergoes condensation that will impact corrosion, causing stagnant water to make the room uncomfortable, causing electrical short circuit. This condensation can be overcome with aids that can protect the pipe from moisture, extreme temperatures and flexible.

A study of *Chilled Water Supply* and *Chilled Water Return* pipelines shows that it needs a thermal insulation for a *Carbon Steel* pipe with a nominal diameter of 125 [mm], outside diameter of 138.7 [mm] and a thickness of 4.85 [mm]. The isolation is designed using flexible *polyurethane* materials, making the process easy to handle and able to withstand temperatures from -210 [C°] to 150 [C°].

Keywords: Thermal insulation, condensation, design

1.1 LATAR BELAKANG

Heating, Ventilation, and Air Conditioning adalah sistem yang berfungsi menjaga kondisi udara sekitar untuk melindungi alat-alat dan kenyamanan personal dengan cara mengatur ventilasi dan perkondisian udara. Untuk mengkondisikan udara pada gedung-gedung besar, Air Conditioning biasa sudah tidak efisien lagi dikarenakan membutuhkan refrigerant dan kerja kompresor yang cukup besar. Oleh karena itu, sering kali sistem Air Conditioning yang digunakan adalah sistem chiller. Chiller tidak mendinginkan udara secara langsung, melainkan mendinginkan fluida lain terlebih dahulu. Penelitian yang dilakukan terhadap sebuah perusahaan dalam proyeknya instalasi Ventilation and Air Conditioning pada Margo City Hotel, fluida yang digunakan oleh chiller adalah glikol. Setelah glikol didinginkan oleh chiller, glikol dialirkan menuju Air Handling Unit dan disinilah terjadi pendinginan udara. Pada Air Handling Unit terdapat Heat Exchanger dimana terjadi pertukaran kalor antara glikol dengan udara. Pipa yang digunakan untuk menyalurkan glikol dari chiller menuju Air Handling Unit dinamakan pipa Chilled Water Supply. Setelah glikol menerima kalor dari udara, glikol dialirkan kembali menuju chiller dan pipa yang digunakan untuk menyalurkan glikol dari Air Handling Unit menuju chiller dinamakan pipa Chilled Water Return. Dan selama proses ini berlangsung, pipa ini mengalami kondensasi yang akan berdampak korosi, menimbulkan genangan air sehingga membuat ruangan menjadi tidak nyaman, serta menyebabkan korsleting listrik. Kondensasi ini dapat ditanggulangi dengan alat bantu yang dapat melindungi pipa dari embun, suhu yang ekstrim dan fleksibel.

Penelitian yang dilakukan terhadap pipa Chilled Water Supply dan Chilled Water Return, menunjukkan bahwa butuh sebuah isolasi termal untuk pipa Carbon Steel dengan diameter nominal 125 [mm], outside diameter 138.7 [mm] dan ketebalan 4.85 [mm]. Isolasi ini dirancang dengan menggunakan bahan Polyurethane yang bersifat flexible, sehingga proses pemakaiannya mudah serta mampu menahan temperature dari -210 [C°] sampai 150 [C°].

1.2 TUJUAN PEMBUATAN

Adapun tujuan dari “Penanggulangan Kondensasi Pada Pipa Chilled Water Supply Dan Chilled Water Return Lantai Mezanine Margo City Hotel Dengan Isolasi Pipa” yaitu merancang isolasi pipa untuk mencegah terjadinya kondensasi pada lantai Mezzanine Margo City Hotel.

1.3 METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa penyebab kondensasi.
2. Mengumpulkan berbagai data yang dibutuhkan.
3. Merancang alat, menghitung perpindahan kalor, menganalisa resistansi termal bahan, menentukan dimensi dan menggambar rancangan

1.4 HASIL DAN PEMBAHASAN

1.4.1 Kajian bahan isolasi yang Ada

Kajian ini digunakan sebagai parameter pembandingan dalam menganalisis material isolasi , berdasarkan pada kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah berbagai isolasi termal :

1. Calcium Silicate Insulation

Calcium silicate adalah sejenis bahan insulasi yang memiliki karakteristik ringan, konduktifitas termal yang rendah, dan mampu untuk menahan tempratur tinggi. Bahan yang memiliki nama singkat cal-sil ini memiliki bentuk balok, pipa atau berbentuk lembaran. Calcium silica mampu menahan panas pada range -18 [C°] sampai 650[C°].



(Sumber gambar : idpipe.com)

Gambar 2.2.1 Silicate Insulation

Calcium silicate digunakan pada temperature yang cukup tinggi (> 250 [F]) pada pipa atau equipment. Merupakan material yang rigid dengan kurva konduktifitas yang relative datar, memiliki kekuatan tekan yang sangat tinggi, kekuatan lentur tinggi, tidak mudah terbakar, digunakan luas dalam berbagai industry. Calcium silica merupakan corrosion inhibitor yang baik sehingga ia dipandang memiliki kontribusi yang cukup besar dalam sector konservasi.

2. Cellular Glass Insulation

Cellular Glass insulation adalah tipe insulasi yang memiliki range -260 [C°] sampai 480 [C°]. Insulasi yang dibuat dari pecahan kaca (glass) yang di kombinasikan dengan perekat ini memiliki karakteristik yang ringan, rigid (kaku), terdiri dari jutaan sel kaca yang tertutup rapat (sealed) pada setiap rongga kacanya.



(Sumber gambar : idpipe.com)

Gambar 2.2.2 Cellular Glass Insulation

Cellular Glass, dapat di gunakan pada suhu rendah atau dalam kondisi dingin yang ekstrim. Disamping itu, bahan ini pula tidak mudah terbakar. Biasanya pula digunakan pula di bagian bawah dari tanki atau vessel dimana terdapat kemungkinan kelembaban yang tinggi.

3. Mineral Wool Insulation

Mineral wool terbuat dari kaca cair, batu, serat keramik atau slag yang dipintal menjadi stuktur seperti serat. Papan insulasi yang terbuat dari Mineral wool tidak mudah terbakar, semi-rigid (agak lentur) yang ringan dan sifatnya yang menolak air. Ia sangat cocok untuk spesifikasi temprature tinggi 1200 [C°]. Karena kemampuannya menahan suhu di atas 1000 [C°], mineral wool juga memiliki nilai tambah sebagai penghalang terhadap penyebaran api kalau kalau terjadi kebakaran, dapat menyelamatkan poperti, orang atau bahkan kerusakan lingkungan.

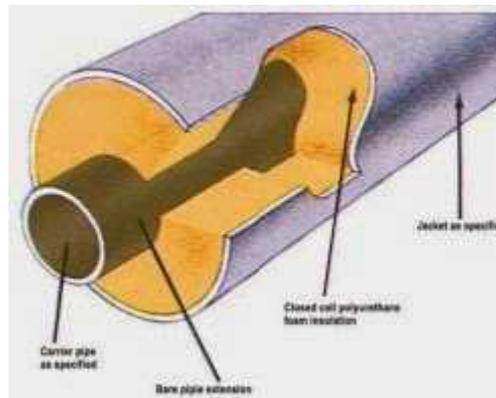


(Sumber gambar : idpipe.com)

Gambar 2.2.3 Mineral Wool Insulation

4. Polyurethane Insulation

Polyurethane adalah polimer organik yang di bentuk dengan mereaksikan dibantu adanya katalisa dan zat adiktif yang cocok. Polyurethane merupakan bahan polymeric yang mengandung berbagai kumpulan urethane. Polyuretan adalah busa fleksibel yang banyak kita temukan penggunaanya di dalam kasur, pelapis kimia suatu bahan, perekat, isolasi untuk bangunan dan aplikasi teknis seperti heat exchangers dan pipa pendingin. Nilai kemampuan penahan panasnya, polyuretan mampu menahan dari tempatrure $-210 [C^{\circ}]$ sampai $150 [C^{\circ}]$.



(Sumber gambar : idpipe.com)

Gambar 2.2.4 Polyurethane Insulation

1.4.2 Spesifikasi Isolasi Polyurethane Yang Sudah Ada

TECHNICAL SPECIFICATIONS

insulflex Closed Cell Tubing, Sheet And Roll Insulation

AVERAGE PHYSICAL PROPERTIES	RATING	TEST METHOD
Density	80 kg/m ³ to 120 kg/m ³ (5 - 8 lb/ft ³)	ASTM D 1667
Thermal Conductivity at 20°C mean temp.	0.0374 W/mK (0.26BTU.in/hr.ft ² .°F)	ASTM C 177
Temperature Limits °C	- 40°C to + 105°C	
Water Absorption (% by weight)	< 3	ASTM D 1056
Water Vapour Permeability Perm - in. Max	0.09	ASTM E 96
Moisture Resistance Factor (μ)	> 5000	DIN 52615 - 73
Ozone Resistance	Excellent	ASTM D1171
Thermal Stability 7 Days (% shrinkage) 200°F	4.5	ASTM C 548
Thermal Stability 7 Days (% shrinkage) 220°F	5.5	
Tests For Flammability of Plastic Materials	94VO, UL94-5VA, HF-1	UL 94
Average Ignitability of Material	Class P	BS 476 PART 5
Average Fire Propagation	Class O	BS 476 PART 6
Average Surface Spread of Flame	Class 1	BS 476 PART 7
Average Time of Burning	Less than 5 seconds	ASTM D 835 - 91
Average Extend of Burning	15 mm	
Flexibility	Excellent	
Weather and Ultraviolet Resistance	Good	
Chemical Resistance	Good	
Odour	Negligible	
Mildew Resistance	No Fungal Growth	

- The above average physical properties are values obtained in accordance with accepted test methods.
- At - 40°C, insulflex Closed Cell Insulation becomes hard and as temperature drops below - 40°C will be increasingly brittle; however this hardening characteristic does not affect thermal or water vapour permeability.
- The Fire Rating standard method of tests conducted under controlled laboratory conditions is a measure of a material to spread flame when compared to a known standard and is not intended to reflect hazards presented by this or any other material under actual fire conditions.

STANDARD INSULATION SIZES

insulflex® Tubing Sizes

NO.	INSULFLEX		COPPER PIPE		IRON PIPE		TUBING - UNIT LENGTH 2						
	Nominal Insulation Size ID		Nominal Size OD		Nominal Size IPS		Nominal 6mm wall		Nominal 10mm wall		Nominal 13mm wall		No. of Pos Per Ctn
	mm	inch	mm	inch	mm	inch	No. of Pos Per Ctn	Total Mtrs Per Ctn	No. of Pos Per Ctn	Total Mtrs Per Ctn	No. of Pos Per Ctn	Total Mtrs Per Ctn	
1	6	1/4	6	1/4			250	500	158	336	100	200	4
2	10	3/8	10	3/8			200	400	120	240	90	180	3
3	13	1/2	13	1/2	6	1/4	150	300	100	200	70	140	3
4	16	5/8	16	5/8	10	3/8	120	240	90	180	63	126	3
5	19	3/4	19	3/4			100	200	72	144	56	112	2
6	22	7/8	22	7/8	13	1/2	90	180	65	130	42	84	2
7	25	1	25	1			80	160	49	98	36	72	2
8	28	1 1/8	28	1 1/8	19	3/4			49	98	36	72	2
9	32	1 1/4	32	1 1/4	-	-			42	84	30	60	2
10	35	1 3/8	35	1 3/8	25	1			36	72	30	60	1
11	42	1 5/8	42	1 5/8	32	1 1/4			30	60	25	50	1
12	48	1 7/8	48	1 7/8	38	1 1/2			26	52	20	40	1
13	51	2	51	2	-	-			24	48	20	40	1
14	54	2 1/8	54	2 1/8	-	-			20	40	16	32	1
15	60	2 3/8	60	2 3/8	51	2			20	40	16	32	1
16	67	2 5/8	67	2 5/8	-	-			18	36	13	26	1
17	73	2 7/8	73	2 7/8	64	2 1/2(ASTM)			18	36	13	26	1
18	76	3	76	3	64	2 1/2(B.S.)			18	36	12	24	1
19	79	3 1/8	79	3 1/8	-	-			15	30	12	24	1
20	89	3 1/2	89	3 1/2	76	3			15	30	12	24	1
21	100	4	100	4	-	-			-	-	12	24	1
22	115	4 1/2	115	4 1/2	102	4			-	-	12	24	1

* Standard Carton size : 2m length - 2080mm x 400mm x 330mm (81in x 16in x 13in)
 8ft length - 1905mm x 400mm x 330mm (75in x 16in x 13in)
 Pre-cut sheets in standard length of 1220mm are available for pipes above 76mm IPS

* Quantity per carton based on



METRES / 6 FEET					
Nominal 19mm wall	Nominal 25mm wall		Nominal 32mm wall		
Pcs Per Ctn	Total Mtrs Per Ctn	No. of Pcs Per Ctn	Total Mtrs Per Ctn	No. of Pcs Per Ctn	Total Mtrs Per Ctn
96	-	-	-	-	-
72	30	60	-	-	-
60	28	56	-	-	-
60	24	48	-	-	-
52	20	40	-	-	-
40	18	36	12	24	-
40	18	36	12	24	-
40	16	32	12	24	-
36	15	30	12	24	-
32	12	24	10	20	-
24	10	20	9	18	-
24	9	18	8	16	-
24	9	18	6	12	-
18	9	18	6	12	-
18	8	16	6	12	-
16	8	16	6	12	-
16	6	16	6	12	-
12	6	12	5	10	-
12	6	12	5	10	-
12	6	12	5	10	-
12	6	12	5	10	-



insulflex® Sheet Sizes

STANDARD FLAT SHEETS						
Nominal Thickness		Size		No of Sheets Per Carton	Total Area Per Ctn	
mm	inch	m	ft		m ²	ft ²
3	1/8	1.22 x 0.914	4 x 3	80	89.30	860
6	1/4	1.22 x 0.914	4 x 3	40	44.80	480
9	3/8	1.22 x 0.914	4 x 3	26	29.29	312
13	1/2	1.22 x 0.914	4 x 3	20	22.30	240
15	5/8	1.22 x 0.914	4 x 3	16	17.84	192
19	3/4	1.22 x 0.914	4 x 3	14	16.61	180
25	1	1.22 x 0.914	4 x 3	10	11.15	120
31	1 1/4	1.00 x 1.220	3.281 x 4	8	9.76	104
38	1 1/2	1.00 x 1.220	3.281 x 4	7	8.54	91

* Standard Carton size - 1310mm x 290mm x 320mm (51in x 36in x 12.5in)

2in length tubing

insulflex® Insulation Adhesive

Type of Packing	Quantity Per Carton
900ml	24 Tubs

insulflex® Insulation Tape

Nominal Thickness		Size Per Roll		Quantity / Carton
mm	inch	(mm x m)	(inch x feet)	
3	1/8	24 x 9.14	1 x 30	48
3	1/8	48 x 9.14	2 x 30	24

CONTINUOUS ROLLS					
Nominal Thickness		Size Per Roll		Total Area Per Roll	
mm	inch	m	ft	m ²	ft ²
3	1/8	1.22 x 9.14	4 x 30	11.15	120
6	1/4	1.22 x 9.14	4 x 30	11.15	120
9	3/8	1.22 x 9.14	4 x 30	11.15	120
13	1/2	1.22 x 9.14	4 x 30	11.15	120
15	5/8	1.22 x 9.14	4 x 30	11.15	120
19	3/4	1.22 x 9.14	4 x 30	11.15	120
25	1	1.22 x 9.14	4 x 30	11.15	120
31	1 1/4	1.00 x 9.14	3.281 x 30	9.14	98.43
38	1 1/2	1.00 x 9.14	3.281 x 30	9.14	98.43

1.5 KESIMPULAN

-) Isolasi termal pipa Chilled Water Supply dan Chilled Water Return menggunakan material Polyurethane yang mampu menahan temperature dari -210 [C°] sampai 150 [C°].
-) Isolasi termal digunakan untuk pipa Chilled Water Supply dan Chilled Water Return dengan spesifikasi diameter nominal 125 [mm], outside diameter 138.7 [mm], ketebalan 4.85 [mm] dan berbahan material carbon steel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. “Isolasi Pipa AC”. 08 Agustus 2016. <http://polarin.co.id/isolasi-pipa-ac/>
- [2] Ahanda, Apriy. “HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning)”. 21 Juli 2016. <http://artikel-teknologi.com/hvac-heating-ventilating-and-air-conditioning/>
- [3] Anonim. “HVAC”. 21 Juli 2016. <https://id.wikipedia.org/wiki/HVAC>
- [4] Mega Persada Indonesia. “Insuflex”. [pdf]. 23 Juli 2016

5 KONVERSI ENERGI

Integrasi LNG dan CNG sebagai Sumber Energi Bersih untuk Infrastruktur Indonesia di Masa Depan

Ardi Fardian¹

Specialist Strategic Planning

Corporate Strategic Planning & Business Development

PT Badak NGL

Abstrak :

Makalah ini membahas mengenai potensi dari infrastruktur LNG dan CNG yang terintegrasi untuk masa depan Indonesia. Indonesia merupakan negara kepulauan yang dikaruniai dengan sumber daya alam diantaranya gas alam dan batu bara. Selama lebih dari 40 Tahun, gas alam telah dikirim ke pembeli luar negeri sebagai pendapatan negara dan akibat tidak berkembangnya infrastruktur gas di dalam negeri. Saat ini kebutuhan gas domestik telah meningkat secara signifikan dan beberapa kargo LNG telah digunakan untuk kebutuhan dalam negeri. Pemanfaatan CNG telah lebih dulu dilakukan namun karena volume gas yang bisa ditransportasikan sebagai LNG lebih besar sehingga menarik perhatian dari power plants dan juga industri lainnya. Kedua metode transportasi gas alam ini mempresentasikan sebuah sinergi yang potensial antara satu dan yang lain dengan bergantung pada lokasi dan end user-nya.

Pilihan apa saja yang dapat digunakan untuk mengintegrasikan kedua infrastruktur LNG dan CNG untuk Indonesia sebagai Negara dengan 5 pulau besar? Apa saja tantangan terbesar yang akan dihadapi? Cadangan gas alam, metode penyimpanan, area dan kebutuhan end user dapat digunakan sebagai sebuah factor penentu untuk membangun infrastruktur Gas Indonesia secara efektif.

Kata Kunci : LNG,CNG, Infrastruktur Gas, Distribusi Gas, Gas.

Abstract :

This paper discusses the potential of integrating LNG and CNG infrastructure in future of Indonesia. Indonesia is an archipelago which are blessed with natural resources such as natural gas and coal. Natural Gas have mainly been exported for more than 40 years to foreign buyers for the sake of the nation's income and due to undeveloped gas infrastructure. Currently Indonesia's domestic gas demand have increase significantly and some LNG cargoes are being used for domestic use. Previously CNG usage have start earlier and have gain some momentum but the sheer volume of gas that can be transported as LNG have gained momentum and attracted attention from power plants and other industries. Both of this method of transportation of natural gas presented a potential of synergy between each other depending on the location and the end user.

What options that can be used to integrate both infrastructure of LNG and CNG for Indonesia as a country and 5 archipelago. What is the current challenges that needs to be considered to move forward. Natural Reserve, storage method, area and end user requirement can be use as a determining factor to effectively built the Indonesia's gas Infrastructure.

Keywords: LNG, CNG, Gas Infrastructure, Gas Distribution, Gas.

ANALISIS EFEKTIVITAS EXTRA COOLER SEBAGAI PENDINGIN TAMBAHAN PADA KOMPRESOR GAS DI PT. PERTAMINA EP ASSET 3 TAMBUN FIELD

Budi Santoso, Andini Putri Septirahmah, Daniel Jumadi

²Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, 082297036474,
andinips02@gmail.com

Abstrak

Kompresor gas merupakan alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan gas dengan mengurangi volumenya. Dalam prosesnya, gas dapat mengalami peningkatan temperatur, maka dari itu terdapat radiator untuk menurunkan suhu gas tersebut. Namun dikarenakan temperatur lingkungan yang terlalu tinggi melampaui desain dari radiator, maka jika hanya menggunakan radiator saja tidak cukup untuk menurunkan temperatur gas.

Oleh karena itu, untuk mengatasinya dibuatlah suatu pendingin tambahan bertipe helical coil yang disebut sebagai extra cooler untuk menurunkan suhu air radiator yang masih tinggi dalam proses pendinginan. Fluida yang digunakan sebagai pendingin pada extra cooler adalah air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa efektif extra cooler membantu kerja radiator dalam hal mendinginkan aliran gas dengan membandingkan T sebelum dan sesudah dipasang extra cooler. Metode pengambilan data yang dilakukan adalah pengambilan data secara langsung dengan pengambilan data temperature aliran gas dan T fluida pendingin. Dan dengan metode tak langsung yaitu perhitungan sesuai rumus yang diperlukan.

Kesimpulan yang kami dapat dari penelitian ini adalah kemampuan extra cooler untuk menurunkan suhu air radiator berdasarkan perhitungan adalah 38,0876 °C. Kemudian efektivitas dari heat exchanger helical coil ini yang didapat menggunakan grafik adalah 63,05%. Perhitungan kemampuan kerja dari helical coil heat exchanger ini berbeda dengan shell-and-tube heat exchanger. Pada helical coil heat exchanger diameter tube dan putaran helix menjadi penting dalam perhitungan.

Kata Kunci: Shell and Tube Heat Exchanger, helical coil heat exchanger, efektivitas

Abstract

Gas compressor is a mechanical device that serves to increase gas pressure by reducing its volume. In the process, the gas can increase in temperature, so there is a radiator to lower the temperature of the gas. However, due to excessively high environmental temperatures beyond the design of the radiator, by using radiators alone is not sufficient to decrease the temperature of the gas.

Therefore, to overcome it made an additional cooler type helical coil called as extra cooler to lower the temperature of the water radiator is still high in the cooling process. The fluid used as cooling on the extra cooler is water. This study aims to find out how effective extra cooler helps radiator work in terms of cooling gas flow by comparing T before and after installing extra cooler. The data retrieval method is data retrieval directly with the data collection of gas flow temperature and T of cooling fluid. And with indirect method which is calculation according to the required formula.

The conclusion that we got from this research is the ability of extra cooler to decrease radiator water temperature based on calculation is 38,0876 °C. Then the effectiveness of the heat exchanger helical coil is obtained using the graph is 63.05%. The calculation of the working ability of the helical coil heat exchanger is different from the shell-and-tube heat exchanger. In helical coil heat exchangers tube diameter and helix rotation are important in the calculation.

Keywords: Shell and Tube Heat Exchanger, Helical Coil Heat Exchanger, Effectiveness

I. PENDAHULUAN

Gas bumi merupakan produk yang dihasilkan dari proses produksi minyak dan gas. Gas yang diproduksi ada dua macam, *Low Pressure Gas* dan *High Pressure Gas*. Untuk *Low Pressure Gas* dikumpulkan pada *Header Gas* lalu diteruskan menuju kompresor.

Pada kompresor gas terdapat permasalahan yaitu downtime yang diakibatkan *overheat* pada *engine water jacket*. Radiator yang terdapat pada kompresor tidak bekerja maksimal karena suhu lingkungan yang terlampaui tinggi, sehingga air yang difungsikan untuk pendingin pada *engine water jacket* masih tinggi. Hal ini menyebabkan kompresor menjadi lebih cepat panas dan lebih sering trip.

Oleh karena itu, *engineer* melakukan inisiasi untuk mengatasi *downtime* kompresor. Pada kompresor dirancang sebuah *extra cooler* guna membantu kinerja dari radiator. *Extra cooler* disini adalah *heat exchanger* yang digunakan untuk menurunkan suhu air yang keluar dari radiator yang masih tinggi. Tipe *heat exchanger* yang dipakai pada unit kompresor yaitu *shell and tube* yang dimodifikasi berbentuk *helical* pada tubenya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa kemampuan dari *extra cooler* ini dalam mengatasi permasalahan *overheat* pada *engine water jacket*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian

Metode pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Pengambilan Data

Penulis mencari data dengan melihat langsung ke lapangan selama PKL, sehingga data yang dibutuhkan dapat diperoleh secara langsung melalui bimbingan dari pembimbing industri. Data yang diambil antara lain:

- ✓ Suhu udara sekitar kompresor
- ✓ Suhu akhir yang ingin dicapai
- ✓ Laju aliran fluida pendingin
- ✓ Laju aliran fluida yang didinginkan
- ✓ Material yang digunakan
- ✓ Dimensi *extra cooler*

2. Pengolahan Data

Penulis mengolah semua data yang telah terkumpul dari hasil pengukuran secara langsung maupun pada data sebelumnya.

3. Menganalisis dan Pembahasan Data

Penulis melaksanakan proses analisis data yang telah diolah dan melaksanakan pembahasan hingga menemukan hasil yang dituju.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut kami tampilkan tabel data desain *extra cooler* yang didapatkan dari PT. Pertamina EP. Data ini kami dapatkan dari hasil pengamatan dan wawancara dengan pihak terkait.

Tabel 1. Data Desain Extra Cooler

	Th1	Th2	Tc1	Tc2
	84,8	78	25	55,6
C_p (kJ/kg c)	4,19			
k (W/m.C) ^[4]	0,162		0,152	
μ (mPa.s) ^[5]	0,355		0,6531	
(kg/s)	39,97		9,12	
t LMTD (°C)	38,08768449			
A (m ²)	0,779			
L shell (m)	0,992356688			
r shell (m)	0,065			
L coil (m)	6			
r coil (m)	0,005			
N	22			
x (m)	0,001			
k_c (W/m.C) ^[2]	14			
F_t ^[1]	0,99			
(kg/m ³)	998			
d (m)	0,26			

do (m)	0,01
C (m)	0,25
B (m)	0,23
D (m)	0,009

Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan yang kami lakukan berdasarkan data desain extra cooler.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Desain Extra cooler

	Th1	Th2	Tc1	Tc2
	84,8	78	25	55,6
V (m/s)	0,051347882		0,002320537	
Re	14324,3047		21276,03486	
Pr	9,181790123		18,00321711	
H ₀ (W/m ² C)	453,6187			
H _i (W/m ² C)	13521,3			
U (W/m ² C)	425,55358			
Q (W)	1524,395363			
C _{min} (kj/s.C)	38,2128			
C _{max} (kj/s.C)	167,4743			
NTU	1,057959378			

Pembahasan

Pada tabel 1 adalah data desain dari extra cooler heat exchanger. Nilai d adalah diameter luar shell. Nilai Do adalah diameter luar tube helical coil. Nilai C adalah diameter dalam shell. Nilai B adalah diameter pipa helix. Kemudian nilai D adalah diameter dalam tube helical coil.

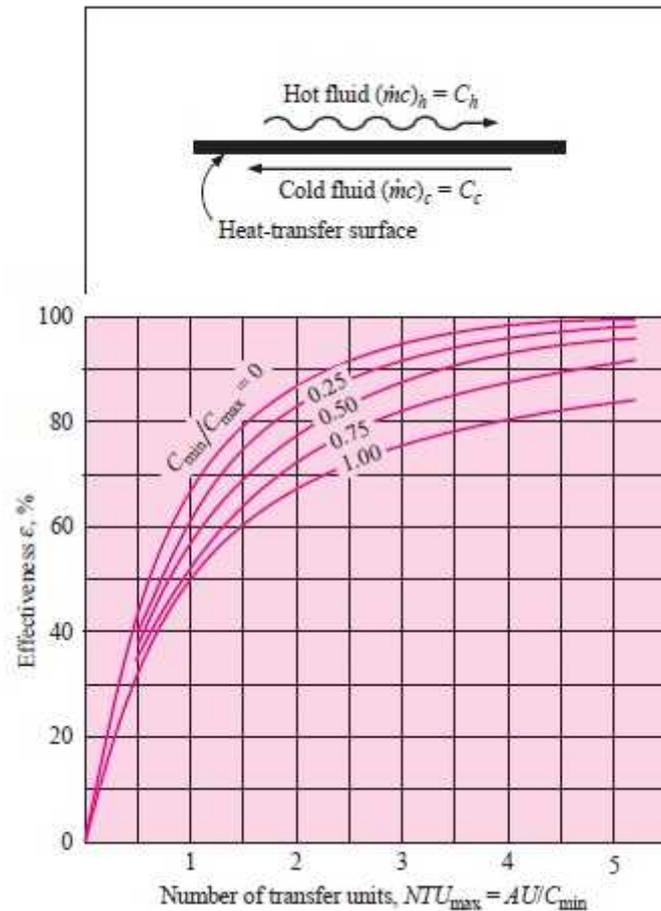
Pada tabel 2 nilai V (kecepatan) berbeda antara fluida panas dan fluida dingin karena laju massa antara fluida panas dan fluida dingin berbeda. Nilai Bilangan Reynold antara fluida dingin dan fluida panas juga berbeda karena kecepatan massa fluida yang berbeda. Fluida panas beraliran turbulen dan fluida dingin beraliran laminar berdasarkan nilai Reynold > 2000 beraliran turbulen dan < 2000 beraliran laminar.

Bilangan Pratl didapat dari kapasitas panas fluida dikali dengan kekentalan fluida dibagi konduktivitas termal fluida. Nilai kekentalan antara fluida panas dan dingin berbeda karena berdasarkan suhu.

Nilai Ho adalah koefisien pindah panas diluar coil. Nilai Ho ini didapat dari hasil perhitungan bilangan Nusselt pada fluida panas. Hasil perhitungan yang didapat 453,6187 W/m²C. Nilai Hi adalah koefisien pindah panas pada pipa helix. Nilai Hi ini didapat dari perhitungan bilangan Nusselt pada fluida dingin. Pada perhitungan didapat hasil 1352,3 W/m²C. Nilai Hi ini bernilai besar karena luas permukaan yang dilalui fluida kecil.

Pada persamaan 1 dijabarkan perhitungan dari koefisien pindah panas keseluruhan. Nilai x didapat dari ketebalan tube coil. Sedangkan nilai k didapat dari konduktivitas termal stainless stell.

Nilai beban panas (heat load) didapat hasil 1524,3953 W. Beban panas ini adalah nilai panas yang mengalir tiap detik pada extra cooler. Cmin adalah nilai kapasitas panas pada fluida dingin sedangkan Cmax nilai kapasitas panas pada fluida panas. Dari hasil Cmin dan Cmax didapat hasil Cr yaitu 0,2282.



Grafik 1. Nilai Efektivitas Terhadap NTU dan Cr ^[6]

Untuk mengetahui NTU, nilai beban panas dikali dengan luas perpindahan panas dibagi C_{min} . Nilai NTU diketahui sebesar 1,05795 adalah angka perpindahan panas pada penukar panas khususnya untuk counter flow. Nilai kapasitas rasio pada perhitungan diketahui 0,2281. Pada grafik 1. maka dapat diketahui efektivitas heat exchanger counter flow sebesar 63,05 %.

IV. KESIMPULAN

Adapun beberapa kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah :

- Perhitungan kemampuan kerja helical coil heat exchanger berbeda dengan shell-and-tube heat exchanger. Pada helical coil heat exchanger, koefisien pindah panas berdasarkan diameter yang berbeda-beda yaitu antara diameter coil, diameter shell dan diameter helix.
- Efektivitas extra cooler heat exchanger helical coil didapat 63,05 %. Hasil ini berdasarkan nilai Number Transfer Unit yaitu 1,0579 dengan kapasitas rasio (Cr) sebesar 0,2281, kemudian hasilnya dicari menggunakan grafik 1.
- Dari hasil perhitungan, kemampuan helical coil heat exchanger dalam membantu menurunkan suhu air radiator dapat dilihat pada table 1. Nilai T_m menunjukkan panas yang dipindahkan secara keseluruhan pada helical coil heat exchanger.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sri Wahyuni, "Perpindahan Panas," Penerbit Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, 1995.
- [2] R.K. Pathil, B. W. Shende, P. K. Ghosh., "Designing a Helical-coil Heat Exchanger", *Chemical Engineering Dec* 13 1982, p. 85-88.
- [3] Roger Kinsky, "Heat Engineering Third Edition", *McGraw Hill Book*, 1989.

- [4] <https://www.bnl.gov/magnets/staff/gupta/cryogenic-data-handbook/Section7.pdf>
- [5] <https://www.saylor.org/site/wp-content/uploads/2011/04/Viscosity.pdf>
- [6] J.P. Holman, "Heat Transfer Tenth Edition", *McGraw Hill Book*, 2010

7 PEMBANGKIT TENAGA LISTRIK

ANALISIS EKSPERIMENTAL POMPA SENTRIFUGAL SEBAGAI TURBIN DAN MOTOR INDUKSI SEBAGAI GENERATOR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO

Bramade Asri¹, Fahmi Adam², Farobi Miswan Musthofa³, Yuni Kustianingsih⁴, Budi Santoso⁵

¹Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI, Beji, Kukusan, Beji, Kota Depok, Tlp.+6221 7270036, Fax. (021) 7270034, bramade3@gmail.com

² Politeknik Negeri Jakarta, ³ Politeknik Negeri Jakarta, ⁴ Politeknik Negeri Jakarta,

⁵ Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro adalah energi terbarukan yang merupakan salah satu prioritas dalam pengembangan riset nasional. Umumnya, PLTMH dibangun menggunakan model turbin yang sesuai dengan lokasi PLTMH tersebut dan beroperasi menggunakan generator asinkron. Tujuan dari penelitian ini adalah menguji dan menganalisa kinerja pompa sentrifugal sebagai turbin dan motor induksi sebagai generator pada PLTMH. Pada pengujian pompa sentrifugal sebagai turbin, prinsip kerja pompa sentrifugal dibalik yaitu tekanan dan kecepatan aliran air melalui impeller pompa sentrifugal dikonversikan menjadi daya putar mekanik air. Daya Putar mekanik ini akan diteruskan ke generator induksi yang dapat menghasilkan tegangan jika tersedianya daya reaktif. Kebutuhan daya reaktif dapat disediakan oleh sebuah kapasitor yang terhubung seri dan paralel dengan keluaran generator.

Kata Kunci : Motor Induksi, Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro, Pompa Sentrifugal

Abstract

Micro hydro power plant is a renewable energy that is one of the priorities in developing national research. Generally, micro hydro power plant is built using turbine which is appropriate with the location and operated using asynchronous generator. The purposes of this project are to test and analyst centrifugal pump performance as turbine and induction motor as generator in micro hydro power plant. In the testing of centrifugal pump as turbine, it has reversed principle which is the pressure and velocity water flow through centrifugal pump impeller then converted to mechanic rotation energy. The mechanic rotation energy will be continued to induction generator that can generate voltage if there is reactive power. The requirement of reactive power is provided by a capacitor that connected series and parallel with generator output.

Keywords : Induction Motor, Micro hydro power plant, Centrifugal pump.

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Departemen ESDM, Indonesia mempunyai potensi tenaga air sebesar 75.000 MW dan saat ini baru 13,5 % potensi tersebut dimanfaatkan (ESDM, 2003). Oleh karena itu perlu ditingkatkan penggunaan PLTMh di daerah-daerah yang berpotensi untuk dibangun mikrohidro, Sehingga kebutuhan energi listrik tidak lagi terlalu bergantung kepada PLN (Perusahaan Listrik Negara).

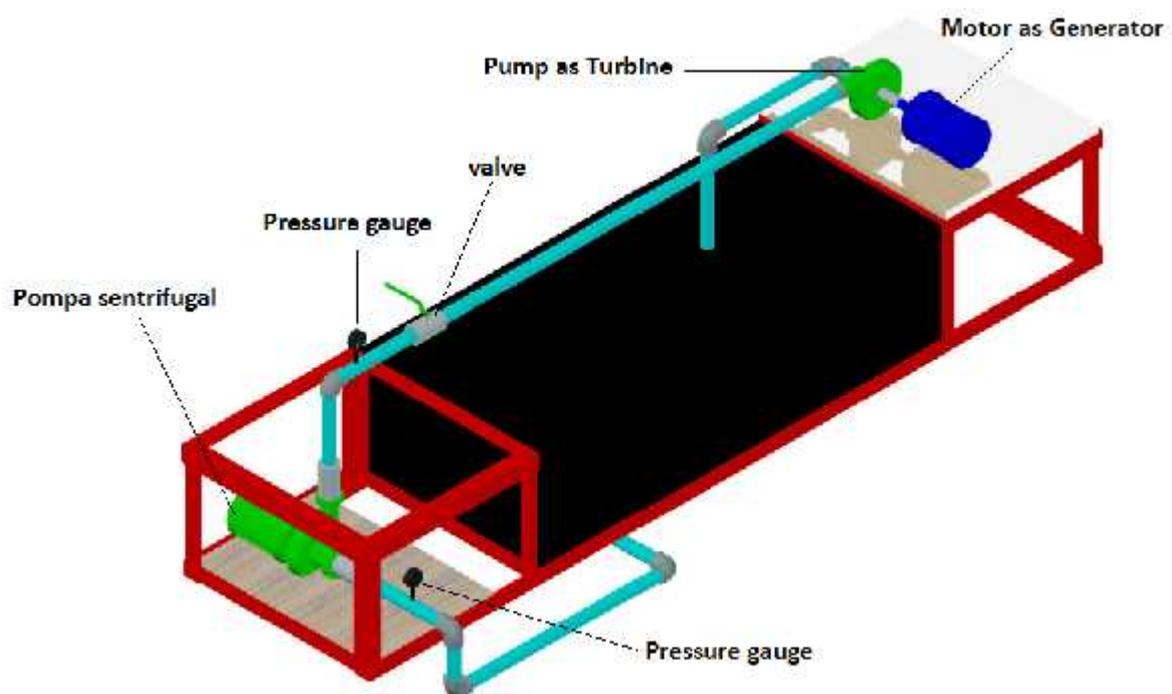
Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh) merupakan pembangkit listrik berskala kecil (*output* kurang dari 100 kW) yang memanfaatkan tenaga air sebagai sumber penghasil energinya[1]. Kendala yang dihadapi masyarakat untuk memanfaatkan potensi *hydro* adalah tidak tersediannya turbin air skala kecil. Sementara pengetahuan masyarakat tentang teknologi turbin air sangat rendah[2]. Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan pemikiran yang alternatif yaitu memodifikasi pompa sentrifugal menjadi turbin air.

secara geometris pompa sentrifugal memiliki kemiripan dengan turbin air yang prinsip kerjanya berkebalikan. Pompa sentrifugal menjadi turbin air karena dapat mengubah energi aliran air menjadi energi mekanik jika arah rotasi dan alirannya dibalik. Difuser atau *volute* mengalirkan cairan ke bagian luar diameter pada *runner*. Maka dengan demikian, bagian *discharge* berubah menjadi tempat aliran air masuk dan sebaliknya bagian sisi hisap (*suction*) menjadi tempat keluaran air (*exhaust*)[3]. Kemudian untuk

mendapatkan *generator* induksi adalah dengan mengubah motor induksi menjadi *generator* induksi dengan cara memberikan suplai daya reaktif ke dalam motor induksi.

Para peneliti terdahulu yang telah melakukan kajian tentang pompa sentrifugal menjadi turbin air melakukan studi eksperimental Pembangkit Listrik Tenaga Air skala kecil dengan memanfaatkan pompa sentrifugal sebagai turbin air supaya dapat menghasilkan energi mekanik yaitu *head*, debit, rpm yang dibutuhkan sebesar 3 [m], 0.00180 [m³/s], 50 [rpm] sehingga dapat memutar poros *generator* untuk menghasilkan energi listrik[4].

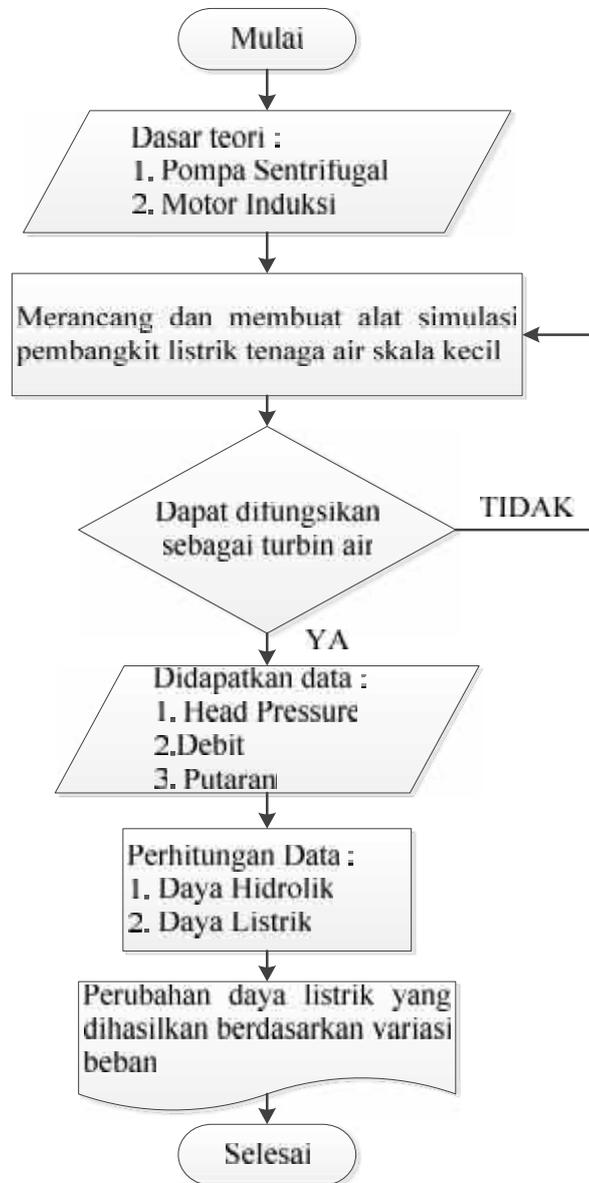
Keterbaruan dari penelitian ini adalah penulis ingin menganalisis percobaan pembangkit listrik *mikrohydro* dengan memanfaatkan pompa sentrifugal sebagai turbin dan motor induksi sebagai *generator*. Diharapkan hasil dari tugas ini dapat menjadi pembelajaran bagi mahasiswa dan sumber energi alternatif bagi masyarakat untuk membuat pembangkit listrik tenaga *mikrohydro*.



Gambar.1 Eksperimental Set Up Penelitian

2. METODE PENELITIAN

Flow Chart Kegiatan



Gambar.2 Flow Chart kegiatan

Pengujian eksperimental pompa sentrifugal sebagai turbin, dilakukan dengan cara sisi *discharge* pompa sentrifugal digunakan sebagai *inlet* turbin dan sisi *suction* pompa sentrifugal tersebut digunakan sebagai *output* sehingga dapat mengubah energi potensial fluida menjadi energi mekanik. Sedangkan pengujian Motor Induksi sebagai *generator* memerlukan daya mekanis untuk memutar rotor searah dengan medan putar melebihi kecepatan putarnya dengan cara motor induksi dikopel dengan pompa. Selain daya mekanis, motor induksi memerlukan daya reaktif untuk memenuhi kebutuhan arus eksitasinya sehingga menghasilkan tegangan. Pengujian eksperimental ini dilakukan di Laboratorium Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Bahan yang digunakan untuk alat eksperimental adalah pipa PVC, besi siku, selang, roda, mur dan baut, papan, dan sambungan pipa. Proses pembuatan alat pengujian adalah sebagai berikut

Pemotongan besi siku dan pengelasan besi sesuai dengan desain rangkaian. Pemasangan pompa, turbin, motor pada rangka. Pemotongan pipa sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan. Pemasangan pipa

menggunakan sambungan pada pompa dan turbin. Setelah di uji alat eksperimental pompa sentrifugal sebagai turbin dan motor induksi sebagai *generator* kemudian yang dilakukan adalah analisis eksperimental pompa sentrifugal dan motor induksi yang meliputi pengambilan data *Head Pressure*, Debit dan Putaran.

Adapun alat ukur yang digunakan dalam pengambilan data adalah *voltmeter* untuk melihat hasil tegangan, *amperemeter* digunakan untuk mengetahui arus yang dihasilkan, *tachometer* membaca putaran poros, *Ultrasonic flow meter* untuk mengukur debit air, serta *pressure gauge* untuk membaca tekanan saat alat eksperimental bekerja. Pengambilan data ini dilakukan di Laboratorium Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Proses pengambilan data eksperimental dari pompa sentrifugal sebagai turbin dan motor induksi sebagai *generator* adalah mempersiapkan alat eksperimental. Mempersiapkan form pengambilan data yang berisi tabel. Memastikan semua alat ukur bekerja dan tidak lupa mengkalibrasi alat ukur tersebut untuk menghasilkan data yang akurat. Mempersiapkan air dalam *reservoir* yang cukup untuk bekerjanya alat eksperimental. Meletakkan kabel *stop* kontak dekat dengan alat eksperimental supaya mudah dalam mengalirkan listrik untuk *starting* alat eksperimental. Pengambilan data dilakukan tidak ada batasan waktu. Mencatat hasil dari alat ukur secara manual per 15 detik. Apabila kegiatan pengambilan data telah selesai maka alat eksperimental dapat dimatikan dengan memutus aliran listrik dari *stop* kontak.

Selanjutnya adalah membuat grafik berdasarkan data yang ada untuk mempermudah kegiatan analisis tersebut. Lalu menentukan daya hidrolis (P_h) dan daya listrik (P_{out}) dengan masing-masing rumus

$$P_h = Q \times g \times \rho \times H \quad \text{[Persamaan.1]}$$

$$P_{out} = V \times I \text{[Watt]} [5] \quad \text{[Persamaan. 2]}$$

Jika kegiatan analisis tersebut sudah terlaksana maka penyusun dapat menentukan efisiensi perubahan daya listrik yang dihasilkan berdasarkan variasi beban dengan rumus

$$\eta = \frac{P_{listrik}}{P_{hidrolik}} \times 100\% \quad \text{[Persamaan. 3]}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel.1 Spesifikasi motor induksi

Spesifikasi motor induksi				
Frekuensi (Hz)	Putaran (Rpm)	Kutub	Hp	Phasa
50	945	6	2	3

Tabel.1 merupakan spesifikasi motor induksi yang akan digunakan sebagai *generator*. Motor induksi 6 kutub 2 Horse Power memiliki putaran minimal 945 rpm, putaran motor dipengaruhi oleh frekuensi dan banyaknya kutub. Semakin besar jumlah kutub mesin maka semakin rendah putaran.

Tabel.2 Motor induksi sebagai *generator*

Spesifikasi motor induksi				
Frekuensi (Hz)	Putaran (RPM)	Kutup	Hp	Phasa
50	945	6	2	3

Tabel.2 merupakan hasil pengujian motor induksi berfungsi sebagai *generator*. Dengan bukaan katup 100% tanpa hambatan () putaran yang di dapat 660 Rpm, Tegangan 65 volt AC serta merubah 3 *phasa* menjadi 1 *phasa*.

Tabel.3 Putaran Pompa Sentrifugal

Pompa sentrifugal	motor free generator	Motor as generator
Putaran (RPM)	1500	660

Tabel.3 merupakan perbandingan putaran turbin saat seporos dengan *motor free generator* dan *motor as generator*. Putaran turbin mengalami penurunan ketika diporoskan dengan motor yang diubah menjadi *generator*, perubahan ini dikarenakan *motor as generator* menggunakan 3 kapasitor dengan kapasitas masing-masing 55 (*mikro farad*).

4. KESIMPULAN

1. Berdasarkan percobaan pompa sentrifugal sebagai turbin torsi turbin mampu menggerakkan motor induksi dengan putaran 1500 Rpm. Apabila motor induksi diubah menjadi generator putaran turbin menurun menjadi 660 Rpm.
2. Eksperimental hasil motor induksi sebagai generator untuk bukaan katup 100% tanpa beban () putaran yang dihasilkan 660 RPM dengan tegangan 65 volt AC 1 *phasa*.
3. Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa pompa sentrifugal dapat direkomendasikan sebagai turbin dan motor induksi sebagai *generator* untuk pembangkit listrik tenaga mikro.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Dian Pranata, "ANALISA PERFORMANCE POMPA SENTRIFUGAL TERHADAP KAPASITAS ALIRAN" Jurnal, 2008, Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [2] S. Gatot, "KAJI EKSPERIMENTAL KINERJA TURBIN AIR HASIL MODIFIKASI POMPA SENTRIFUGAL UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO," Jurnal, 2012, Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- [3] Johann Friedrich Gulich, "*Centrifugal Pump*," *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, 2010, Berlin: Jerman. Halaman: 841
- [4] A. H Kevin, H. Miftahul, D. A Restu, "UJI KELAYAKAN POMPA SENTRIFUGAL MENJADI TURBIN PADA RANCANG BANGUN INSTALASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR SKALA KECIL," 2016, Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- [5] A. Pudjanarsa, D. Nursuhud, "Mesin konversi Energi," Yogyakarta, 2008. Halaman 176

PENINGKATAN EFEKTIFITAS *INDUCED DRAFT COOLING WATER SYSTEM* DENGAN REKAYASA PENGKABUTAN AIR

Gede Satrya Wirayudha Mahardika¹, Fachruddin Mochtar²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia

Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530

Email : yudhanavaro@gmail.com

Abstrak

Pada suatu industri pembangkitan tenaga listrik, mesin sangat dibutuhkan untuk mengkonversikan energi potensial menjadi energi listrik. Namun, mesin pada pembangkitan tenaga listrik yang dipakai terus menerus akan menciptakan kenaikan temperatur pada mesin itu sendiri, sehingga akan mempengaruhi kinerja dan mempersingkat umur pakai mesin. Untuk meminimalisir penurunan kinerja dan penyingkatan umur pakai mesin yang disebabkan dari kenaikan temperatur mesin, maka setiap industri pembangkitan tenaga listrik membutuhkan suatu sistem untuk menjaga temperatur mesin saat beroperasi. Sistem tersebut adalah *cooling tower system*.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menganalisis perubahan efisiensi *induced draft cooling tower system* jika dibuat perancangan sistem pengkabutan dengan media air (*make up water*). Pada penelitian ini dilakukan analisa dengan mengkabutkan 1 kg/s massa air dengan temperatur 30°C pada putaran fan 500 min⁻¹. Dari penelitian tersebut diambil data antara lain temperatur udara masuk dan keluar *cooling tower* (t_{udara}), temperature air masuk dan keluar *cooling tower* (t_{air}), *flow rate* air dan udara (), densitas udara dan temperatur *ambient* untuk menentukan kalor yang dihasilkan, lalu dilakukan pengolahan data secara statistik.

Hasil penelitian dari pengkabutan 1 kg/s massa air menunjukkan rata-rata selisih temperatur air keluar *cooling tower* lebih rendah, sebesar 7,805°C, dan rata-rata selisih kalor yang dilepas oleh air lebih tinggi, sebesar 437,094 kJ/s. Kondisi ini menunjukkan bahwa jika dibuat sistem pengkabutan 1 kg/s air (*make up water*) dapat meningkatkan efektifitas dengan rata-rata selisih sebesar 11,916% sehingga dapat meningkatkan kinerja dan umur pakai mesin pada industri pembangkitan tenaga listrik.

Kata Kunci : *cooling tower*, *induced draft*, kalor (Q), peningkatan efektifitas

Abstract

In Power Plant industry, engine is very needed to convert potential energy to electric energy. However, a full time operated engine will increase the temperature of the engine, then will affect to performance and decrease the life time of the engine. To minimize the decrease of performance and life time of the engine that caused by the increase of engine temperature, then every Power Plant industry needs a system to maintain the engine temperature when operated. The system is cooling tower system.

The research is conducted aiming to analyze the changes in efficiency of induced draft cooling tower system if be made the design of the atomized system with make up water. In this research, the analysis is done by dissolving 1 kg/s mass of water with 30°C in fan speed 500min⁻¹. From this research, was taken the data in and out of water temperature (t), in and out air temperature, water and air flow rate (), density of air and ambient temperature to determine the resulting heat, then performed statistical data processing.

Result of atomized the 1 kg/s mass of water shows average water temperature difference out from cooling tower is 7,805°C lower, and average heat difference released by the water is 437,094 kJ/s higher. This condition shows that, if will be made atomized 1 kg/s make up water, could increase the average difference 11,916% of effectivity and also could increase the performance and life time of the engine in power plant industry.

Key Words : *cooling tower*, *induced draft*, heat (Q), effectivity improvements

I. PENDAHULUAN

Keperluan energi listrik saat ini menjadi hal yang cukup mendesak, mengingat pertumbuhan penduduk yang sangat pesat berbanding lurus dengan kebutuhan energi listrik yang harus tersedia, baik digunakan dalam sector industry, rumah tangga maupun transportasi. Produksi energi listrik yang besar harus disesuaikan dengan pembangkit listrik yang handal dan efisien untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang besar pula.

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) didukung oleh beberapa sistem dalam pengoperasiannya, salah satunya sistem pendinginan air (*cooling water system*), *cooling water system* pada *gas turbine* merupakan suatu sistem pendinginan tertutup yang digunakan untuk mendinginkan *lube oil* dan udara pendingin generator. *Cooling water system* menggunakan air *make up* sebagai media pendinginan dan disirkulasi oleh *cooling water pump* yang terdiri dari 2 buah pompa. Adapun fungsi dari *cooling water system* pada *gas turbine* yaitu sebagai pendinginan *lube oil* dengan menggunakan *heat exchanger* dan sebagai pendingin udara pendinginan generator.

Prinsip kerja dari *cooling water system* adalah dengan mensirkulasikan air pendingin dengan menggunakan *cooling water pump*. Air pendingin disirkulasikan menuju ke *plate cooler* dan generator. Setelah digunakan untuk mendinginkan minyak pelumas dan udara pendingin generator, air pendingin disirkulasikan menuju *cooler fan* untuk dilakukan pendinginan sebelum disirkulasikan kembali.

Pendinginan air pendingin *lube oil* dan *generator* yang kurang maksimal dapat berpengaruh pada temperatur keluar *lube oil* dari *heat exchanger* yang terlalu panas sehingga akan mengakibatkan pendinginan yang tidak maksimal pada *bearing gas turbine* dan dikhawatirkan akan merusak *bearing-bearing* tersebut pada nantinya. Sama halnya dengan temperatur keluar udara pendingin *generator* yang terlalu panas, hal ini juga dapat mempengaruhi kinerja dari *generator* tersebut

Karena pentingnya fungsi *cooler fan* dalam proses pengoperasian *gas turbine* maka penulis ingin menganalisa perubahan temperature udara masuk, *temperature* air keluar dan peningkatan efektifitas *induced draft cooling water system* dengan rekayasa pengkabutan air.

II. EKSPERIMEN

2.1. Dasar Teori

2.1.1. Cara Perpindahan Panas

Perpindahan panas dapat didefinisikan sebagai perpindahan energi dari suatu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari perbedaan temperatur antar daerah tersebut. Secara umum ada 3 cara proses perpindahan panas yaitu: [1]

A. Konduksi

Perpindahan panas konduksi merupakan perpindahan energi yang terjadi pada media padat atau fluida yang diam sebagai akibat dari perbedaan temperatur. Hal ini merupakan perpindahan energi dari partikel yang lebih enerjik ke partikel yang kurang enerjik pada benda akibat interaksi antar partikel-partikel. Energi ini dihubungkan dengan pergerakan translasi, sembarang, rotasi dan

getaran dari molekul molekul. Temperature yang lebih tinggi berarti molekul lebih berenergi memindahkan energi ke temperatur lebih rendah (kurang energi). [1]

B. Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi yaitu perpindahan panas dari suatu zat yang lain disertai dengan gerakan partikel atau zat tersebut secara fisik. perpindahan panas yang terjadi antara suatu permukaan padat dan fluida yang bergerak atau mengalir akibat adanya perbedaan temperatur secara umum konveksi dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu: [1]

1. konveksi bebas (*free convection*) atau natural convection, yaitu dimana aliran terjadi bukan karena dipaksa oleh suatu alat, tetapi disebabkan karena gaya apung.
2. Konveksi paksa (*force convection*), yaitu konveksi yang terjadi dimana aliran fluida disebabkan oleh peralatan bantu seperti *fan*, *blower* dan lain lain
3. Konveksi dengan perubahan fase, yaitu sama seperti pendidihan (*boiling*) dan pengembunan (kondensasi) [1]

C. Radiasi

Radiasi *thermal* adalah energi yang diemisikan oleh benda yang berada pada temperature tinggi, dimana merupakan perubahan dalam konfigurasi electron dari atom.

Energy dari medan radiasi ditransportasikan oleh gelombang elektromagnetik atau lainnya. *Photon* berasal dari energi dalam sebuah electron yang memancar

Pada perpindahan panas konduksi dan konveksi adalah mutlak membutuhkan media. Sedangkan pada perpindahan panas radiasi tidak diperlukan media. Kenyataannya perpindahan panas radiasi lebih efektif terjadi di ruang hampa. [1]

2.1.2. Pembuangan Panas Radiator

Besar pembuangan panas radiator adalah suatu nilai yang menunjukkan besarnya panas pada air radiator yang dapat dibuang ke udara luar.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung adalah [1]

$$Q = \dot{m}_f C_p (T_{in} - T_{out}) \quad \text{[Persamaan 1]}$$

Keterangan :

Q : Laju perpindahan panas (W)

\dot{m}_f : Laju aliran massa fluida (kg/s)

C : Kalor spesifik fluida (kJ/kg °C)

T_{in} : *Temperature* fluida memasuki radiator (K)

T_{out} : *Temperature* fluida keluar radiator (K)

2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat pengukuran yang digunakan pada analisis ini adalah *anemometer* digital dan *thermograph*. Seperti pada gambar 1 dan 2. Bahan yang akan direkayasa untuk dikabutkan adalah air sebanyak 1 [kg/s].



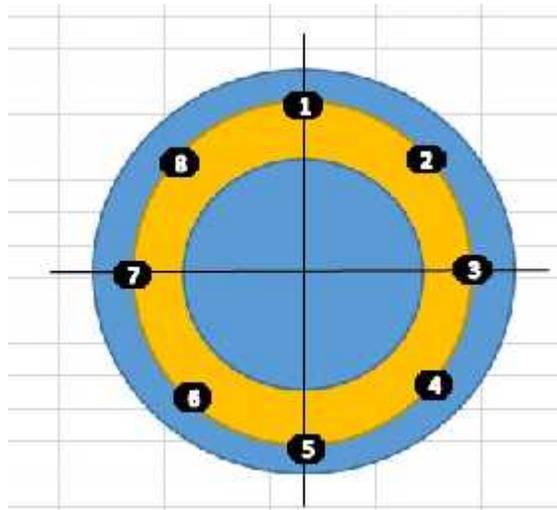
Gambar. 1 Anemometer Digital



Gambar. 2 Thermograph

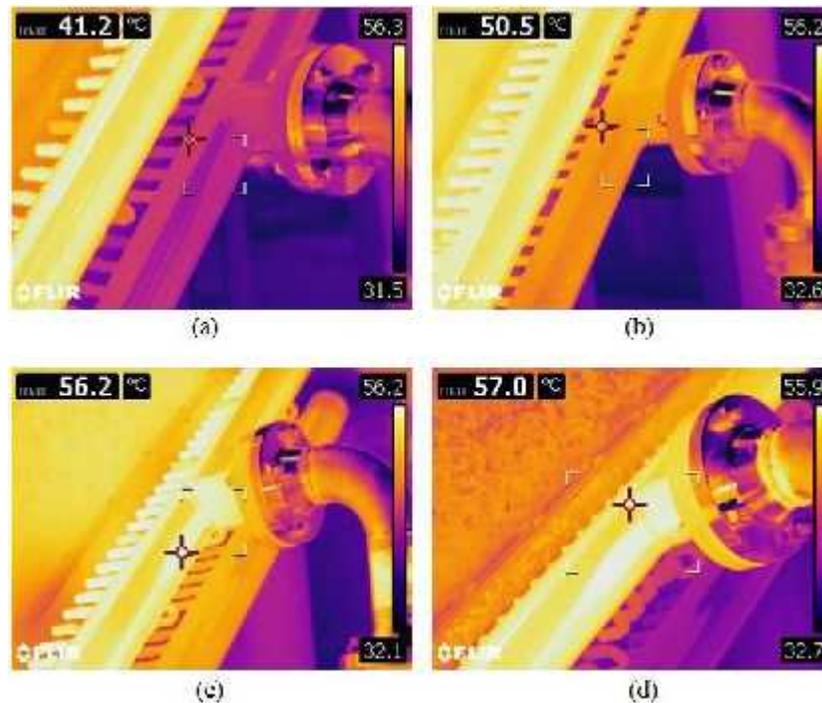
2.3. Pelaksanaan Pengukuran

Pengukuran dilakukan dengan memulai mengukur kecepatan udara dan flow rate udara keluar dari *Cooler Fan* menggunakan Anemometer Digital. Pengambilan data dilakukan di 8 titik di sekeliling *Cooler Fan* agar didapatkan kecepatan dan flow rate udara rata-ratanya. Seperti pada gambar 3.



Gambar.3 titik pengambilan data kecepatan dan *flow rate*

Lalu melakukan pengambilan data *temperature in* dan *out header radiator*. Karena tidak adanya *temperature indicator* pada pipa masukan ataupun keluaran *header radiator* maka digunakan alat ukur *termograph merk* untuk mengetahui temperatur masukan dan keluarannya air. Pengambilan data menggunakan *termograph* ditunjukkan pada Gambar 4 sebagai berikut.



Gambar. 4 Temperatur *in* dan *out* header group tiga dan dua (a) temperatur *out* header group tiga (b) temperatur *in* header group tiga (c) temperatur *out* header group dua (d) temperatur *in* header group dua

2.4. Uji

Metode yang dilakukan pada Analisis rekayasa ini adalah dengan menggunakan pendekatan *Number of Transfer Unit (NTU)*. Metode ini dilaksanakan dengan menggunakan metode yang berdasarkan atas efektifitas penukar kalor dalam memindahkan sejumlah kalor tertentu. Metode efektifitas ini juga mempunyai beberapa keuntungan untuk menganalisis soal dimana kita harus membandingkan berbagai jenis penukar kalor guna memilih jenis yang terbaik untuk melaksanakan sesuatu tugas pemindahan panas tertentu.

Dimana: [2]

$$\text{Efektifitas} = \epsilon = \frac{Q}{Q_{max}} \quad [\text{Persamaan 2}]$$

$$Q = \dot{m}_h C_h (T_{in} - T_{out}) = \dot{m}_c C_c (T_{in} - T_{out}) \quad [\text{Persamaan 3}]$$

Keterangan :

Q : Laju perpindahan panas (W)

Q_{max} : Laju perpindahan panas maksimum (W)

\dot{m} : Laju aliran massa fluida (kg/s)

C : Kalor spesifik fluida (kJ/kg °C)

T_{in} : Temperature fluida memasuki *cooling tower* (K)

T_{out} : Temperature fluida keluar *cooling tower* (K)

Jumlah kalor yang diterima oleh udara : [3]

$$Q'_{ud} = Q_{ud} + Q_{sray} \quad [\text{Persamaan 4}]$$

Maka T_{udara} didapat :

$$T_{udara} = \frac{Q_{ud}}{m \cdot C_p} \quad [\text{Persamaan 5}]$$

Maka $T_{in'}$ udara dapat dihitung,

$$T_{in'} = T_{out \text{ udara}} - t_{udara} \quad [\text{Persamaan 6}]$$

Jumlah Kalor yang diterima oleh air : [3]

$$Q'_{air} = Q_{air} + Q'_{ud} \quad [\text{Persamaan 7}]$$

Maka T_{air} didapat,

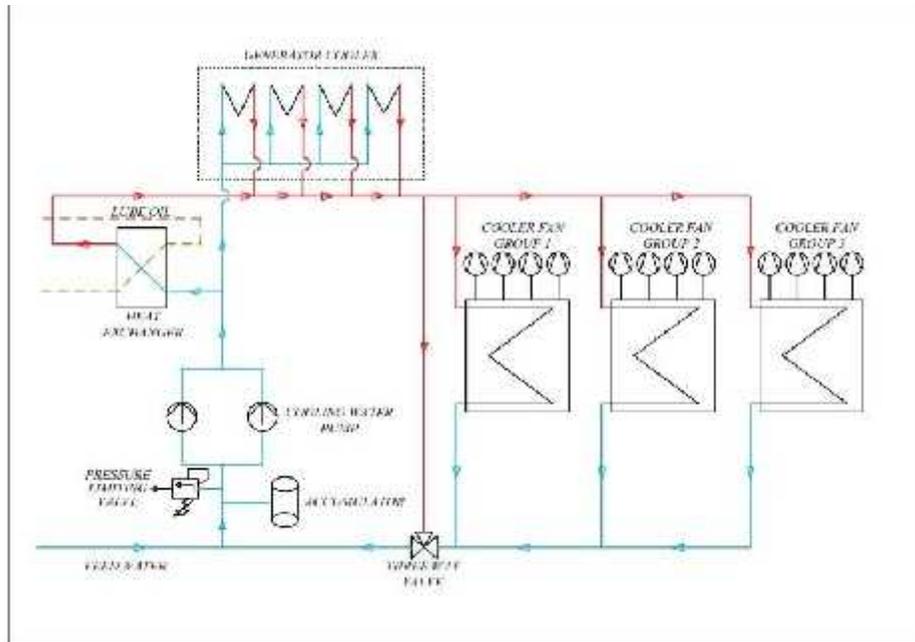
$$T_{air} = \frac{Q_{air}}{m \cdot C_p} \quad [\text{Persamaan 8}]$$

Maka $T_{out'}$ air dapat dihitung,

$$T_{out'} = T_{in \text{ air}} - t_{air} \quad [\text{Persamaan 9}]$$

Efektifitas

$$\text{Eff} = \frac{Q}{Q_{\max}} \times 100\% \quad [\text{Persamaan 10}]$$



Gambar. 5 skema *cooling tower system* [4]

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengolahan dan perhitungan data analisa pengkabutan 1 kg/s air, didapatkan hasil berupa *temperature water spray* keluar *cooling tower* dan perubahan temperatur udara masuk setelah dilakukan pengkabutan seperti ditunjukkan secara berturut-turut pada tabel. 1 dan 2

Tabel. 1 *Temperature water spray* keluar *cooling tower*

Group	(°C)
Design	38.2474
Group 2	31.963
Group 3	32.162

Tabel. 2 Perubahan *temperature* udara masuk (Tin' udara) *cooling tower*

Group	Sebelum (°C)	Sesudah (°C)	Selisih
Design	40	39.714	0.286
Group 2	34	33.715	0.285
Group 3	34	33.763	0.237
RATA-RATA	36	35.73	0.269

Setelah mendapatkan perubahan *temperature water spray* keluar dan *temperature* udara masuk *cooling tower*, lalu ditentukan kalor yang diterima udara.

Tabel. 3 Perubahan Kalor udara masuk (Qin' udara) *cooling tower*

Group	Sebelum (kJ/s)	Sesudah (kJ/s)	Selisih
Design	469.854	504.3281	34.4741
Group 2	287.21	295.415	8.205
Group 3	502.502	511.539	9.037
RATA-RATA	419.855	437.094	17.2387

Setelah mendapatkan perubahan kalor udara, lalu didapatkan perubahan *temperature* air keluar *cooling tower*.

Tabel. 4 Perubahan *temperature* air keluar (T_{out} air) *cooling tower*

Group	Sebelum (°C)	Sesudah (°C)	Selisih
Design	43.7	40.684	3.016
Group 2	50.5	48.43	2.07
Group 3	41.2	38.481	2.719
RATA-RATA	45.13	42.5316	7.805

Setelah mendapatkan perubahan *temperature* air keluar *cooling tower*, lalu ditentukan kalor yang diterima air.

Tabel. 5 Kalor air yang dilepas ketika keluar (Q_{out} air) *cooling tower*

Group	Sebelum (kJ/s)	Sesudah (kJ/s)	Selisih
Design	2859.12	3363.4481	504.3281
Group 2	1316.7	1612.115	295.415
Group 3	2821.5	3333.039	511.539
RATA-RATA	2332.44	2769.534	437.094

Pengolahan Data Secara Statistik

- T_{in} udara : $T_{in} < T_{in}$ (rekayasa pengkabutan 1 kg/s air)
- T_{in} udara : $T_{in} > T_{in}$ (rekayasa pengkabutan 1 kg/s air)
- T_{out} air : $T_{out} < T_{out}$ (rekayasa pengkabutan 1 kg/s air)
- T_{out} air : $T_{out} > T_{out}$ (rekayasa pengkabutan 1 kg/s air)
- Q_{in} udara : $Q_{in} < Q_{in}$ (rekayasa pengkabutan 1 kg/s air)
- Q_{out} udara : $Q_{out} > Q_{out}$ (rekayasa pengkabutan 1 kg/s air)

Pengolahan Data Dalam Uraian Kalimat

- T_{in} udara : Perubahan *temperature* udara masuk *cooling tower* hasil rekayasa pengkabutan 1 kg/s air lebih kecil dari *temperature* standar atau *temperature ambient*.
- T_{in} udara : Perubahan *temperature* udara masuk *cooling tower* hasil rekayasa pengkabutan 1 kg/s air lebih besar dari *temperature* standar atau *temperature ambient*.
- T_{out} air : Perubahan *temperature* air keluar *cooling tower* hasil rekayasa pengkabutan 1 kg/s air lebih kecil dari standar atau sama dengan standar.
- T_{out} air : Perubahan *temperature* air keluar *cooling tower* hasil rekayasa pengkabutan 1 kg/s air lebih besar dari standar atau sama dengan standar.
- Q_{in} udara : Perubahan kalor air keluar *cooling tower* hasil rekayasa pengkabutan 1 kg/s air lebih kecil dari standar atau sama dengan standar.
- Q_{out} udara : Perubahan kalor air keluar *cooling tower* hasil rekayasa pengkabutan 1 kg/s air lebih besar dari standar atau sama dengan standar.

Rata-rata Selisih

- T_{in} udara : 35.73°C

$T_{out' air}$: 42.53°C
 $Q_{in' udara}$: 437.094 kJ/s
 $Q_{out' air}$: 2769.534 kJ/s

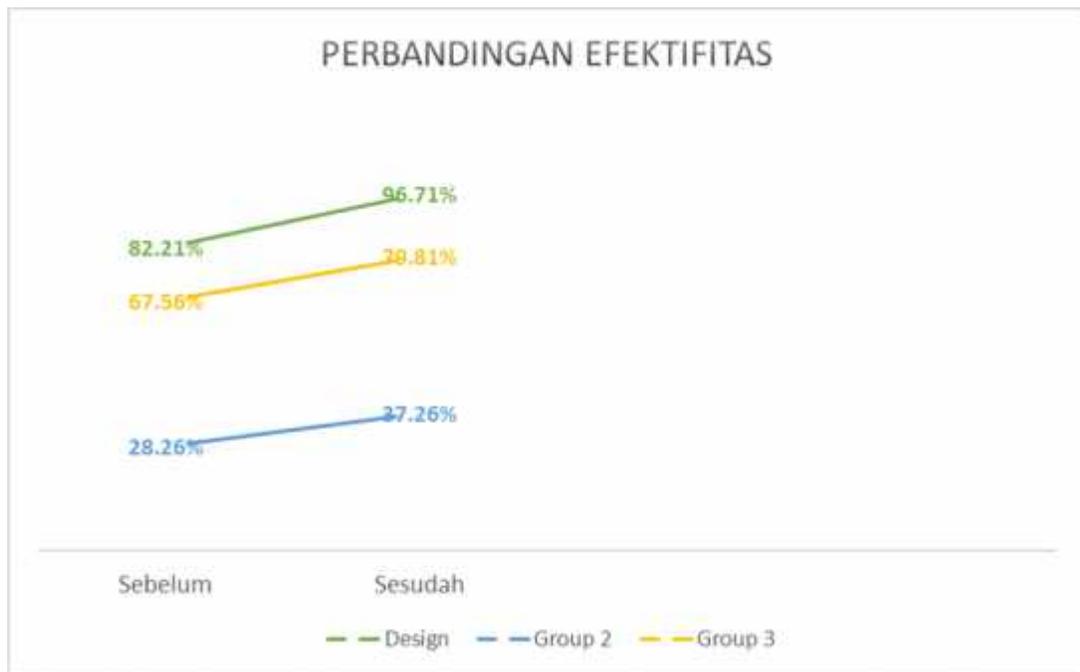
Kriteria Pengujian

Jika $T_{out' air} < T_{out air}$, tidak berhasil.
 Jika $T_{out' air} > T_{out air}$, berhasil

Perbandingan Efektifitas Sebelum dan Sesudah Pengkabutan

Tabel. 6 Efektifitas Sebelum dan Sesudah Pengkabutan

Group	Sebelum (%)	Sesudah (%)	Selisih
Design	82.21	96.71	14.5
Group 2	28.26	37.26	9
Group 3	67.56	79.81	12.25
RATA-RATA	59.34	71.26	11.916



Gambar. 6 Perbandingan Efektifitas Sebelum dan Sesudah Pengkabutan

Secara konsep perancangan, tujuan dari Analisis rekayasa pengkabutan air kepada radiator *cooling system* adalah untuk menurunkan temperature air yang keluar dari radiator dengan mendinginkan udara masuk ke radiator. Salah satu cara untuk mendinginkan udara masuk radiator adalah dengan melakukan pengkabutan air, sehingga jumlah kalor yang diterima oleh udara sama dengan jumlah kalor yang dilepas oleh udara.

Untuk menurunkan (T_{in}) udara maka dibutuhkan *make up water* yang akan dikabutkan dengan laju aliran 1kg/s dan temperature 30°C. Lalu ditentukan banyaknya kalor yang diterima oleh udara (Q_{ud}) dengan menjumlahkan (Q_{ud}) dengan (Q_{spray}), setelah itu didapatkan (T_{ud}). Lalu didapatkan hasil perubahan ($T_{in' udara}$) setelah spray dengan mengurangi (T_{out}) udara dengan (T_{ud}).

Setelah mendapatkan hasil ($T_{in'}$) udara, ditentukan pula jumlah kalor yang diterima oleh air (Q_{air}) dengan melakukan penjumlahan (Q_{air}) dengan (Q_{ud}). Setelah mendapatkan hasil dari (Q_{air}) maka didapatkan (T_{air}). Lalu didapatkan hasil perubahan air keluar cooling tower ($T_{out' air}$) dengan mengurangi (T_{in}) air dengan (T_{air}).

Setelah mendapatkan hasil perubahan air keluar *cooling tower* ($T_{out' air}$), dihitung perubahan efektifitasnya. Lalu dibandingkan hasil efektifitas *cooling tower* yang menggunakan pengkabutan air dengan *cooling tower* yang tidak menggunakan pengkabutan air. Jika hasil efektifitas pengkabutan air lebih tinggi maka rekayasa perancangan pengkabutan air dinyatakan berhasil, begitu pun sebaliknya. Tetapi hasil efektifitas ini dapat berubah tergantung kepada *temperature ambient* dan *temperature water make up* yang akan di *spray*.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan analisis rekayasa pengkabutan air, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perubahan ($T_{in' udara}$) < ($T_{in udara}$), dimana untuk *Design* mengalami penurunan *temperature* sebesar 0.286°C , untuk *Group 2* mengalami penurunan sebesar 0.285°C , dan untuk *Group 3* mengalami penurunan sebesar 0.285°C .
2. Perubahan ($T_{out' air}$) < ($T_{out air}$), dimana untuk *Design* mengalami penurunan *temperature* sebesar 3.016°C , untuk *Group 2* mengalami penurunan sebesar 2.07°C , dan untuk *Group 3* mengalami penurunan sebesar 2.519°C .
3. Peningkatan efektifitas setelah dilakukan pengkabutan air kepada *cooling tower system* untuk *Design* sebesar 14.5%, untuk *Group 2* sebesar 9%, dan untuk *Group 3* sebesar 12.25%.
4. Dengan melakukan pengkabutan air dengan laju 1kg/s, dapat menurunkan *temperature* masuk udara dan *temperature* air keluar *cooling tower system* serta meningkatkan efisiensi *cooling tower system*.

V. DAFTAR PUSTAKA

1. Murti, M.R., *Laju Pembuangan Panas Pada Radiator Dengan Fluida Campuran 80% Air dan 20% RC Pada RPM Konstan*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, 2008. 2: p. 4-9.
2. Xiaozhou Wu, J.Z.F.W., *Simplified number of transfer unit formulas for the thermal performance calculation of multi-pass fin-tube heat exchangers*. Science and Technology for the Built Environment, 2015. 21(2): p. 238-245.
3. Hecht, F.J.B.E., *Fisika Universitas*. 10 ed. Schaum's Outlines Teori dan Soal-soal. 2006: Penerbit Erlangga.
4. ABB, M., *Maintenance Manual Gas Turbine 13E2 GT- Air/Water Cooler*. Disertasi tidak diterbitkan. 1995, Bekasi: PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero).

ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN METODE INPUT – OUTPUT DAN HEATLOSS

Demas Adjie Mahendrasta¹, Fachrudin Mochtar²

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia
Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530
Email : demasadjie.m@gmail.com

Abstrak

Ketersediaan energi didunia semakin menipis telah menjadi masalah dunia, maka perlu kegiatan sinergi yang mengarah pada efisiensi dan penghematan pemanfaatan energy serta pengembangan sumber energy alternatif. Energi listrik adalah energy yang paling fleksibel bagi kehidupan manusia sehingga upaya rekayasa pembangkitan energy listrik menjadi sangat penting.

Dalam rekayasa pembangkitan listrik tenaga uap, boiler menjadi unit yang vital dalam sistim PLTU. Boiler membutuhkan bahan bakar dalam proses pembakaran agar dapat merubah fase air menjadi uap.

Tujuan penelitian ini adalah bagaimana meningkatkan efisiensi pada boiler yang dapat menghemat penggunaan bahan bakar, dalam perhitungan efisiensi pada boiler terdapat dua metode yaitu metode direct (input-output) dan metode indirect (heatloss). Dengan menggunakan metode tersebut dapat ditemukan celah penurunan efisiensi sehingga dari penelitian ini dapat dihasilkan rekomendasi untuk mengoptimalkan kerja boiler yang akan berpengaruh pada peningkatan efisiensi boiler yang akan berguna bagi PT. PJB MK tempat penelitian ini dilakukan. setelah dilakukan perhitungan efisiensi dengan metode direct

Kata Kunci: Boiler, efisiensi, metode direct, metode indirect

Abstract

The availability of the energy in world that more lessen from time to time has become a world problem, it is necessary to synergy activities that lead to efficiency and energy savings and the development of alternative energy sources. Electrical energy is the most flexible energy for human life so that the effort of electrical energy generation engineering becomes very important.

In steam power plant engineering, boiler becomes vital unit in system. The boiler requires fuel in the combustion process to convert the water phase to steam.

The purpose of this research is how to improve efficiency of boiler which can save fuel usage, in calculation of efficiency in boiler there are two method that is direct method (input-output) and indirect method (heatloss) By using this method can found the gap decrease efficiency so from research This can be generated recommendations to optimize the use of boilers which will affect boiler efficiency improvements that will be useful for PT X where this research is conducted.

Keywords : Boiler, efficiency, direct method, indirect method

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan sumber energi yang semakin menipis sudah menjadi masalah yang mendunia yang disebabkan oleh pemakaian bahan bakar fosil yang berlebihan dan dalam mengatasinya dibutuhkan ide - ide inovatif dan penghematan dalam penggunaan bahan bakar [1]. Pembangkit listrik tenaga uap adalah salah satu industry yang masih menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan utama dalam pengoperasiannya. Salah satu unit yang bergerak dalam bidang pembangkitan listrik yang dimiliki oleh PT. PJB adalah UP Muara Karang yang terletak di Jakarta Utara. PT. PJB UP Muara Karang terdiri dari PLTGU Blok 1, PLTU 4-5 dan PLTGU Blok 2 (JOM M Karang) dengan jumlah kapasitas PLTGU Blok 1 dan PLTU 4-5 adalah 908,6 MW dan PLTGU Blok 2 sebagai aset operator Jasa Operasi & Maintenance (JOM) adalah 690 MW.

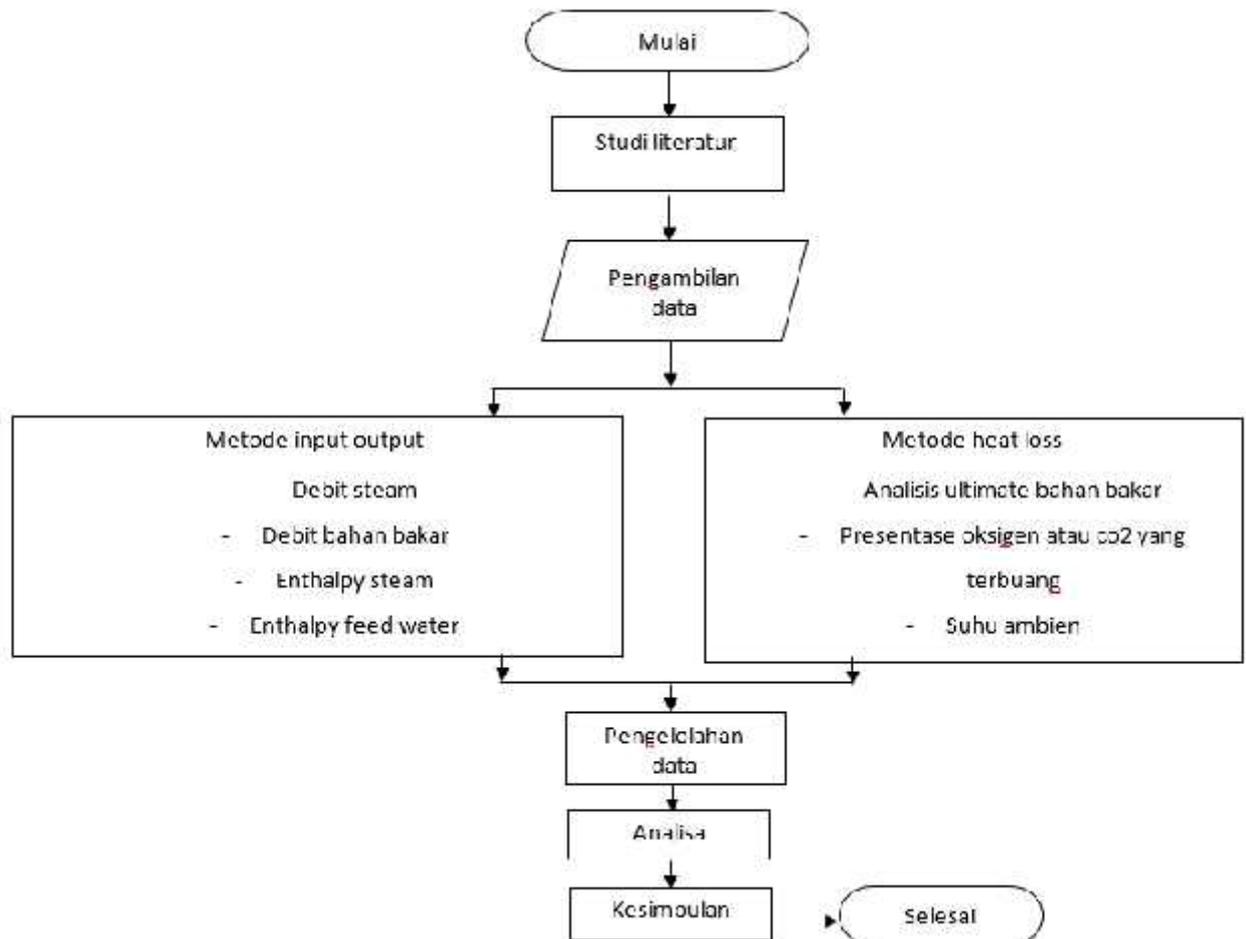
Komponen utama pada PLTU adalah boiler. Boiler adalah bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau steam. Air panas atau steam pada tekanan tertentu kemudian digunakan untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi steam, volumenya akan meningkat sekitar 1.600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

Salah satu sistem didalam boiler adalah sistem bahan bakar, sistem bahan bakar adalah semua peralatan yang digunakan untuk menyediakan bahan bakar untuk menghasilkan panas yang dibutuhkan. Peralatan yang diperlukan pada sistem bahan bakar tergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan pada sistem. Pada PLTU Muara Karang

menggunakan bahan bakar gas sebagai bahan bakar utama agar pemakaian bahan bakar lebih hemat salah satu caranya adalah menjaga efisiensi boiler tetap tinggi.

Dalam menjaga efisiensi agar tetap tinggi dilakukan perhitungan efisiensi secara berkala, metode perhitungan efisiensi boiler ada dua(2) cara yaitu metode direct dan metode indirect. Penulis melakukan analisa efisiensi pada data lima(5) bulan dari bulan juli 2016 sampai nopember 2017 dengan berdasarkan dua metode tersebut dapat ditarik kesimpulan penyebab penurunan efisiensi pada boiler.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 diagram alir penelitian

Penelitian ini dilakukan di PLTU Muara Karang blok 4 dan 5 pada peralatan boiler, langkah pertama yang dilakukan adalah studi literature yaitu mempelajari filosofi boiler dan cara perhitungan efisiensinya. Jika sudah mengerti filosofi dari boiler tersebut dilakukan pengambilan data yang dibutuhkan dalam perhitungan efisiensi boiler analisa dari penelitian ini adalah apa yang dapat dilakukan agar efisiensi boiler dapat meningkat dari perhitungan efisiensi tersebut.

2.1 Studi literature

Dilakukan dengan cara mempelajari referensi dari buku dan jurnal tentang boiler dan efisiensi serta membaca artikel di internet tentang perhitungan efisiensi boiler.

2.2 Pengambilan Data

Data yang dibutuhkan untuk perhitungan metode direct :

-) Flow main steam
-) Tekanan main steam
-) Suhu main steam

-) Tekanan feed water
-) Suhu feed water
-) Flow bahan bakar
-) High heating value bahan bakar

Data yang dibutuhkan untuk perhitungan metode indirect :

-) Temperature ambient
-) Data orsat
-) Temperature flue gas keluar air heater
-) Analisis ultimate bahan bakar
-) Heat credit
-) High heating value

2.3 Pengolahan data

Data-data yang didapatkan diolah secara kuantitatif dengan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

2.3.1 perhitungan efisiensi boiler

Efisiensi termis boiler adalah energi panas masuk yang digunakan secara efektif untuk menghasilkan steam. Ada dua metode dalam menghitung efisiensi boiler yaitu metode direct dan indirect.

) Metode direct

Biasa disebut metode input – output dilakukan dengan perbandingan energi yang dihasilkan/output dengan energy yang digunakan/input [1,3,4]

$$\text{Efisiensi boiler ()} = \frac{\text{energi output}}{\text{energi input}} \times 100\% \text{ ----- [persamaan 1]}$$

$$\text{Efisiensi boiler ()} = \frac{Q(h_s - h_f)}{q \times GCV} \times 100\% \text{ ----- [persamaan 2]}$$

Dimana : Q = jumlah steam yang dihasilkan dalam satuan Kg/jam
 q = jumlah air pengisi yang digunakan dalam satuan Kg/jam
 h_s = entalpi uap dalam kkal/kg
 h_f = entalpi air pengisi dalam kkal/kg
 GCV = Gross caloric value kkal/kg

❖ Keuntungan metode input output:

- Efisiensi dapat segera di evaluasi
- Memerlukan sedikit parameter untuk perhitungan
- Memerlukan sedikit instrument untuk pemantauan
- Mudah membandingkan rasio penguapan dengan data benchmark

❖ Kerugian metode input output

- Tidak memberikan petunjuk tentang penyebab dari efisiensi masing masing
- Tidak menghitung berbagai tingkat efisiensi

) Metode indirect

Standar acuan untuk Uji Boiler di Tempat dengan menggunakan metode tidak langsung adalah USA Standard ASME PTC-4-1 Power Test Code Steam Generating Units.

Metode tidak langsung juga dikenal dengan metode kehilangan panas. Efisiensi dapat dihitung dengan mengurangi bagian kehilangan panas dari 100 sebagai berikut [1,2,4] :

$$\text{Efisiensi boiler (n)} = 100 - (i + ii + iii + iv + v + vi + vii) \text{ ----- [Persamaan 3]}$$

Dimana kehilangan yang terjadi dalam boiler adalah kehilangan panas yang diakibatkan oleh:

- i. Gas cerobong yang kering (%)
- ii. Penguapan air yang terbentuk karena H₂ dalam bahan bakar(%)
- iii. Penguapan kadar air dalam bahan bakar(%)
- iv. Adanya kadar air dalam udara pembakaran(%)
- v. Bahan bakar yang tidak terbakar dalam abu terbang/ fly ash(%)
- vi. Bahan bakar yang tidak terbakar dalam abu bawah/ bottom ash(%)
- vii. Radiasi dan kehilangan lain yang tidak terhitung (%)

Prosedur perhitungan efisiensi boiler metode tidak langsung adalah sebagai berikut:

Tahap 1: Menghitung kebutuhan udara teoritis

$$= \frac{[(11,43 \times C) + \{34,5 \times (H_2 - O_2/8)\} + (4,32 \times S)]}{100 \text{ kg/kg bahan bakar}} \text{-----(4)}$$

Tahap 2: Menghitung persen kelebihan udara yang dipasok (EA)

$$= \frac{\text{persen } O_2 \times 100}{(21 - \text{persen } O_2)} \text{-----(5)}$$

Tahap 3: Menghitung massa udara sebenarnya yang dipasok/ kg bahan bakar (AAS)

$$= \{1 + EA/100\} \times \text{udara teoritis} \text{-----(6)}$$

Tahap 4: Memperkirakan seluruh kehilangan panas

- i. Kehilangan panas karena gas buang kering / "Heat Loss Due to Dry gas"

$$= \frac{m \times C_p \times (T_1 - T_a) \times 100}{GCV \text{ Bahan bakar}} \text{----- (7)}$$

Dimana :

m = massa udara kering keluar cerobong (kg/kg)

C_p = Panas jenis gas buang (0,23 kkal/kg)

ii. Persen kehilangan panas karena penguapan air yang terbentuk karena adanya H₂ dalam bahan bakar

$$= \frac{8,932 \times H_2 \{584 + C_p (T_f - T_a)\} \times 100}{GCV \text{ bahan bakar}} \text{-----} \dots(8)$$

Dimana,

H₂ = persen H₂ dalam 1 kg bahan bakar

C_p = panas jenis steam lewat jenuh/superheated steam (0,45 kkal/kg)

iii. Persen kehilangan panas karena penguapan kadar air dalam bahan bakar

$$= \frac{M\{584 + C_p (T_f - T_a)\} \times 100}{GCV \text{ bahan bakar}} \text{-----(9)}$$

Dimana,

M = persen kadar air dalam 1 kg bahan bakar

iv. Persen kehilangan panas karena kadar air dalam udara

$$= \frac{AAS \times \text{kelembaban} \times C_p (T_f - T_a) \times 100}{GCV \text{ bahan bakar}} \text{-----(10)}$$

v. Persen kehilangan panas karena bahan bakar yang tidak terbakar dalam abu terbang/ fly ash

$$= \frac{\text{Total abu/kg bahan bakar} \times GCV \text{ abu} \times 100}{GCV \text{ Bahan bakar}} \text{----- (11)}$$

vi. Persen kehilangan panas karena bahan bakar yang tidak terbakar dalam abu bawah/ bottom ash

$$= \frac{\text{Total abu/Kg bahan bakar} \times \text{GCV abu bwh} \times 100}{\text{GCV bahan bakar}} \text{-----(12)}$$

viii. Persen kehilangan panas karena radiasi dan kehilangan lain yang tidak terhitung

Tahap 5: Menghitung efisiensi boiler dan rasio penguapan boiler

Dihitung juga rasio penguapan yaitu kilogram steam yang dihasilkan per kilogram bahan bakar yang digunakan.

Keuntungan metode tidak langsung

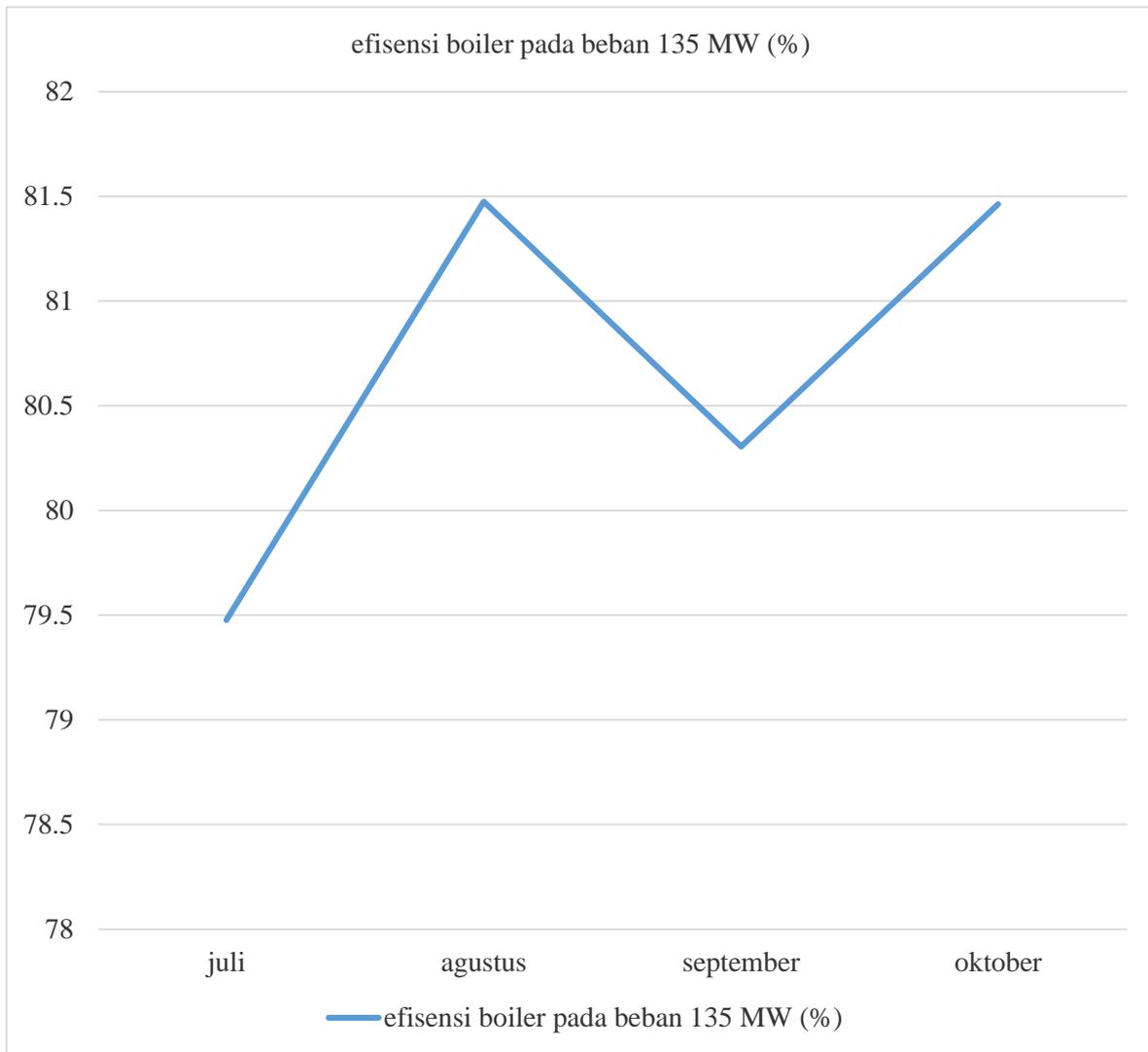
) Dapat diketahui neraca bahan dan energi yang lengkap untuk setiap aliran, yang dapat memudahkan dalam mengidentifikasi opsi-opsi untuk meningkatkan efisiensi boiler.

Kerugian metode tidak langsung

) Perlu waktu lama .
) Memerlukan fasilitas laboratorium lengkap untuk analisis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

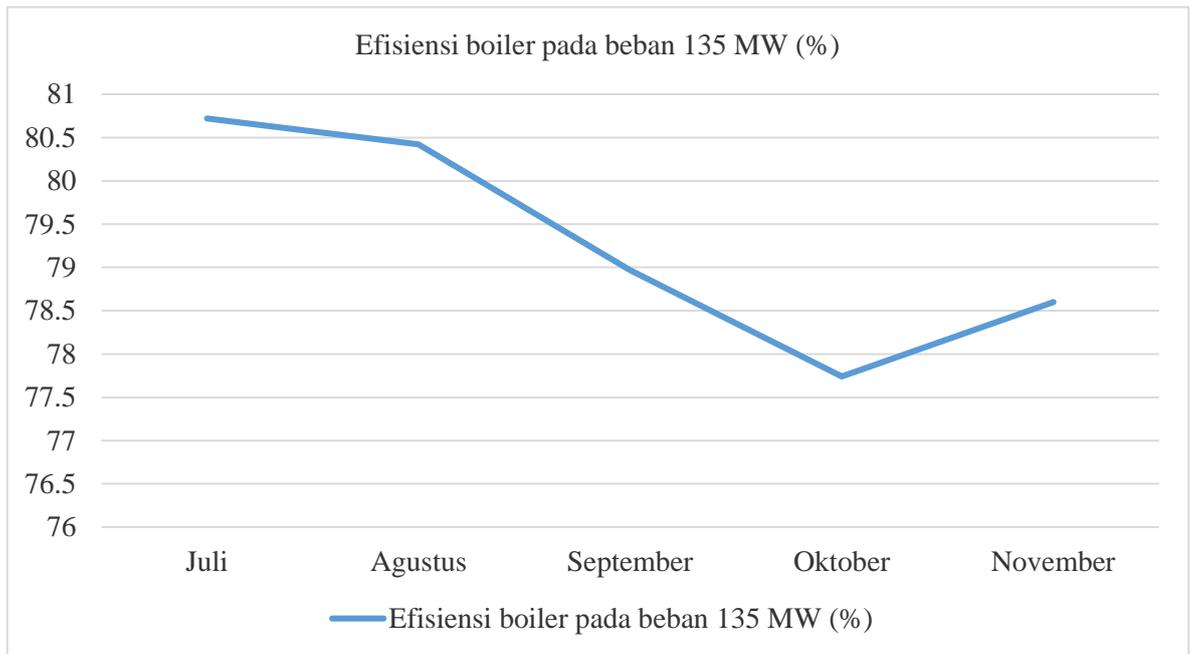
3.1 Analisa efisiensi metode direct



Gambar 2 Grafik efisiensi boiler metode direct (input-output)

Dari grafik diatas terlihat pada bulan September efisiensi berada pada nilai tertinggi dengan nilai 81,4739% sedangkan bulan juli memiliki nilai terendah yaitu 79,1399%.

3.2 Analisa efisiensi metode indirect



Gambar 3 Grafik efisiensi boiler dengan metode indirect

Dilihat dari grafik diatas terjadi penurunan efisiensi dari bulan juli menuju oktober hal ini di sebabkan karena adanya kebocoran pada alat air heater yang menyebabkan kehilangan gas panas yang cukup besar, hal ini terlihat dari perhitungan kebocoran gas panas pada air heater.

IV. KESIMPULAN

1. Pada perhitungan efisiensi metode direct efisiensi tertinggi adalah bulan September hal ini di sebabkan oleh menurunnya flow bahan bakar dan meningkatnya entalpi main steam.
2. Pada perhitungan efisiensi metode indirect ditemukan efisiensi tertinggi pada bulan juli hal ini disebabkan oleh kebocoran gas panas pada peralatan air heater yang lebih kecil dari data yang lain sehingga heatloss yang terjadi lebih kecil.
3. Ditinjau dari perhitungan metode direct perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam cara peningkatan entalpi main steam agar peningkatan efisiensi dapat dilakukan.
4. Ditinjau dari perhitungan metode indirect perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam penggunaan isolator pada dinding air heater agar peningkatan efisiensi dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Uited Nation Environmental Program (UNEP), Energy Efficiency Guide for Industry in Asia, www.energyefficiencyasia.org.
- [2] USA Standard ASME PTC-4-1 Power Test Code Steam Generating Units.
- [3] Widiatmini Sih Winanti dan Teguh Prayudi “PERHITUNGAN EFISIENSI BOILER PADA INDUSTRI INDUSTRI TEPUNG TERIGU
- [4] Hanzen Yauri Kurniawan, Hardi Gunawan, Benny Maluegha” KAJIAN EFISIENSI TERMAL DARI BOILER DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP AMURANG UNIT 1” Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi.

RANCANG BANGUN SIMULATOR DESALINATION PLANT JENIS SINGLE STAGE

Angga Aprianto, arief Eka Putra, Halimatussa'diyah, Tuti Alawiyah, Agus Sukandi, Suyitno Gatot

*Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Program Studi Teknik Konversi Energi
Jl. Prof. Dr. G. A Siwabessy, Kampusbaru Ui, Beji, Kukusan, Kota Depok, Jawa Barat 16424, Indonesia.
Tel: 082298482766, Email: anggaaprianto44@gmail.com*

Abstrak

Desalination Plant adalah suatu alat yang dapat mengolah air yang mengandung kadar garam tinggi (air laut) menjadi air yang mengandung kadar garam rendah (tawar) melalui proses evaporasi yang dapat ditunjukkan dengan nilai electric conductivity. Proses desalinasi dilakukan melalui proses pemisahan seperti multistage flash evaporator, multi effect desaliation, atau melalui proses berbasis membran seperti electro-dialisis, nano filtrasi, dan reverse osmosis. Salah satu jenis Desalination Plant yang sederhana adalah Desalination Plant jenis single stage. Tujuan dari rancang bangun ini adalah membuat simulator Desalination Plant sebagai media pembelajaran di laboratorium Teknik Konversi Energi, yang diharapkan dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi sistem Desalination Plant pada mata kuliah sistem pembangkit. Perancangan alat terdiri dari tiga bagian yaitu evaporator, kondensor, dan pompa vakum.. Keterbaruan dari rancang bangun desalination plant ini membuat rancang bangun desalination plant dengan menggunakan sistem pemanas heater kemudian membuat kondensor yang terdiri dari pipa-pipa pendinginan yang akan mengkondensasi uap hasil evaporasi menjadi air tawar. Dengan sistem inilah didapatkan output berupa air tawar yang dapat dimanfaatkan dalam kebutuhan sehari-hari. Pengujian penelitian ini menggunakan alat dealination plant yang telah dibuat yaitu mengatur variasi tekanan, temperatur, dan laju aliran yang kita berikan untuk mengetahui seberapa banyak air yang dihasilkan proses desalination plant.

Kata Kunci: *Desalination Plant, Single Stage, Evaporasi, Kondensasi, Heater.*

Abstract

Desalination Plant is a instrument can convert the water containing high salt (sea water) to water containing low salt (freshwater) through evaporation process which can be shown by the value of electric conductivity. The desalination process is carried out by the separation process such as multistage flash evaporator, multi effect desaliation, or through membrane-based processes such as electro-dialysis, nano filtration, and reverse osmosis. One of the simplest Desalination Plant type is a single stage type Desalination Plant. The purpose of this design is to make the Desalination Plant simulator as a learning media in the laboratory of Energy Conversion Technique, which is expected to facilitate the students in understanding the material of Desalination Plant system in study of generating system. The design of the tool consists of three parts: evaporator, condenser, and vacuum pump. The renewal of the desalination plant design makes the design of desalination plant using heater system heater then make condenser which consists of cooling pipes that will condense the evaporated vapor into fresh water. With this system obtained output is freshwater that can be utilized in daily needs. Test of this research using the dealination plant tool that has been made by adjusting the variation of pressure, temperature, and flow rate that we provide to find out how much water is produced desalination plant process.

Keywords: *Desalination Plant, Single Stage, Evaporation, Condensatio, Heater.*

1. PENDAHULUAN

Peran media pembelajaran dalam dunia pendidikan sangatlah penting. Media pembelajaran adalah segala sesuatu yang digunakan untuk menyalurkan pesan serta dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan kemauan si pembelajar sehingga dapat mendorong terjadinya proses belajar[1]. Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Jakarta merupakan salah satu program studi yang membutuhkan media pembelajaran secara nyata dalam proses belajar mengajar. Kurangnya media pembelajaran dalam program studi Teknik Konversi Energi menyebabkan minimnya pengetahuan tentang proses suatu materi pembelajaran.

Dilihat dari masalah diatas, maka diperlukan suatu media pembelajaran yang belum terdapat di laboratorium teknik konversi energi yaitu sebuah *Desalination Plant* sederhana. *Desalination Plant* merupakan suatu *plant* yang dapat mengolah air yang mengandung kadar garam tinggi (air laut) menjadi air yang mengandung kadar garam rendah (tawar) melalui proses evaporasi yang dapat ditunjukkan

dengan nilai *electric conductivity*[2]. Proses yang terjadi di *Desalination Plant* terdiri dari proses pemanasan, proses penguapan dan proses kondensasi. *Desalination plant* sendiri dilakukan melalui proses pemisahan seperti *Multistage Flash Evaporator*, *Multi Effec Desalination*, atau melalui proses berbasis membran seperti *Electro-Dialisis*, *Nano Filtrasi*, dan *Reserve Osmosis*[3].

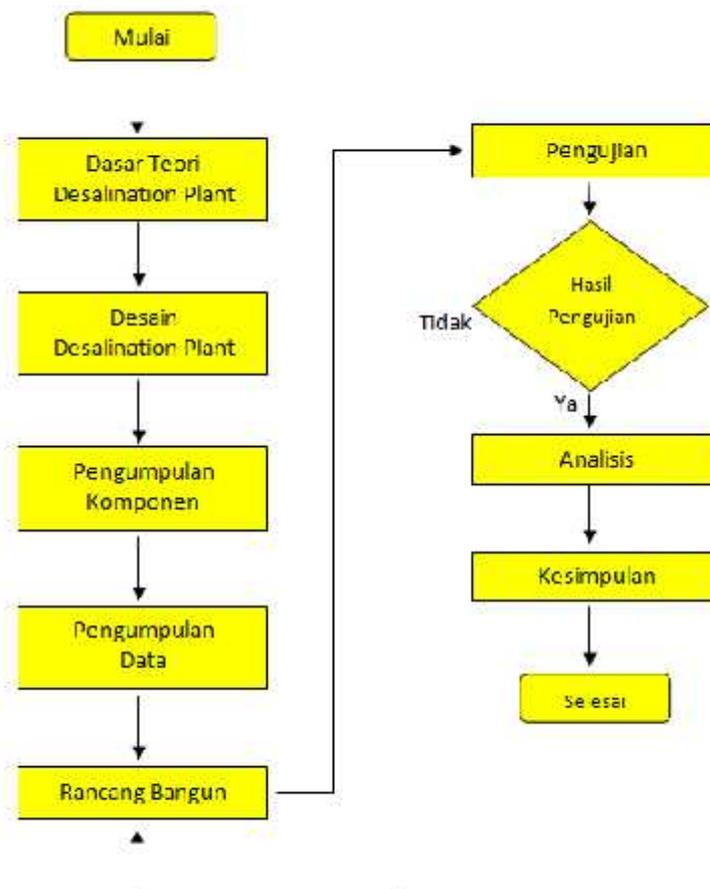
Tujuan rancang bangun simulator *Desalination Plant* sederhana ini untuk mengubah air laut menjadi air tawar dengan proses evaporasi, Dan dengan adanya simulator desalinator yang kami buat diharapkan dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi sistem *Desalination Plant* pada mata kuliah sistem pembangkit dengan mempraktekkan secara langsung pada laboratorium teknik konversi energi.

Peneliti terdahulu yang telah melakukan kajian rancang bangun desalination plant yaitu melakukan studi experimen rancang bangun *desalination plant* dengan sistem penyulingan menggunakan pemanas matahari dimana *evaporator* dibuat berukuran 100cm X 80cm dengan daya tampung bahan 80liter memiliki laju penguapan 305,76ml/jam dan kapasitas 7,2 l/jam[4].

Keterbaruan dari rancang bangun *desalination plant* ini adalah membuat Rancang Bangun *Desalination Plant* Jenis *Single Stage* dengan menggunakan sistem pemanas *heater* sehingga dalam segi waktu pemanasan yang terjadi di dalam sistem kami lebih cepat dibandingkan menggunakan sistem pemanas matahari, kemudian membuat kondensor yang terdiri dari pipa-pipa pendinginan yang akan mengkondensasi uap hasil evaporasi menjadi air tawar. Dengan sistem inilah didapatkan *output* berupa air tawar yang dapat dimanfaatkan dalam kebutuhan sehari-hari.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam pembuatan Rancang Bangun *Simulator Desalination Plant* Jenis *Single Stage* digambarkan dengan diagram alir dibawah ini :



Gambar.1 Flow Chart Pelaksanaan

Persiapan pembuatan rancang bangun simulator *Desalination Plant* yaitu dilakukan dengan Mempelajari tentang teori *Desalination Plant*. Setelah mempelajari teori *desalination plant* dari berbagai referensi peneliti terdahulu langkah selanjutnya Perancangan *model desalination plant* yang akan kita rancang bangun. Perancangan model meliputi pembuatan desain dan pemilihan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan alat. Kemudian Pembelian dan penyediaan alat-alat yang akan dibutuhkan, seperti pompa sirkulasi, pompa air dangkal, venturi, pipa PVC dan tembaga, *thermocouple*, *stainless steel*, *heater*, dll yang dibutuhkan untuk pembuatan alat *Desalination Plant*.

Pengumpulan data, Sebelum melakukan proses pengerjaan rancang bangun *desalination plant* harus mendata terlebih dahulu. Pengambilan data tersebut meliputi *visual*, data *spesifikasi*, dan *type* komponen untuk mempermudah dalam proses pembuatan. Proses pembuatan alat yaitu Komponen-komponen yang telah disiapkan dirangkai menjadi satu kesatuan menjadi sebuah alat *desalination plant*. Pembuatan alat mencakup pembuatan *evaporator* menggunakan bahan *stainless steel*, pembuatan sistem kondensor dengan menggunakan bahan pipa tembaga, pembuatan sistem vakum dengan cara menggabungkan *venturi* dengan pompa air dangkal, menggunakan pompa *submersible* untuk mengalirkan air pendingin pada kondensor. Kemudian setelah proses pengerjaan selesai maka dilakukan pengetesan. Jika pengetesan sesuai dengan yang diharapkan maka perancangan selesai. Selanjutnya, proses pengambilan data dan analisis.

Pengambilan data pada rancang bangun *Desalination Plant* ini memiliki beberapa parameter yang harus diambil yaitu berupa temperatur, tekanan, dan laju aliran pendingin. Penelitian ini dilakukan dengan mengatur variasi temperatur (T), tekanan (P), lama penguapan (t) dan laju aliran () yang kita berikan. Proses pengambilan data dan analisis bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak air tawar yang dihasilkan dari proses *desalination plant* tersebut. Setelah dilakukan pengambilan data, selanjutnya dilakukanlah proses pengolahan data untuk mencari hasil $Q_{\text{evaporasi}}$, $Q_{\text{kondensor}}$, Perbedaan suhu yang terjadi di kondensor, menentukan laju massa kondensat dan produksi air yang dihasilkan oleh *desalination plant* per jamnya. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut[5]:

$$\begin{aligned} Q_{\text{Evaporasi}} &= Q_s + Q_L \\ &= m \cdot c \cdot \Delta t + m \cdot h_{fg} \end{aligned} \quad [\text{persamaan 1}]$$

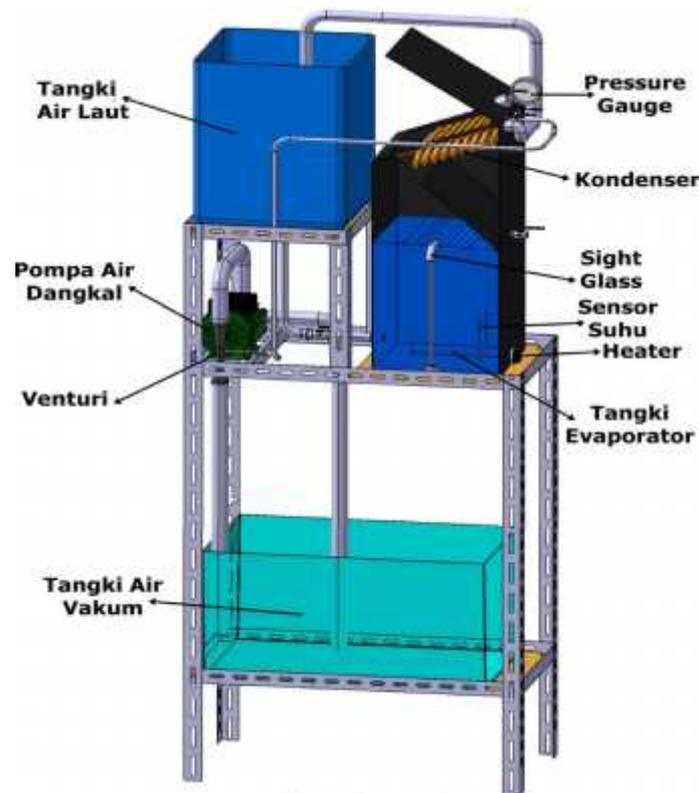
$$Q_{\text{kondensor}} = m_{\text{air laut}} \times c_{\text{air laut}} \times (T_{\text{out}} - T_{\text{in}}) \quad [\text{Persamaan 2}]$$

$$\Delta t = \frac{\Delta t_a - \Delta t_b}{\ln[\Delta t_a - \Delta t_b]} \quad [\text{Persamaan 3}]$$

$$\frac{m_i}{L} = \frac{q/l}{h_{fg}} \quad [\text{Persamaan 4}]$$

$$\dot{V}_{\text{Destilat}} = \frac{V_b - V_a}{t} \quad [\text{Persamaan 5}]$$

Perancangan Dan Set-Up Alat Desalination Plant



Gambar.2 Desain Rancang Bangun Desalination Plant

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Spesifikasi Komponen Rancang Bangun Desalination Plant

1. *Evaporator*

Evaporator merupakan salah satu bagian dari alat *desalination plant* yang memiliki peranan sebagai pemanas air laut yang nantinya menguapkan air laut. *Evaporator* ini menggunakan elemen pemanas berbahan besi dengan lapisan *chrome* dan memiliki daya sebesar (1500 watt). *Evaporator* memiliki wadah atau *casing* berbahan *stainless stell* dengan ketebalan (1.4 mm) dan dimensi ruang (25cm x 25cm), *casing Evaporator* ini menyatu dengan *casing* kondensor yg memiliki pembatas berupa sekat dengan kemiringan ($68,2^\circ$) sebagai pengarah uap dari *evaporator* ke kondensor.

2. Kondensor

Kondensor merupakan bagian dari *desalination plant* yang berperan sebagai komponen penukar panas yang berfungsi untuk mengkondensasikan uap air yang berasal dari ruang *evaporator*. Kondensor terdiri dari pipa-pipa tembaga yang disusun secara spiral memanjang, pompa *submersible* dan tangki air pendingin. Pipa kondensor memiliki luas penampang ($\pm 1435,608\text{cm}^2$) dengan diameter (12,7 mm) dan ketebalan tembaga (1mm) dengan kapasitas dalam gulungan pipa tembaga ($\pm 0,44\text{liter}$). Kondensor yang dibuat memiliki aliran pendinginan *counterflow water cooler* kondensor, yaitu kondensor didinginkan oleh air pendingin dari arah atas ruang kondensor menuju bawah pada ruang kondensor dengan bantuan pompa *submersible* untuk mensirkulasikan air pendingin.

3. Pompa Vakum

Pompa Vakum berfungsi sebagai penghisap uap air dan pengatur tekanan pada *evaporator*. Pompa vakum ini memiliki panjang pipa *suction* (93cm) dan panjang pipa *dischard* (46,5cm) dengan diameter masukan air (1 inch) dan diameter keluaran air (1 inch) . Pompa Vakum ini dapat menghasilkan tekanan vakum (-0,5 Bar). Pompa Vakum ini dirancang dengan menggabungkan pompa air dangkal dan venturi . Spesifikasi pompa air dangkal yang digunakan untuk pompa vakum ada pada tabel berikut:

Tabel.1 spesifikasi pompa

<i>Spesifikasi</i>	<i>Nilai</i>	<i>Spesifikasi</i>	<i>Nilai</i>
1. Merek	MOSWELL	6. Total Head (m)	33m
2. Model	DB-125	7. Pipa (<i>Input & Output</i>)	25mm (1" x 1")
3. Max. <i>Capasitas</i> (L)	30L/min	8. Keluaran (watt)	125watt
4. <i>Suct Head</i> (maks)	9m	9. <i>Volt/Hz</i>	220Volt/50Hz
5. <i>Disc Head</i>	24m	10. Rpm	2850

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil rancang bangun simulator desalination plant jenis single stage antara lain :

1. Berdasarkan hasil perancangan alat simulator desalination plant jenis single stage, evaporator yang dibuat dengan ukuran alas 25 cm x 25cm mampu menampung air laut dengan volume (16 liter).
2. Penggunaan tekanan vakum berfungsi untuk menurunkan tekanan didalam evaporator sehingga titik didih air menjadi rendah dan mempercepat penguapan. Dari hasil perancangan gabungan antara sistem venturi dengan air dangkal mampu menghasilkan tekanan vakum (-0,5 bar).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu dan mendukung dalam mengerjakan tugas akhir agar bisa selesai dengan baik dan lancar, diantaranya kepada :

1. Bapak Dr. Belyamin Msc. Eng ., B.Eng (Hons) selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Ir.Agus Sukandi, MT selaku pembimbing Tugas Akhir kami yang senantiasa membantu kami dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Drs. Suyitno Gatot selaku pembimbing Tugas Akhir kami yang senantiasa membantu kami dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Orang tua dan saudara kami yang telah memberi doa, restu dan dukungan baik secara moril dan materil demi kelancaran Tugas Akhir.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yusufhadi, Miarso, *Menyemai Benih Teknologi Pendidikan*, Jakarta: Prenada Media, 2004.
- [2] Naryono, dkk, " Analisa Perencanaan Desalination Plant 416ton/Jam," Jurnal Mesin Teknologi (Sintek Jurnal), Vol. 3, No. 2, 2009.
Tersedia: [https://jurnal.umj.ac.id/index.php?journal=sintek&page=article&op=view&path\[\]=102](https://jurnal.umj.ac.id/index.php?journal=sintek&page=article&op=view&path[]=102)
[31 Mei 2017]
- [3] Nur Muhamad Isnain Kurnia, "Potensi Air Laut Sebagai Sumber Air Tawar Dan Pembangkit Energi," Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung. Bandung, 2015, pp.1-10.
Tersedia:https://www.researchgate.net/publication/287643835_Potensi_Air_Laut_sebagai_Sumber_Air_Tawar_dan_Pembangkit_Energi?enrichId=rgreq-2ee03bba237a6f5dc563b54c00e62e81-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4NzY0MzgzNTtBUozMDkxMjA5NjY1NjE3OTNAMTQ1MDcxMTU4OTUxNg%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf [5 Juni 2017]
- [4] Chadarisman Ardhia, dkk, "Studi Eksperimental Rancang Bangun Desalination Plant Tenaga Surya Menggunakan Solar Reflektor Untuk Produksi Brine Pada 25^o BE," Jurnal Teknik POMITS, Vol. 1, No. 1, pp.1-4, 2012. Tersedia : <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-22376-2408100050-Paper.pdf>
[5 Juni 2017]
- [5] Holman, J.P. *Perpindahan Kalor*, Jakarta: Erlangga, 1994.

ANALISIS PERFORMA TURBIN GAS TERHADAP BEBAN OPERASI PADA PLTG

Alief Dwi Setiadi¹, Jusafwar², Arifia Eka Yuliana³

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Kampus Baru UI Depok, 16425, Indonesia

Telp: (62-21) 7863530 / (62)85697783367, Fax: (62-21) 7863530

Email: aliefds21@gmail.com

Abstrak

Pembangkit listrik tenaga gas (PLTG) merupakan power station yang menggunakan bahan bakar gas sebagai energi primernya. Energi thermal pada bahan bakar dimanfaatkan untuk dikonversikan menjadi energi mekanik berupa putaran turbin. Performa suatu turbin gas dapat dilihat dari perbandingan antara energi input dan energi output pada turbin gas tersebut. Penelitian ini menganalisis performa turbin gas terhadap beban operasi pada PLTG. Apabila memanfaatkan energi input seminimum mungkin dan menghasilkan energi output seoptimum mungkin maka performa suatu pembangkit dikatakan baik. Beban pada PLTG merupakan suatu energi output berupa jumlah listrik yang dihasilkan mulai dari beban rendah, beban sedang, hingga beban tinggi. Semakin tinggi beban operasi suatu PLTG maka semakin banyak juga bahan bakar yang dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa terbaik pada suatu turbin gas dengan membandingkan antara energi input dan energi output pada setiap beban operasinya. Penelitian ini dilakukan pada lima jenis beban (52%, 60%, 72%, 80%, dan 92%). Maka metode yang digunakan adalah dengan memperhitungkan efisiensi thermal, specific fuel consumption, heat rate, dan turbine work untuk mengetahui tinggi atau rendahnya performa suatu turbin gas.

Kata Kunci: *Beban Operasi, Efisiensi Thermal, PLTG Turbin Gas*

Abstract

Gas power plant (PLTG) is a power station that uses gas fuel as its primary energy. Thermal energy in fuel is used to be converted into mechanical energy in the form of turbine rotation. The performance of a gas turbine can be seen from the comparison between the input energy and the output energy in the gas turbine. This research analyzes the performance of gas turbine to operating expense at PLTG. When utilizing input energy to a minimum and generate the optimum output energy possible then the performance of a plant is said to be good. The load on the PLTG is an output energy of the amount of electricity generated from low load, medium load, to high load. The higher the operating load of a steam power plant, the more fuel it needs. This study aims to determine the best performance on a gas turbine by comparing the input energy and output energy at each operating load. This study was conducted on three types of load (52%, 60%, 72%, 80%, and 92%). Then the method used is to take into account the thermal efficiency, specific fuel consumption, heat rate, and turbine work to determine the high or low performance of a gas turbine.

keyword: *Operating Load, Thermal Efficiency, PLTG Gas Turbine*

1. PENDAHULUAN

Dalam memenuhi kebutuhan listrik masyarakat Indonesia dari Sabang sampai Merauke, pemerintah membangun proyek 35.000 MW hingga 2019 mendatang. Pemerintah bersama Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan Swasta akan membangun 109 pembangkit. Masing-masing terdiri dari 35 proyek oleh PLN dengan total kapasitas 10.681 MW dan 74 proyek oleh swasta atau *Independent Power Produce (IPP)* dengan total kapasitas 20.904 MW[1].

Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) merupakan salah satu jenis pembangkit pada proyek 35 ribu MW tersebut[2]. Penggunaan bahan bakar gas yang dinilai cukup efisien dibanding dengan bahan bakar fosil yang lain serta emisi gas buang yang terhitung ramah lingkungan menjadikan pembangkit ini sebagai salah satu pilihan utama pada proyek 35 ribu MW ini[3]. Dengan banyak dibangunnya suatu PLTG maka penggunaan gas alam di Indonesia tentunya akan meningkat drastis.

PROYEK YANG PENGADAANNYA SUDAH BERLANGSUNG				
No	Proyek Pembangkit	Lokasi	Kapasitas (MW)	Metode Pengadaan
1	PLTU Lontar Ekspansi	Banten	1x315	Pelelangan
2	PLTG/MG Gorontalo Peaker	Gorontalo	100	Pelelangan
3	PLTA Upper Cisokan PS	Jabar	1.040	Pelelangan
4	PLTMG Karimunjawa	Jateng	4	Pelelangan
5	PLTGU Grati Peaker	Jatim	450	Pelelangan
6	PLTGU Lombok Peaker	NTB	150	Pelelangan
7	PLTA Asahan III	Sumut	2x87	Pelelangan
8	PLTD Tersebar u/ daerah Perbatasan dan P. Terluar	Tersebar	68	Pelelangan

Gambar 1. Proyek pembangunan pembangkit listrik sektor PLN[2]

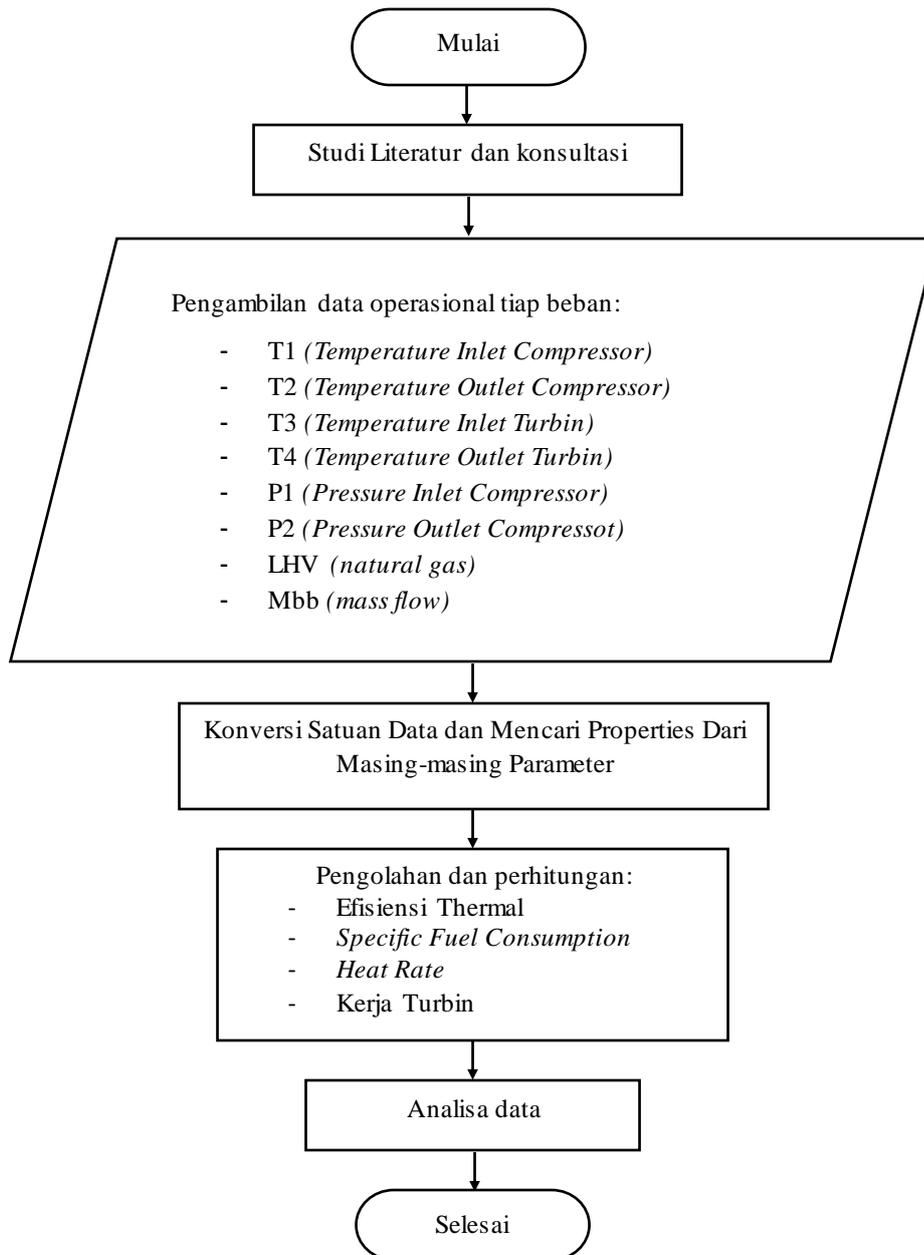
PROYEK YANG PENGADAANNYA SUDAH BERLANGSUNG *				
No	Jenis	Lokasi	Kapasitas (MW)	Metode Pengadaan
1	PLTU	Jawa-1 (Exp. Cirebon) / Jawa Barat	1x1.000	Penunjukan Langsung
2	PLTA	Hasang (FTP2) / Sumatera Utara	40	Penunjukan Langsung
3	PLTA	Malea / Sulawesi Selatan	90	Penunjukan Langsung
4	PLTU	Jeneponto-2 (Exp. Jeneponto) / Sulawesi Selatan	2x112,5	Penunjukan Langsung
5	PLTB	Samas / DIY	50	Penunjukan Langsung
6	PLTA	Meurebo / Aceh	56	Penunjukan Langsung
7	PLTA	Merangin / Jambi	350	Penunjukan Langsung
8	PLTU	Sumsel-6 (Exp. Sp Belimbing) / Sumatera Selatan	2x300	Penunjukan Langsung
9	PLTA	Karangates & Kesamben / Jawa Timur	137	Penunjukan Langsung
10	PLTU	Jawa-5 (FTP2) / Banten	2x1.000	Pemilihan Langsung
11	PLTU	Kalbar-1 / Kalimantan Barat	2x100	Pelelangan
12	PLTU	Kendari 3 / Sulawesi Tenggara	2x50	Pelelangan
13	PLTU	Sumsel 9 / Sumatera Selatan	2x600	Pelelangan
14	PLTU	Sumsel 10 / Sumatera Selatan	1x600	Pelelangan
15	PLTU	Sumbagsel-1 MT / Sumatera Selatan	2x150	Pelelangan
16	PLTU	Meulaboh 3&4 / Aceh	2x200	Pelelangan
17	PLTU	Bengkulu / Bengkulu	2x100	Pelelangan
18	PLTU	Sulbagut 1 / Sulut / Gorontalo	2x50	Pelelangan
19	PLTU	Sumsel-1 MT / Sumatera Selatan	2x300	Pelelangan
20	PLTG	Bangka Peaker / Bangka Belitung	100	Pelelangan
21	PLTU	Jawa-7 / Banten	2x1.000	Pelelangan

Gambar 2. Proyek pembangunan pembangkit listrik sektor swasta[2]

Apabila penggunaan bahan bakar gas alam di Indonesia tidak dapat dikontrol dengan baik maka ketersediaan energi ini akan habis dengan cepat. Memaksimalkan performa PLTG merupakan suatu cara yang sangat tepat untuk menjaga penggunaan bahan bakar gas alam secara efisien. Semakin tinggi performa suatu PLTG maka semakin efektif pula pemakaian bahan bakarnya[4].

PLTG merupakan pembangkit yang memiliki respons yang cepat terhadap perubahan beban. Beban pada PLTG merupakan suatu energi *output* berupa jumlah listrik yang dihasilkan dalam satuan Mega Watt (MW). Semakin tinggi beban operasinya maka semakin banyak juga bahan bakar yang dibutuhkan[5]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa terbaik yang ditinjau dari nilai *heat rate* dan *specific fuel consumption (SFC)*, pada suatu PLTG dengan membandingkan antara energi input dan energi output pada setiap bebannya. Performa suatu PLTG dikatakan baik apabila memiliki nilai *heat rate* dan *SFC* yang semakin rendah.

2. METODE PENELITIAN



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT PJB UP Muara Karang Blok II untuk membandingkan performa turbin gas pada setiap beban operasinya, dalam penyelesaian memiliki metode dan tahapan sebagai berikut:

➤ Studi Literatur

Studi literatur ini berkaitan tentang turbin gas yang diperoleh dari berbagai sumber seperti *manual book*, paper jurnal, *hand book*, data operasi dan lain-lain.

➤ Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dari laporan operasional turbin gas PLTG Muara Karang Blok II pada setiap beban operasinya. Data yang didapat berupa temperatur masuk kompresor, tekanan masuk kompresor, temperatur keluar kompresor, tekanan keluar kompresor, temperatur keluar turbin, *Low Heating Value* pada bahan bakar, laju aliran udara, dan laju aliran bahan bakar.

➤ Perhitungan *Properties*

Pada tahap ini dilakukan konversi satuan dari data-data yang telah dikumpulkan ke dalam satuan yang umum digunakan untuk mempermudah proses perhitungan. Selanjutnya dilakukan perhitungan secara termodinamika pada tiap keadaan untuk mendapatkan data *properties* yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung unjuk kerja turbin gas.

➤ Perhitungan Performa Turbin Gas

Setelah dilakukan konversi dan didapatkan data *properties* pada masing-masing titik. Maka selanjutnya adalah perhitungan performa turbin gas dengan menggunakan data daripada *properties* tersebut. Perhitungan performa tersebut antara lain:

- **Efisiensi Thermal**

Efisiensi thermal pada turbin gas adalah perbandingan antara nilai kerja yang didapatkan dan energi input yang dibutuhkan pada suatu turbin gas. Dalam Perhitungan efisiensi thermal turbin gas dapat dihitung dengan persamaan berikut[4]:

$$\eta_{siklus} = \frac{W_{netto}}{Q_{in}} \times 100\%$$

- **Specific Fuel Consumption (SFC)**

Jumlah bahan bakar yang dikonsumsi untuk menghasilkan satu satuan daya dalam satu satuan waktu (kg/kWh). Dalam mesin turbin gas, SFC adalah sama dengan rasio massa bahan bakar. Semakin kecil nilai SFCnya maka semakin baik pula performa turbin gas. SFC dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut[6]:

$$SFC = \frac{m_{bb}}{W_{nett}}$$

- **Heat rate Turbin Gas**

Heat rate turbin gas merupakan besarnya konsumsi energi yang digunakan untuk membangkitkan setiap energi listrik dalam satu jam operasi. *Heat rate* turbin dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut[5]:

$$HR = SFC \times LHV$$

➤ Pengeplotan Pada Grafik dan Analisa

Setelah didapatkan data performa turbin gas. Selanjutnya data-data tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk dilakukan analisa perbandingan pada setiap parameter-parameter performa turbin gas terhadap masing-masing bebannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dibawah ini adalah tabel operasional dari Turbin gas PLTG Muara Karang Blok II dengan kapasitas terpasang 250MW. Data aktual diambil pada pada beban 130 MW (52% dari kapasitas terpasang), 150 MW (60% dari kapasitas terpasang), 180 MW (72% dari kapasitas terpasang), 200 MW (80% dari kapasitas terpasang), dan 230MW (92% dari kapasitas terpasang) pada bulan April 2017.

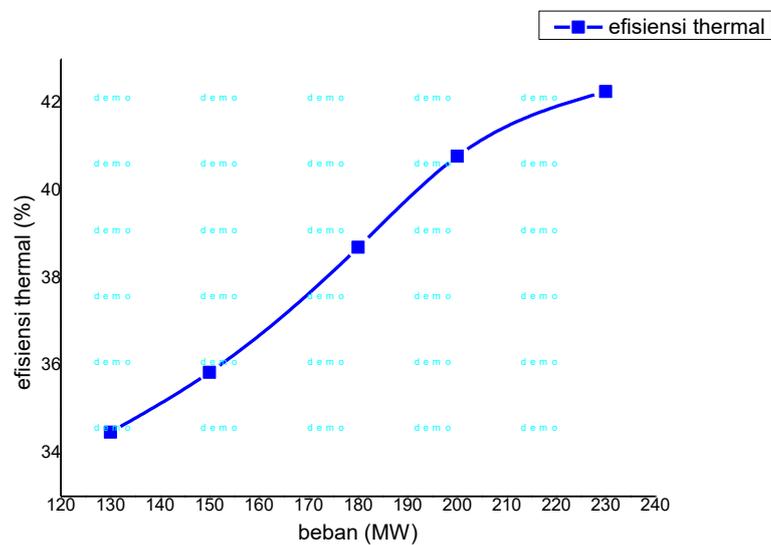
Tabel 1. Data Operasional Turbin Gas Bulan April 2017

Parameter	Unit	Beban				
		130 MW	150 MW	180 MW	200 MW	230 MW
<i>Temperature inlet compressor</i>	K	301,23	301,23	301,27	301,21	301,12

<i>Temperature outlet compressor</i>	K	667,59	667,59	694,23	710,07	727,22
<i>Temperature outlet turbin</i>	K	824,39	824,39	838,79	832,2	872,96
<i>Pressure inlet compressor</i>	kPa	101,325	101,325	101,325	101,325	101,325
<i>Pressure outlet turbin</i>	kPa	1083,6348	1083,6348	1318,994	1450,403	1563,180
<i>Low Heating Value (LHV)</i>	kJ/kg	49562,47843	49562,47843	49562,47843	49562,47843	49562,47843
<i>Mass Air Flow</i>	kg/s	465,3143	465,3143	546,5943	600,9572	621,4799
<i>Mass Fuel Flow</i>	kg/s	8,10378	8,10378	10,22913	11,12356	12,71650

Dari hasil pengolahan data operasional tiap beban maka di dapatkan:

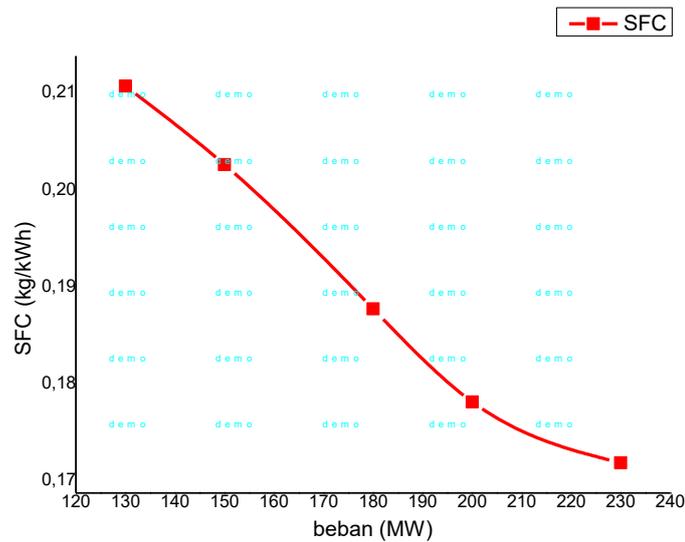
➤ Efisiensi Thermal



Gambar 4. Grafik Efisiensi Thermal Turbin Gas Terhadap Beban Operasi

Gambar 4 merupakan grafik hasil perhitungan efisiensi thermal turbin gas pada setiap beban operasinya. Dari hasil tersebut ditunjukkan bahwa efisiensi thermal turbin gas sebesar 34,47% pada beban 130 MW, 35,84% pada beban 150 MW, 38,70% pada 180 MW, 40,78% pada beban 200 MW, dan 42,26% pada beban 230 MW. Semakin tinggi beban operasi maka semakin tinggi efisiensi thermal.

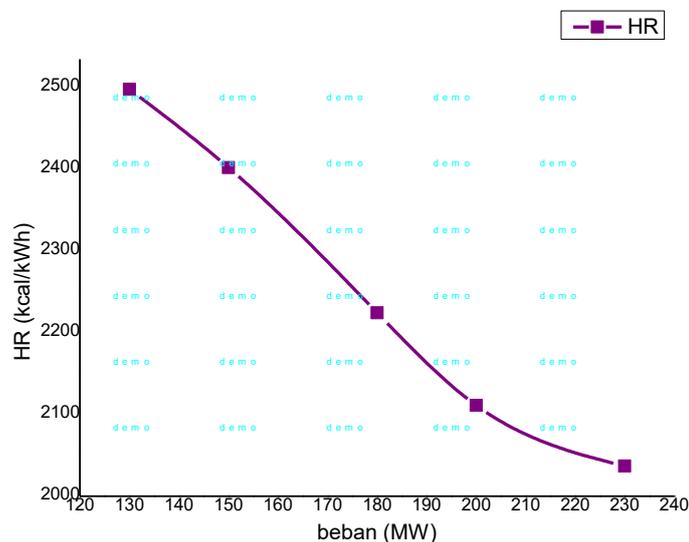
➤ *Specific Fuel Consumption*



Gambar 5. Grafik *Specific Fuel Consumption* Terhadap Beban Operasi

Gambar 5 merupakan grafik hasil perhitungan *Specific Fuel Consumption* (SFC) turbin gas pada setiap beban operasinya. Dari hasil tersebut ditunjukkan SFC turbin gas sebesar 0,2107 kg/kWh pada beban 130 MW, 0,2026 kg/kWh pada beban 150 MW, 0,1877 kg/kWh pada 180 MW, 0,1781 kg/kWh pada beban 200 MW, dan 0,1718 kg/kWh pada beban 230 MW. Semakin tinggi beban operasi maka semakin rendah penggunaan bahan bakarnya.

➤ *Heat rate*



Gambar 6. Grafik *Heat rate* Terhadap Beban Operasi

Gambar 6 merupakan grafik hasil perhitungan *Heat rate* (HR) turbin gas pada setiap beban operasinya. Dari hasil tersebut ditunjukkan bahwa HR turbin gas sebesar 2495,142 kcal/kWh pada beban 130 MW, 2399,409 kcal/kWh pada beban 150 MW, 2222,079 kcal/kWh pada 180 MW, 2108,917 kcal/kWh pada beban 200 MW, dan 2034,725 kcal/kWh pada beban 230 MW. Semakin tinggi bebannya maka pemanfaatan bahan bakar semakin baik.

4. KESIMPULAN

- Berdasarkan pengolahan data dan perhitungan efisiensi thermal didapatkan bahwa semakin tinggi beban operasi suatu turbin gas maka semakin tinggi nilai efisiensi thermalnya
- Dari hasil perhitungan *heat rate* pada turbin ditunjukkan bahwa semakin tinggi efisiensi thermal pada suatu turbin gas maka *heat rate* dari turbin tersebut semakin rendah sehingga pemanfaatan energi pada bahan bakar semakin efisien.
- Untuk penggunaan bahan bakar ditunjukkan bahwa semakin tinggi beban operasi suatu turbin gas maka semakin rendah konsumsi bahan bakar untuk setiap daya yang dihasilkan.
- Pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa, semakin tinggi beban operasi turbin gas maka performa suatu turbin gas semakin baik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ESDM, "Program 35.000 MW," *esdm*, 2017. [Online]. Available: www.esdm.go.id. [Accessed: 04-Jun-2017].
- [2] LIPI, "35.000 MW Untuk Indonesia," *LIPI*, 2017. [Online]. Available: lipi.go.id. [Accessed: 04-Jun-2017].
- [3] O. C. Inspection, "ANALISA EFISIENSI TURBIN GAS UNIT 1 SEBELUM DAN SETELAH OVERHAUL COMBUSTOR INSPECTION DI PT PLN (PERSERO) SEKTOR PEMBANGKITAN PLTGU CILEGON," vol. 12, no. 2, pp. 50–57, 2016.
- [4] M. J. dan H. N. S. Moran, *Fundamental of Engineering Thermodynamics*. New York: Wiley & Sons, Inc, 1998.
- [5] *Indonesia / PT PLN Muara Karang Gas Power Plant Project INSTRUCTION INSTRUCTION OF OF MITSUBISHI MITSUBISHI GAS GAS TURBINE*. 2010.
- [6] F. L. Firmansyah, "ANALISA PERBANDINGAN PERFORMA TURBIN GAS PLTGU," 2017.

**SIMULATOR PERUBAHAN BEBAN PADA GUIDE VANE PLTA DENGAN
MENGUNAKAN KONTROL PNEUMATIK****Wahyu Hidayat¹, Agus Sukandi²**¹Program Studi Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri JakartaJl. Prof.DR. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok, 16424 . Indonesia
Telp: (021) 7270036, 7270044, Faks. (021) 7270034

Email: wahyuepoy11@gmail.com

²Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta**Abstrak**

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sudah bukan hal yang baru, disetiap industri dituntut kerja cepat dan tepat dalam memenuhi kebutuhan. Untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut, tidak cukup hanya mengandalkan tenaga manusia saja, tetapi juga teknologi dan pengontrol yang lebih maju. Pneumatik saat ini memegang peranan penting dalam pengembangan teknologi otomasi, di samping hidrolik dan elektronik. Kurangnya peralatan praktikum yang menggunakan kontrol pneumatik dan sangat minimnya pemeliharaan praktikum turbin air di Laboratorium Energi Politeknik Negeri Jakarta menyebabkan rusaknya beberapa komponen. Salah satu komponen turbin air yang mengalami kerusakan ialah ulir karena kurangnya pelumasan mengakibatkan ulir yang berfungsi untuk mengatur guide vane (sudu atur) pada sisi air masuk ke turbin. Penggunaan silinder pneumatik dapat dikembangkan untuk kontrol simulator pembangkit listrik tenaga air sebagai aktuator terhadap perubahan beban guide vane. Dengan sistem pneumatik untuk mengatur guide vane (sudu atur) pada sisi air masuk ke turbin.

Metodologi yang diterapkan meliputi perancangan, studi literatur, persiapan peralatan, pembuatan simulator pneumatik pada kontrol perubahan beban terhadap bukaan guide vane, pengujian simulator pneumatik, dan analisa perhitungan. Hasil dari simulator ini adalah Pneumatik berhasil mengontrol perubahan beban guide vane dengan penggerak silinder aktuator double acting untuk menjaga kestabilan beban (Hz) dan menjaga putaran turbin (rpm) menjadi tetap. Penggerak pneumatik dapat bekerja dengan cara merespon sinyal output dari perubahan beban dalam mengatur pembukaan guide vane.

Kata kunci : Simulator, pneumatik, silinder double acting , guide vane**Abstract**

The development of science and technology is not a new thing, every industry is demanded fast and appropriate work in meeting the needs. To be able to meet these needs, not enough just rely on human labor alone, but also technology and more advanced controller. Pneumatics currently plays an important role in the development of automation technology, in addition to hydraulics and electronics. The lack of practicum equipment using pneumatic controls and the lack of maintenance of a hydro power plant practicum at the Polytechnic State of Jakarta Energy Laboratory caused the destruction of some components. One component water turbine damaged is threaded because of a lack of lubrication resulting in a threaded that serves to set guide vane with water entered turbine. The use of pneumatic cylinders can be developed to control the hydroelectric power plant simulator as an actuator to the change in guide vane load. With a pneumatic system to set the guide vane on the water side into the turbine.

The methodologies include designing, literature study, equipment preparation, pneumatic simulator making on load change control of guide vane openings, pneumatic simulator testing, and calculation analysis. The result of this simulator is Pneumatic managed to control the change of guide vane load with cylinder double acting to keep the stability of the load (Hz) and keep the turbine rotation (rpm) fixed. The pneumatic actuator may act by responding to the output signal of the load changes in the ordering of the opening of the guide vane.

Keyword: Simulator, pneumatic, cylinder double acting , guide vane

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan laju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sudah bukan hal yang baru di bidang industri. Di dalam setiap industri dituntut kerja cepat dan tepat dalam memenuhi kebutuhan. Untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut, tidak cukup hanya mengandalkan tenaga manusia saja, tetapi juga teknologi dan pengontrol yang lebih maju. Saat ini banyak peralatan – peralatan industri yang sudah dilengkapi dengan peralatan yang serba otomatis, baik itu peralatan bekerja secara mekanik, elektrik, hidrolik maupun pneumatik.

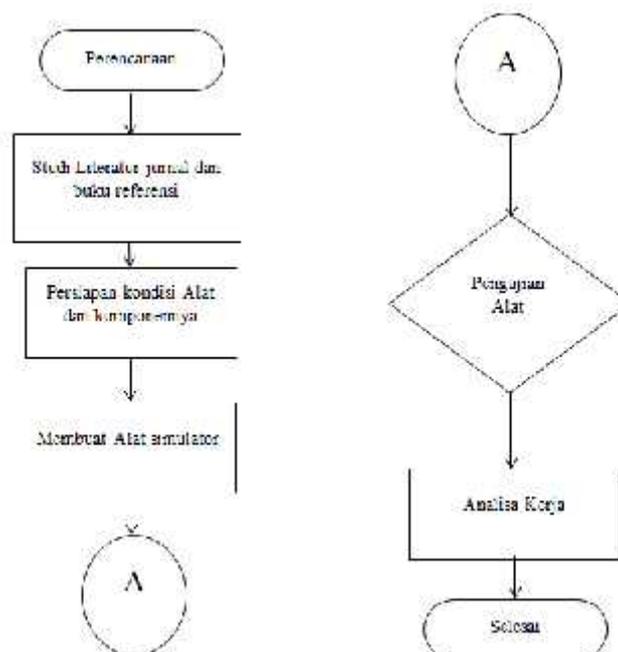
Kehandalan sistem pneumatik memiliki kelebihan di antaranya adalah tidak mengotori lingkungan sekitar yang mengakibatkan licin. Selain itu sistem ini tidak mahal dibandingkan sistem hidrolik, perawatan dan perbaikannya tidak sulit jika dibandingkan dengan sistem hidrolik dan motor listrik. Penggunaan udara yang dimampatkan dalam sistem pneumatik memiliki beberapa keuntungan antara lain ketersediaan yang tak terbatas, mudah disalurkan, pemindahan daya dan kecepatan sangat mudah diatur, dapat disimpan dan mudah dimanfaatkan[1].

Kurangnya peralatan praktikum yang menggunakan kontrol pneumatik dan minimnya pemeliharaan simulator PLTA di Laboratorium Energi Politeknik Negeri Jakarta menyebabkan rusaknya beberapa komponen. Salah satu komponen simulator PLTA yang mengalami kerusakan ialah ulir karena kurangnya pelumasan mengakibatkan ulir tidak dapat berfungsi untuk mengatur *guide vane* (sudu atur) pada sisi air masuk ke turbin. Pengendalian *guide vane* pada simulator PLTA di laboratorium ini dilakukan secara manual.

Terlepas dari itu, penggunaan silinder pneumatik dapat dikembangkan untuk kontrol pembangkit listrik tenaga air sebagai aktuator dalam skala laboratorium terhadap perubahan beban *guide vane*. Dengan sistem pneumatik untuk mengatur *guide vane*. Salah satu cara untuk menanggulangi masalah tersebut penulis terinspirasi membuat model simulator perubahan beban pada *guide vane* dengan menggunakan controller pneumatik untuk skala laboratorium. Sehingga dengan adanya sistem kontrol pneumatik diharapkan perubahan gerak *guide vane* lebih optimal. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis melakukan analisis kestabilan sistem pada silinder pneumatik supaya silinder bekerja secara halus saat beroperasi normal untuk membuka *guide vane* apabila terjadi perubahan beban. Dari hasil analisis kestabilan sistem ditunjukkan dapat mengaplikasikan sistem kontrol pneumatik pada pengaturan pembukaan *guide vane*.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Perancangan



Gambar 1 Diagram Alir Metode Penelitian

Perancangan berupa desain gambar, menentukan komponen yang dibutuhkan. Metode penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini terbagi ke dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

2.2. Studi Literatur

Mencari sumber referensi dari beberapa jurnal dan Buku – buku tentang pneumatik sebagai berikut:

2.2.1. Pneumatik

Istilah pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu *'pneuma'* yang berarti napas atau udara. Istilah pneumatik selalu berhubungan dengan teknik penggunaan udara bertekanan, baik tekanan di atas 1 atmosfer maupun tekanan di bawah 1 atmosfer (*vacum*). Sehingga pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan (udara kempa)[2]. Pneumatik merupakan ilmu yang mempelajari teknik pemakaian udara bertekanan. Sistem udara bertekanan merupakan upaya mengendalikan aktuator baik berupa silinder maupun motor pneumatik, agar dapat bekerja sebagaimana yang diharapkan[3]. Karena komponen utamanya yaitu udara, dalam sistem pneumatik berlaku persamaan gas ideal, dapat dihitung menurut rumus sebagai berikut :

2.2.2. Katup – katup Pneumatik

Katup berfungsi untuk mengatur atau mengendalikan arah udara kempa yang akan bekerja menggerakkan aktuator[3].

1. Jenis – Jenis Katup Pengarah

Katup kontrol arah, mengontrol sinyal udara yang lewat dengan cara membangkitkan, mengubah, atau mengalihkan sinyal. Dalam bidang teknologi kontrol ukuran dan konstruksi katup tidak kalah penting dibandingkan dengan pembangkitan sinyal dan cara aktifnya. Konstruksi dari katup kontrol arah ada 2 macam yaitu :

A. Katup jenis poppet

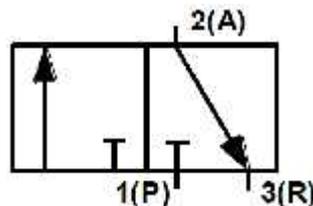
Untuk laju aliran yang rendah dan biasanya digunakan sebagai sinyal masukan dan sinyal pengolah.

B. Katup jenis geser

Jenis katup geser mampu memberikan aliran yang lebih besar, sehingga memungkinkan katup ini berfungsi sebagai pengontrol daya dan aktuator.

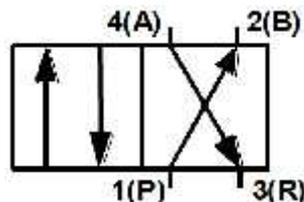
Jenis – jenis katup jenis geser yaitu :

1. Katup 3/2 way :



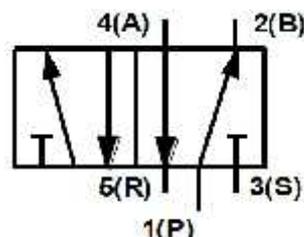
Gambar 2 Komponen dan simbol dari 3/2 way valve [4]

2. Katup 4/2 way :



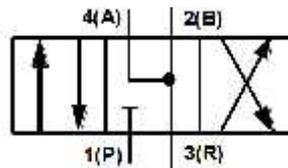
Gambar 3 Komponen dan simbol dari 4/2 way valve [4]

3. Katup 5/2 way :



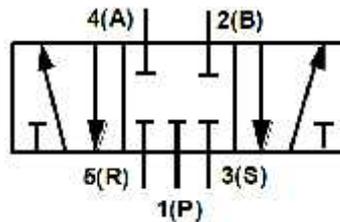
Gambar 4 Komponen dan simbol dari 5/2 way valve [4]

4. Katup 4/3 way :



Gambar 5 Komponen dan simbol dari 4/3 way valve [4]

5. Katup 5/3 way



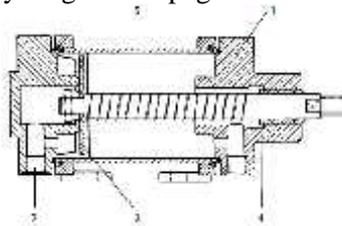
Gambar 6 Komponen dan simbol dari 5/3 way valve [4]

2.2.3. Silinder Pneumatik

Silinder penggerak dapat dibedakan menjadi:

1. Silinder Kerja Tunggal

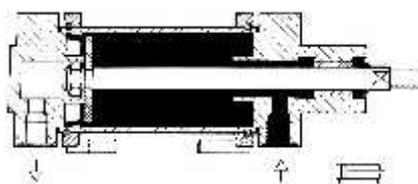
Silinder kerja tunggal hanya mendapat suplai udara dan memberikan tenaga pada satu sisi saja untuk mengembalikan ke posisi semula biasanya digunakan pegas.



Gambar 7 Silinder Kerja Tunggal [5]

2. Silinder Kerja Ganda

Silinder Kerja Ganda apabila langkah kerja terjadi pada kedua belah sisi piston, jadi udara mampat mendorong pada sisi depan maupun sisi belakang secara bersamaan.



Gambar 8 Silinder Kerja ganda [5]

2.3. Persiapan Kondisi Alat

Setelah melakukan proses mencari studi literatur, langkah selanjutnya adalah persiapan kondisi alat pneumatik, kontrol pneumatik digunakan karna tenaga yang dibutuhkan untuk membuka guide vane tidak terlalu besar untuk simulator. Persiapan kondisi alat yaitu meliputi pemeriksaan kompresor, katup – katup pneumatik, silinder pneumatik dan penunjang komponen penunjang seperti selang - selang udara.

2.4. Membuat dan Menguji Alat Simulator

Pada tahap ini setelah siap kondisi alat, maka tahap selanjutnya merakit rangkaian pneumatik menjadi sebuah simulator kontrol perubahan beban pada guide vane PLTA. Dengan menghubungkan silinder pneumatik dengan guide vane untuk menjaga putaran turbin serta menjaga beban tetap stabil. Kemudian menguji alat simulator untuk mengetahui kestabilan respon dari kontrol pneumatik.

2.5. Pengambilan Data

Dilakukan pengambilan data berupa langkah jarak silinder, tekanan yang dihasilkan dan waktu yang di perlukan.

2.6. Pengolahan Data

Jika data yang dikumpulkan telah cukup, maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut;

- Hukum Boyle

$$PV = nRT = \text{konstan} \quad \text{[Persamaan 1] [6]}$$

Dengan:

P : Tekanan Udara [Pa]

V : Volume Udara [m³]

n : Jumlah mol gas

T : Temperatur [K]

R : Konstanta gas

- Hukum Pascal

$$F = A \cdot P \quad \text{[Persamaan 2] [3]}$$

Dimana:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{[Persamaan 3] [3]}$$

- Gaya Piston

Secara teoritis Silinder Kerja Tunggal dapat dihitung menurut rumus sebagai berikut :

Gaya Silinder Kerja Tunggal:

$$F = \left(D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P \right) - f \quad \text{[Persamaan 4] [3]}$$

Keterangan :

F : Gaya Piston [N]

f : Gaya Pegas [N]

D : Diameter Piston [m]

A : Luas Penampang Piston yang dipasang [m²]

P : Tekanan [Pa]

Gaya Silinder Kerja Ganda dapat dirumuskan sebagai berikut :

Langkah Maju :

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P \quad \text{[Persamaan 5] [3]}$$

Langkah Mundur:

$$F = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P \quad \text{[Persamaan 6] [3]}$$

Keterangan :

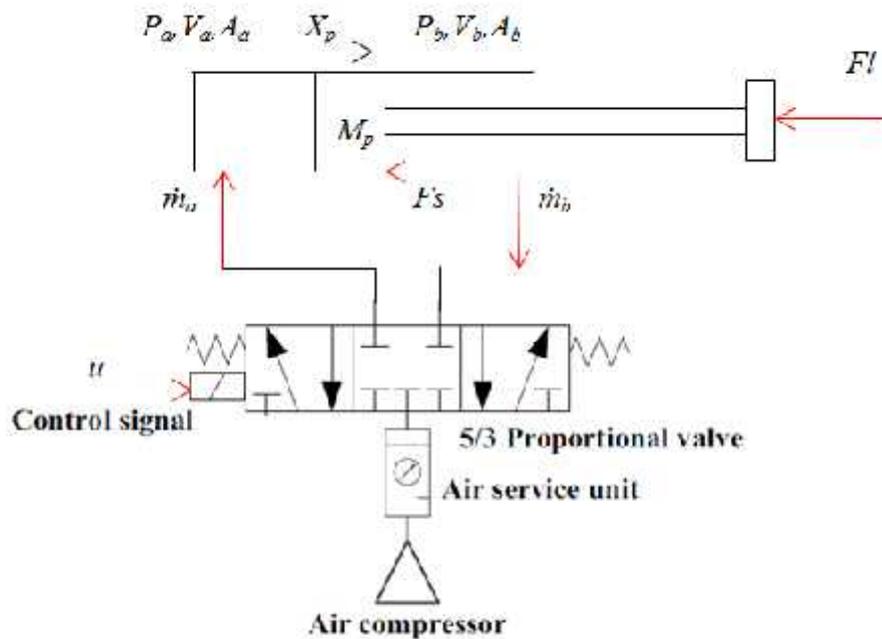
F : Gaya Piston [N]

D : Diameter Piston [m]

d : Diameter batang Piston [m]

P : Tekanan [Pa]

- Model Matematik



Gambar 9 Model Sistem Pneumatik

$$\begin{aligned}
 X_p &= V_p \\
 \dot{X}_v &= -\frac{1}{\tau_v} X_v + \frac{k_v}{\tau_v} u \\
 v_p &= \frac{1}{M} (-b v_p + A_a P_a - A_b P_b - F_s - F_l) \\
 V_a &= V_{a0} + A_a X_p \\
 V_b &= V_{b0} - A_b X_p
 \end{aligned}$$

[Persamaan 7]

Keterangan :

- X_p : Posisi Piston
- v_p : Kecepatan piston
- b : Koefisien kerapatan
- V : Volume silinder
- A : Luas penampang
- v : Posisi valve spool
- F_s : Gaya gesek
- F_l : Gaya luar
- τ_v : Waktu tempuh

$$\begin{aligned}
 \dot{m} &= P u \cdot C(X_v) \cdot \rho \\
 \dot{m} &= k X_v
 \end{aligned}$$

[Persamaan 8]

Keterangan :

- ρ : Massa alian

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Proses Identifikasi Sistem

Sistem merupakan ordo 1 dapat didekati dengan persamaan

$$Fl = G(s)U(s) - dt(s)X(s)$$

$$G(s) = \frac{K}{\tau s + 1}$$

Keterangan:

K : Konstanta

diasumsikan nilai K = 4

: Waktu Tempuh

3.2. Desain Kontroler

Persamaan Plant

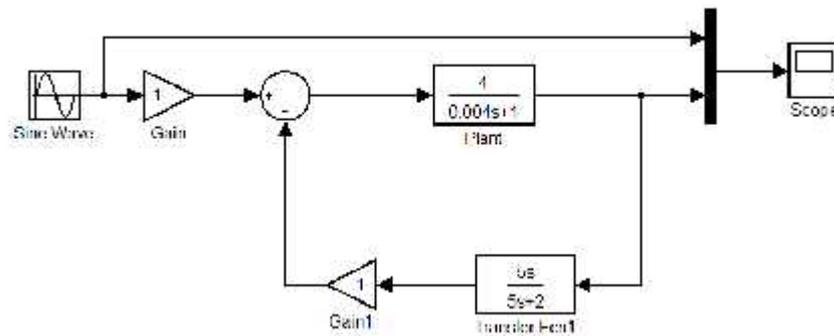
$$G(s) = \frac{4}{0,004s + 1}$$

Menentukan nilai Kp

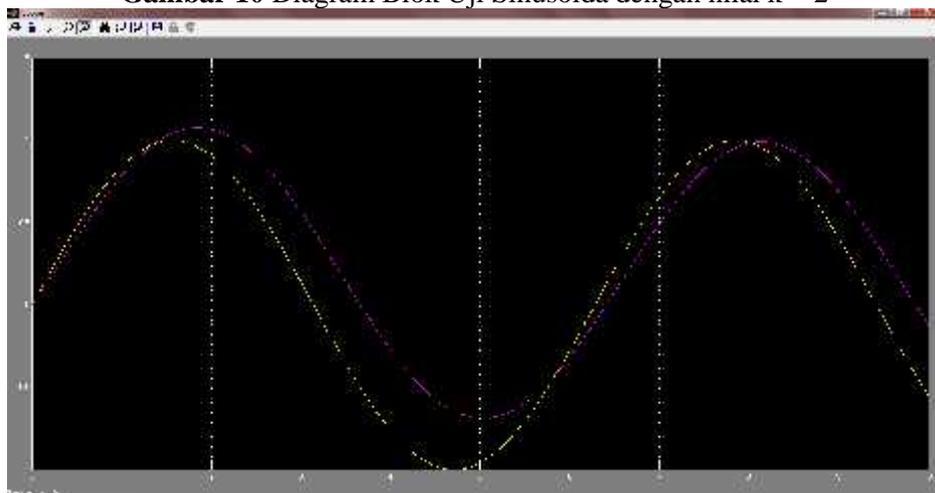
$$Kp = \frac{1}{\tau \cdot K} = \frac{0,004}{0,002 \cdot 4} = 0,5$$

Dimana τ^f yang diinginkan ialah 0,002

3.3. Pengujian Simulasi Matlab Dengan Uji Gelombang Sinusoida



Gambar 10 Diagram Blok Uji Sinusoida dengan nilai k = 2



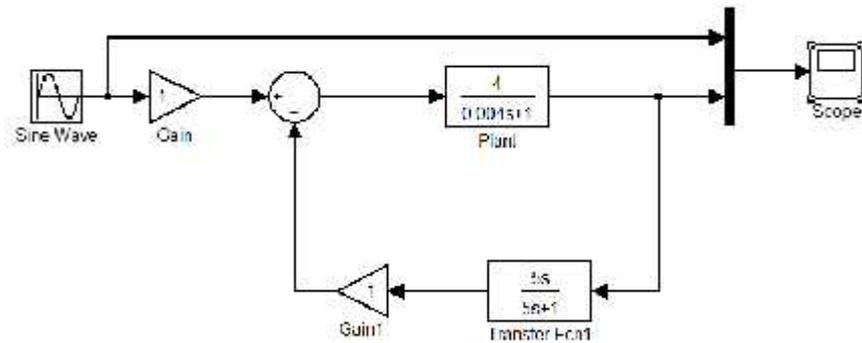
Gambar 11 Respon Plant Pressure dengan uji sinusoida

Keterangan Scope Respon:

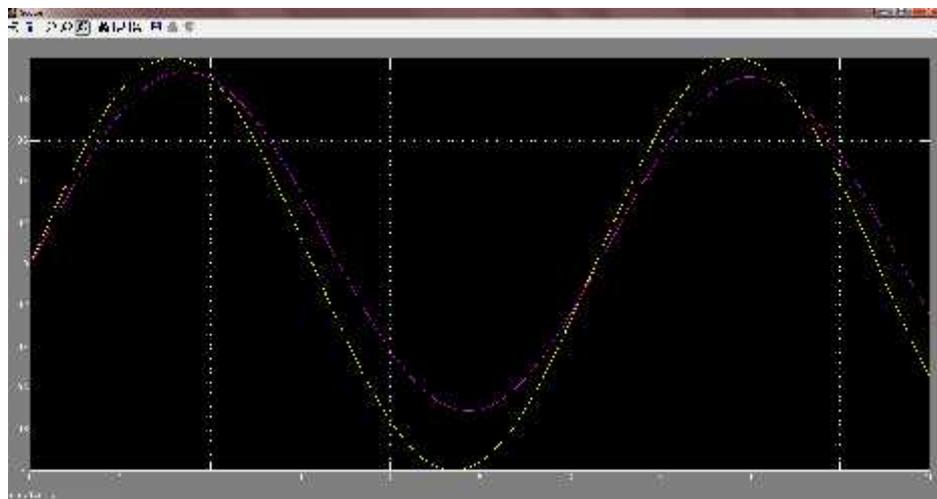
: Nilai Set Point

: Nilai Respon

Pada Gambar 11 menunjukan bahwa nilai respon sangat baik sekali karena gelombang respon sudah mengikuti nilai gelombang set point.



Gambar 12 Diagram Blok Uji Sinusoida dengan nilai $k=1$



Gambar 13 Respon *Plant Pressure* dengan uji sinusoida

Keterangan Scope Respon:

- : Nilai Set Point
- : Nilai Respon

Pada Gambar 11 menunjukan bahwa nilai respon masih baik karena gelombang respon cukup mengikuti nilai gelombang setpoint.

IV. Kesimpulan

1. Semakin gelombang sinusoida *output* mendekati *trend* gelombang sinusoida set point maka semakin stabil nilai respon.
2. Penggerak pneumatik dapat bekerja dengan cara merespon sinyal output dari perubahan tekanan terhadap set point dalam mengatur pembukaan maupun menutup guide vane.
3. Pneumatik dapat di aplikasikan untuk membuka bukaan *guide vane* ketika respon *plant pressure* yang mengikuti nilai set point sama dengan gelombang set poitnnya.

V. Daftar Pustaka

- [1] R. Syam and A. H. Muchsin, "DESIGN OF MODEL EXCAVATOR WITH PNEUMATIC SYSTEM Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Alamat Korespondensi : Irdam Jurusan Mesin Akademi Teknik Soroako."
- [2] M. I. Saruna, R. Poeng, J. Rantung, T. Mesin, U. Sam, and R. Manado, "ANALISIS SISTEM PENGGERAK PNEUMATIK ALAT ANGKAT KENDARAAN NIAGA KAPASITAS 2 TON," pp. 1–8, 2013.

-
- [3] S. M. Taribuka; and A. N. Hatuwe, "PERENCANAAN INSTALASI KONTROL PNEUMATIK MENGGUNAKAN METODE CASCADE PADA ALAT PELUMATAN TANAH LIAT SEBAGAI BAHAN DASAR BATU BATA MERAH."
- [4] Sudaryono, *Pneumatik & Hidrolik*. Malang: Kementerian Pendidikan & Kebudayaan, 2013.
- [5] A. Setiawan, Sumardi, and I. Setiawan, "Perancangan Lengan Robot Pneumatik Pemindah Plat Programmable Logic Controller," *Univ. Diponegoro*, 2004.
- [6] D. Sawitri, Y. Susatio, and B. Trisnanto, "Pemodelan Active Magneto-Pneumatics Suspension Sistem Shock Absorber Berbasis Magnet Nd-Fe-B sebagai Pengganti Sistem Pegas pada Kendaraan Bermotor," 2013.

SIMULATOR SISTEM KONTROL *PNEUMATIC* BERBASIS ARDUINO PADA *GUIDE VANE* TURBIN FRANCIS

Ainun Nidhar¹, Cecep Slamet Abadi¹, Sonki Prasetya¹

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Kampus Baru UI Depok, 16425. Indonesia

Tel: (62-21) 7863530, Fax: (62-21) 7863530

ainun_xb@yahoo.com

Abstrak

Potensi air di Indonesia yang sangat besar telah digunakan sebagai sumber energi listrik (12.485.856 GWh) dan menempati peringkat ketiga yaitu 7,8% setelah batu bara (54,625%) dan gas (26,019%). Komponen utama dari sebuah PLTA ialah turbin air. Dari beberapa tipe turbin air, turbin francis adalah jenis yang paling sering digunakan, karena turbin ini bekerja maksimal pada head yang tinggi dan debit air yang rendah. Parameter penting yang dikendalikan pada PLTA umumnya ialah putaran dan frekuensi dari turbin-generator yang diatur secara otomatis dengan menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) melalui guide vane. Guide vane sendiri berfungsi sebagai pintu pengatur debit air yang akan memutar sudu turbin sehingga putaran turbin-generator dan frekuensi yang dihasilkan dapat dikendalikan. Laboratorium Konversi Energi di Politeknik Negeri Jakarta memiliki simulator PLTA yang menggunakan jenis turbin francis. Namun, pengendalian guide vane pada turbin francis skala laboratorium ini masih dilakukan secara manual, sehingga perlu dilakukan otomasi bukaan guide vane secara otomatis menggunakan kontroler agar sesuai dengan kondisi nyata di PLTA. Selain mengetahui hubungan antara input dan output sistem melalui proses analisis dan karakterisasi kondisi nyata, hasil dari rancang bangun ini adalah kontroler Arduino sebagai pusat pengendali sistem dapat menerima sinyal pembacaan putaran sebesar 187,5 RPM sebagai nilai input. Selanjutnya kontroler difungsikan untuk memproses sekaligus mengirimkan sinyal tersebut menuju silinder pneumatic agar dapat mengatur posisi bukaan guide vane. Pada saat putaran yang terbaca bernilai < 187,5 RPM, maka silinder memperbesar bukaan guide vane sedangkan saat putaran > 187,5 RPM silinder mengurangi bukaan guide vane sehingga nilai putaran sesuai dengan set point.

Kata kunci : Turbin Francis, Guide Vane, Arduino, RPM

Abstract

The big hydropower potential in Indonesia has been used as electricity energy source (12.485.856 GWh) and occupies the third rank (7,8%) after coal (54,625%) dan gas (26,019%). The main component of an Hydro Electric Power Plant (HEPP) is a water turbine. From several type of water turbine, francis turbine is the most widely used, because this turbine type works optimally on high head and low water flow. The critical parameter which controlled in HEPP is rotation per minutes and frequency from turbine-generator which controlled automatically by PLC (Programmable Logic Controller) through a guide vane. Guide vane itself works as water flow controller which rotates the turbine blade so the turbine-generator rotation and frequency can be controlled. Energy Conversion Engineering laboratory at Politeknik Negeri Jakarta has HEPP simulator using francis turbine. But, guide vane controls for francis turbine in laboratory scale still done manually, so it is necessary to do an automation for guide vane opening automatically through the controller which based on real condition at HEPP. In addition to know about correlation between input and output from the system through analisis process and real condition characteristic, the results from this design is an Arduino controller as central control system and can receive rotation signal reading from x187,5 RPM as input value. And then the controller will process and send the signal to pneumatic cylinder in order to control the guide vane opening. When rotation measurements value is < 187,5 RPM, the cylinder will increase the guide vane opening, but when rotation measurements value is > 187,5 RPM, the cylinder will decrease the guide vane opening so the rotation value will be same as its set point.

Keyword : Francis Turbine, Guide Vane, Arduino, RPM

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Potensi energi air di Indonesia yang digunakan sebagai sumber energi listrik. Pada tahun 2016 jumlah produksi listrik dari energi air sebesar 12.485.856 GWh atau sebesar 7,8% dari produksi total energi listrik, menempati peringkat ketiga setelah batu bara (54,625%) dan gas (26,019%) [1]. Dengan besarnya potensi energi air, maka meningkat pula pembangunan PLTA. Komponen utama dari sebuah PLTA ialah turbin air. Turbin air francis menjadi salah satu tipe yang sering digunakan, dikarenakan turbin ini bekerja maksimal pada *head* yang tinggi dan debit air yang rendah [2].

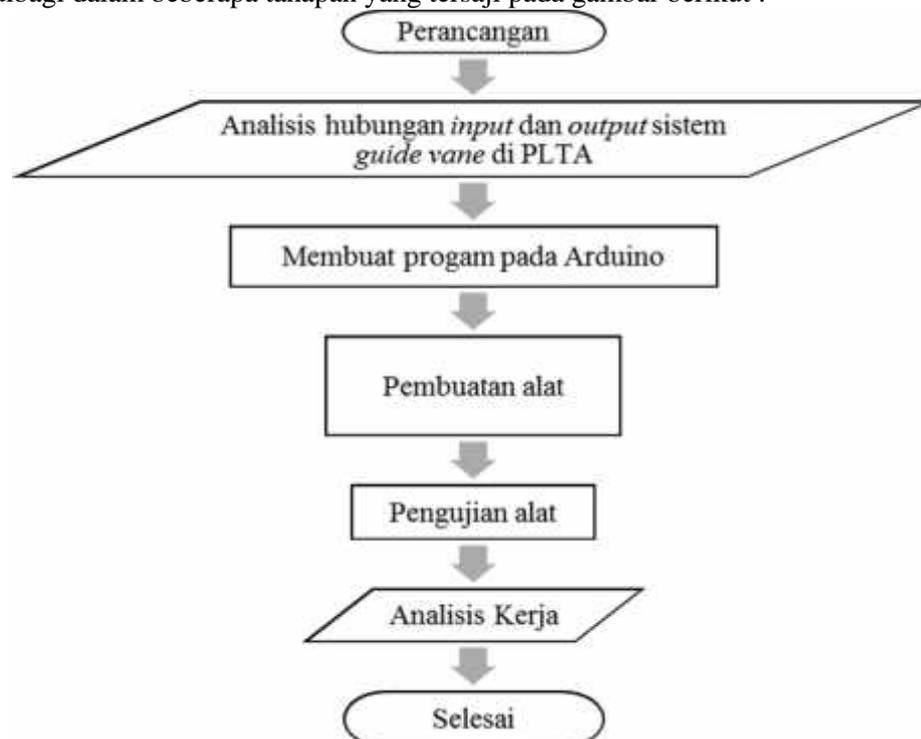
Parameter penting yang dikendalikan pada PLTA umumnya ialah putaran dan frekuensi dari turbin-generator yang diatur otomatis menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) melalui *guide vane* yang berfungsi sebagai pintu pengatur debit air yang akan memutar sudu turbin, sehingga putaran turbin-generator yang dihasilkan bernilai konstan.

Laboratorium Konversi Energi di Politeknik Negeri Jakarta memiliki simulator PLTA yang menggunakan jenis turbin francis,. Namun, pengendalian *guide vane* pada turbin francis skala laboratorium ini masih dilakukan secara manual, sehingga perlu dilakukan otomatis bukaan *guide vane* secara otomatis menggunakan kontroler agar sesuai dengan kondisi nyata di PLTA. Simulator ini dikendalikan oleh mikro-kontroler Arduino, yang dipilih karena kontroler ini memiliki bahasa pemrograman yang relatif mudah, sudah memiliki sarana komunikasi USB, serta mikro-kontroler yang paling sering digunakan pada bidang elektronika dan instrumentasi [3].

Arduino pada simulator ini berfungsi untuk menerima, memproses dan mengirim sinyal kepada silinder *pneumatic* sebagai *actuator* untuk bergerak. Gerakan silinder *pneumatic* dan besarnya bukaan *guide vane*, bergantung dari daya *output* listrik yang ingin dihasilkan, sehingga nilai putaran turbin francis yang dihasilkan selalu bernilai konstan. Selain kontroler menggunakan Arduino, rancang bangun ini ditujukan untuk mengetahui hubungan antara *input* dan *output* sistem di PLTA melalui proses analisis dan karakterisasi.

II. METODE PENELITIAN

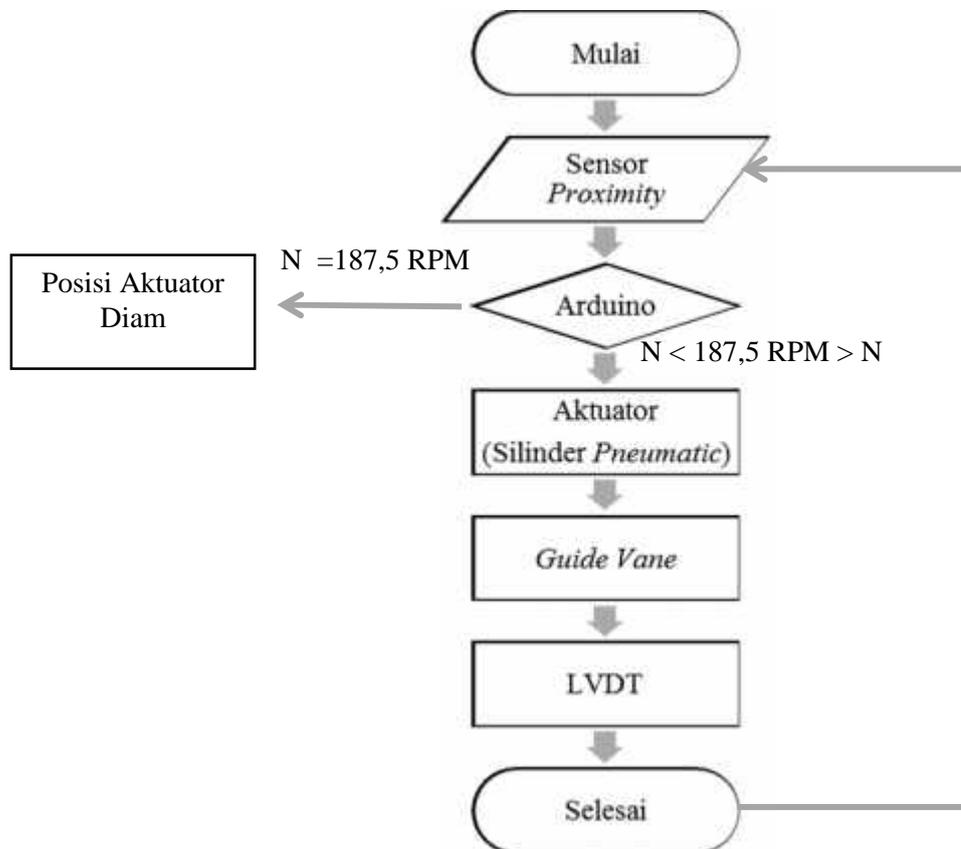
Penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan yang tersaji pada gambar berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

2.1. Perancangan

Perancangan berupa desain gambar, menentukan program yang akan dibuat, serta menentukan komponen yang dibutuhkan. Berikut diagram sistem kontrol *pneumatic* berbasis Arduino pada *guide vane* turbin Francis



Gambar 2. Diagram Sistem Kontrol

Sensor *proximity* berfungsi mendeteksi perbedaan jarak dari permukaan sensor dengan *magnet* yang ditempelkan pada permukaan poros turbin, yang akan dibandingkan dengan nilai jarak permukaan sensor dengan permukaan poros turbin. Selanjutnya hasil perbandingan tersebut dikirimkan kepada Arduino, dan dikonversi menjadi nilai putaran [RPM].

Di dalam program Arduino terdapat nilai *set point* putaran yang akan dibandingkan dengan nilai putaran hasil pembacaan pada turbin Francis. Apabila hasil perbandingan bernilai nol, maka silinder *pneumatic* akan tetap pada posisinya. Sedangkan jika hasil perbandingan bernilai kurang atau lebih dari nilai *set point*, maka Arduino memberi perintah pada silinder *pneumatic* untuk bergerak maju atau mundur, sehingga *guide vane* yang terkopel ikut bergerak.

Komponen kontrol yang digunakan pada simulator ini tersaji pada tabel berikut :

Tabel 1. Daftar Komponen Kontrol dan Spesifikasinya

Komponen	Spesifikasi	Jumlah
Arduino Mega2560	Atmega 2560	2 buah
Kabel	-	3 meter
LVDT (<i>Linear to Variable Differential Transformator</i>)	Midori Precisions No. R0429004	1 buah
Relay	Input 5 [V], Output 12 [V]	4 buah
Resistor		50 buah
Proximity Sensor	Autonics Model PR12 – 4DN	1 buah
Silinder Pneumatic		1 buah
Kompresor		1 unit
Selang Kompresor	8 [bar]	2 [meter]
Selang Udara	8 [bar]	20 buah
Motor AC	220 V	1 unit

2.2. Analisis Hubungan *Input* dan *Output* pada Sistem *Guide Vane* di PLTA

Analisis dilakukan untuk mengetahui nilai *set point* putaran turbin (sebagai *input*) yang digunakan PLTA Cirata, pada daya 25%, 50%, 75% dan 100%, serta hubungannya dengan bukaan *gate position* (*guide vane*).

2.3. Membuat Program Arduino

Program yang dibuat pada *software* Arduino ada dua, yaitu :

- Program pembacaan nilai kecepatan putaran [RPM] dari putaran turbin Francis menggunakan sensor *proximity*.
- Program untuk mengaktifkan *solenoid* pada silinder *pneumatic*, dengan *input* program ini merupakan hasil pembacaan dari program pembacaan putaran turbin francis. Dalam program ini, terdapat nilai *set point*, sebagai nilai batas toleransi untuk mengaktifkan *solenoid* yang akan menggerakkan silinder *pneumatic*. *Set point* yang digunakan bernilai $N < 187,5 \text{ RPM} > N$.

2.4. Pembuatan Alat

Simulator ini terdiri dari beberapa alat diantaranya *guide vane*, perakitan rangkaian listrik dan kontrol, serta perakitan silinder *pneumatic*.

2.5. Pengujian Alat

a. Program Pembacaan Putaran

```
int sensor = A0;
unsigned long start, stop, elapsed, period;
float frequency, rpm;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A0, INPUT);
}

void displayResult() {
  elapsed=stop-start;
  period=float(elapsed/1000);
  frequency=((1/period)*10^9);
  rpm=(frequency*60*1.81);
  Serial.print("elapsed = ");
  Serial.print(elapsed);
  Serial.println(" ms");
```

```
Serial.print("Period = ");
Serial.print(period);
Serial.println("s");
Serial.print(" f = ");
Serial.print(frequency);
Serial.println(" Hz");
Serial.print("n = ");
Serial.print(rpm);
Serial.println(" rpm");
}

void loop() {
  int baca = analogRead(sensor);
  if (start==0) {
    if (baca==1) {
      start=0;
    }
  }
  else {
```

```

if (baca==0)
  start=1;
}
}

if (start==1) {
  if (baca==0){
    start=millis();
    delay(500);
    Serial.println(" Started. . . ");
  }
  if (stop==1) {
    start=0;
    stop=0;
  }
}
}
}

else {
  if (baca==1)
    stop=millis();
    delay(500);
  }
  displayResult();
  stop=1;
}

```

Data yang diperlukan dalam pengujian simulator ialah :

- Putaran turbin yang terbaca
- Jarak perpindahan panjang lengan silinder
- Sudut bukaan *guide vane*

2.6. Analisis Kerja

Setelah melakukan pengujian dan mendapatkan data yang dibutuhkan, maka dilakukan analisis karakteristik dari simulator yang dibuat, lalu dibandingkan dengan data operasi PLTA.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

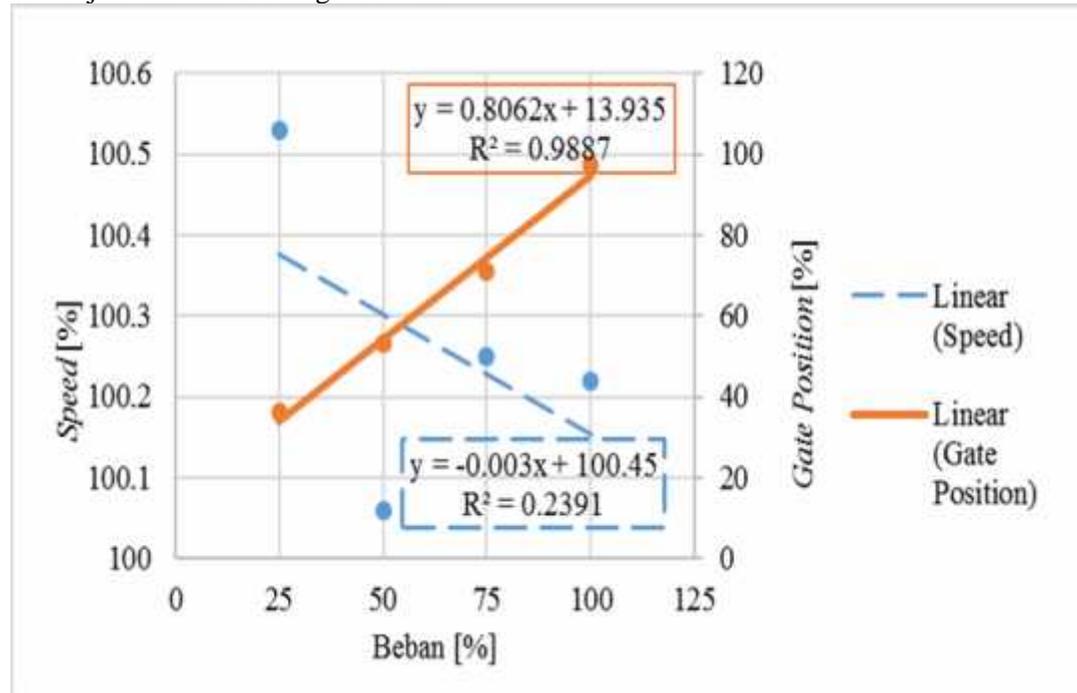
3.1. Analisis Hubungan *Input* dan *Output* pada Sistem *Guide Vane* di PLTA

Tabel 2. Data Operasi PLTA Cirata pada Masing-Masing Perubahan Beban [4]

Beban [%]	Daya Aktif [MW]	Speed [%]	Gate Position [%]
25	31,7	100,53	36,01
50	65,38	100,06	53,04
75	93,62	100,25	71,05
100	127,08	100,22	97,19

Data di atas merupakan data operasi PLTA Cirata Unit 7. Beban yang dimaksud ialah nilai daya aktif yang dihasilkan PLTA Cirata dalam bentuk prosentase. Nilai *speed*, merupakan nilai putaran turbin air – generator [RPM] yang disajikan dalam nilai prosentase. Sementara nilai prosentasi *gate position*, menandakan besar dan kecilnya bukaan *guide vane* yang dipengaruhi oleh daya aktif yang akan dihasilkan.

Data dari Tabel 2 dapat disajikan menjadi Gambar 3 sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Hubungan Speed terhadap Beban, dan Gate Position terhadap Beban

Dari Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin besar daya yang dibangkitkan [%] akan mempengaruhi putaran dari turbin, apabila daya besar maka putaran awalnya akan menjadi lebih lambat dari putaran *set pointnya* (187,5 RPM). Untuk menstabilkan putaran turbin, maka *gate position (guide vane)* akan diatur pembukaannya menjadi lebih besar.

Sebaliknya saat daya yang dihasilkan kecil, maka putaran turbin akan semakin cepat dari putaran *set point* (187,5 RPM), sehingga porsi bukaan *guide vane* harus diperkecil.

Dari data dan grafik di atas, maka hubungan *input* (putaran turbin francis) dan *output* (posisi bukaan *guide vane*) sistem kontrol ini adalah berbanding terbalik.

3.2. Hasil dari Program Pembacaan Putaran

```

COM4 (Arduino/Genuino Mega or Mega 2560)
n = 977.10 rpm
Started. . .
elapsed = 4254956715 ms
Period = 4294954s
f = 9.10 Hz
n = 977.40 rpm
Started. . .
elapsed = 4254956169 ms
Period = 4294954s
f = 9.10 Hz
n = 977.40 rpm
Started. . .
elapsed = 4254953624 ms
Period = 4294953s
f = 9.10 Hz
n = 977.40 rpm
Started. . .
elapsed = 4254950779 ms
Period = 4294953s
f = 9.10 Hz
n = 977.40 rpm
Started. . .
elapsed = 4254950703 ms
Period = 4294952s
f = 9.10 Hz
n = 977.10 rpm
Started. . .
elapsed = 4254951889 ms
Period = 4294951s
f = 9.10 Hz
n = 977.10 rpm
Started. . .
elapsed = 4254951443 ms
Period = 4294951s
f = 9.10 Hz
n = 977.40 rpm

```

Gambar 4. Tampilan Serial Monitor Arduino pada Program Pembacaan Putaran

IV. KESIMPULAN

- Semakin besar daya listrik yang dihasilkan, maka putaran turbin akan lebih lambat, sebaliknya putaran akan lebih cepat saat daya listrik yang dihasilkan kecil.
- Posisi bukaan *guide vane* akan lebih besar jika putaran turbin dibawah nilai *set point*.
- Posisi bukaan *guide vane* akan lebih kecil jika putaran turbin diatas nilai *set point*.
- Hubungan *input* (putaran turbin francis) dan *output* (posisi bukaan *guide vane*) sistem kontrol ini adalah berbanding terbalik.

e. Arduino dapat digunakan untuk membaca kecepatan putaran [RPM]

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. E. d. S. D. M. R. Indonesia, "Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1415 K/20/MEM/2017 Tentang Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT Perusahaan Listrik Negara (Persero) Tahun 2017 s.d 2026," K. E. d. S. D. M. R. Indonesia, Ed., ed. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2017, pp. IV-12.
- [2] A. P. Nursuhud Djati, *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta: Andi Offset, 2008.
- [3] M. Syahwil, *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Andi Offset, 2013.
- [4] A. Hydro, "Commissioning Report Unit 7 " PJB UP Cirata, Cirata18 Oktober 2013 2013.

ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR PLTG UNIT PEMBANGKITAN MUARA KARANG

Raflyandi Rahman¹, Belyamin², Arifia Eka Yuliana³

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Kampus Baru UI Depok, 16425, Indonesia,

Telp: (62-21) 7863530 / (62)85697783367, Fax: (62-21) 7863530

Email: raflyandi17@gmail.com

Abstrak

Penggunaan gas yang dominan selain untuk sektor industri adalah sektor pembangkit listrik sebesar 30%. Pembangkit yang menggunakan gas sebagai bahan bakar utama adalah Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Menggunakan mesin turbin gas sebagai penggerak generatornya, dengan prinsip kerja yang sederhana dimana energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi mekanis dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik. Komponen - komponen utama dalam PLTG adalah kompressor, turbin gas, ruang bakar dan generator. Siklus brayton digunakan untuk PLTG secara teoritis. Rendahnya efisiensi PLTG karena disebabkan antara lain konsumsi bahan bakar yang tinggi dan keluaran gas dari turbin juga masih memiliki suhu yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan efisiensi terhadap unit PLTG dibutuhkan pengendalian pengoperasian dan pembebanan unit PLTG yang optimal, besar pembebanan masing-masing unit serta nilai SFC untuk masing-masing pembangkit. Metode yang digunakan adalah perhitungan konsumsi spesifik bahan bakar, heat rate untuk menentukan titik optimal pola operasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengaruh penambahan daya yang dibangkitkan (beban) mengakibatkan penurunan konsumsi spesifik bahan bakar pada beban 95% sebesar 0.1669 menjadi 0.1886 pada beban 50%. Titik optimal pada beban puncak juga berpengaruh pada penurunan tara kalor sehingga didapat penghematan yaitu pada beban puncak.

Kata Kunci: Gas, PLTG, SFC, Heat Rate

Abstrack

The dominant use of gas in addition to the industrial sector is the power generation sector by 30%. The plant that uses gas as the main fuel is the Gas Power Plant (PLTG). Using a gas turbine engine as a generator driver, with a simple working principle where the heat energy generated from the fuel combustion process is converted into mechanical energy and then converted into electrical energy. The main components in the PLTG are compressor, gas turbine, combustion chamber and generator. The brayton cycle is used for theoretically the PLTG. The low efficiency of PLTG because it is caused, among others, high fuel consumption and gas output from the turbine also still has a high temperature. This research aims to make efficiency to PLTG unit, it is needed to control the operation and optimal load of PLTG unit, Scale of each unit load and SFC value for each unit. The method used is calculation of specific fuel consumption, heat rate to determine the optimal point of operation pattern. The results of the analysis show that the effect of increasing the generated power (load) resulted in a decrease in fuel-specific consumption at 95% load of 0.1669 to 0.1886 at 50% load. The optimum point at peak load also affects the reduction of heat rate so that the fuel savings obtained at the peak load.

Keyword : Gas, PLTG, SFC, Heat Rate

I. PENDAHULUAN

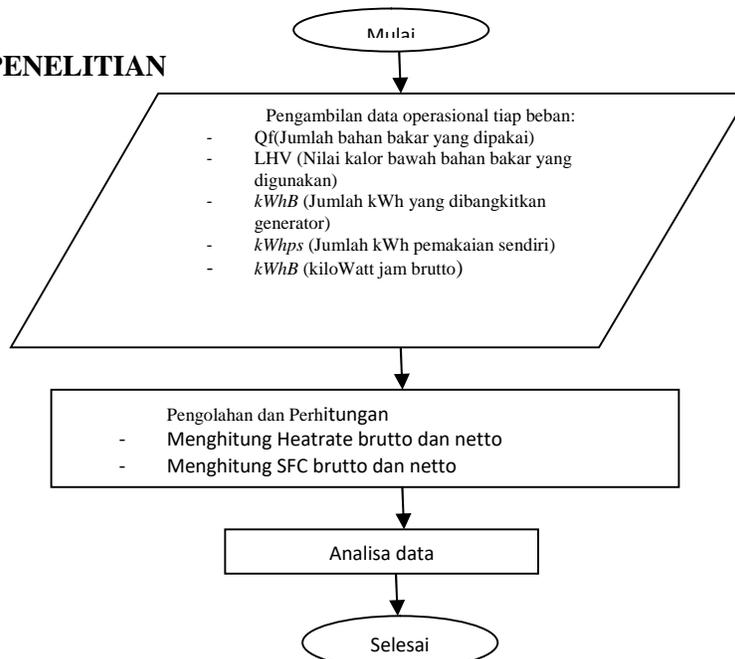
1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki cadangan gas alam sebesar 149,3 TSCF dan produksi per tahun mencapai 2,87 TSCF[1]. Produk dari gas alam yang digunakan adalah LPG (Liquid Petroleum Gas), CNG (Compressed Natural Gas), LNG (Liquid Natural Gas) dan Coal Bed Methane (CBM). Saat ini pangsa terbesar pemanfaatan gas adalah untuk sektor industri dengan pangsa mencapai 43% dari total pemanfaatan gas dan akan meningkat pada tahun 2050 menjadi 65%. Gas bumi di sektor industri selain untuk bahan bakar juga digunakan sebagai bahan baku. pengguna gas yang dominan selain sektor industry adalah sektor pembangkit listrik sebesar 30%[1].

Pada Sektor pembangkit Listrik, gas bumi dijadikan sebagai sumber bahan bakar terutama pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG). Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) merupakan sebuah pembangkit listrik yang menggunakan mesin turbin gas sebagai penggerak generatornya. Turbin gas dirancang dan dibuat dengan prinsip kerja yang sederhana dimana energi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar diubah menjadi energi mekanis dan selanjutnya diubah menjadi energi listrik[2]. Salah satu variabel yang menjadi penentu biaya produksi adalah biaya bahan bakar. Dengan mengetahui penggunaan bahan bakar (SFC) masing-masing pembangkit maka dapat menentukan jumlah dan kapasitas pembangkit yang akan dioperasikan serta besaran pembebanan untuk memperoleh pola pengoperasian yang optimum. Pengoperasian yang optimum diharapkan SFC pada unit pembangkit akan menjadi lebih hemat dan efisiensi biaya pembangkitan dapat tercapai[2]. Pada PLTG biaya bahan bakar gas yang dikeluarkan bergantung pada seberapa besar pemakaian gas itu sendiri, namun dikarenakan PLTG mempunyai efisiensi yang kecil pada beban rendah dan cara agar dapat menaikkan efisiensi PLTG yaitu dengan mencari titik optimal pemakaian bahan bakar dan pembebanan yang sesuai.

Perubahan beban yang terjadi pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) terjadi karena adanya permintaan dari P3B guna memenuhi kebutuhan pasokan listrik di daerah tersebut, besaran permintaan pasokan listrik beban puncak terjadi pada jam sibuk antara pukul 08.20 s/d 16.00. Perubahan beban ini dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar gas dan perubahan ke beban rendah dapat mempengaruhi efisiensi PLTG akibatnya bisa menimbulkan kerugian pada pembangkit itu sendiri. Untuk melakukan efisiensi terhadap masing-masing unit PLTG dibutuhkan pengendalian, pengoperasian, dan pembebanan unit PLTG yang optimal guna mendapat nilai SFC dan Heat Rate yang optimal. Untuk itu diperlukan penelitian ini guna mengetahui pengaruh beban dengan konsumsi bahan dan heat rate sehingga menekan angka kerugian.

II. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian program konsumsi spesifik bahan bakar ini dilakukan di PT. Pembangkitan Jawa Bali Unit Pembangkitan Muara Karang Blok 2. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data operasional PLTG berupa Q_f , kWh brutto, pemakaian sendiri pada beban 60%, 70%, dan 95% (beban puncak). Kemudian data diolah dan dihitung untuk didapatkan nilai dari konsumsi bahan bakar brutto, netto, tara kalor (*heatrate*) brutto dan netto pada masing-masing beban.

2.2. Perhitungan Konsumsi Spesifik Bahan Bakar

Specific fuel consumption adalah rasio perbandingan total konsumsi bahan bakar terhadap daya listrik yang dibangkitkan dalam sebuah industri pembangkitan listrik, digunakan sebagai salah satu cara untuk mengetahui efisien sebuah pembangkit listrik dan untuk mengetahui nilai kalor bahan bakar yang digunakan untuk pembakaran. Berdasarkan SPLN No. 80 tahun 1989, persamaan yang digunakan untuk menghitung konsumsi spesifik bahan bakar adalah sebagai berikut:

1. Pemakaian bahan bakar spesifik brutto (SFC_B) [3]

$$SFC_B = \frac{Q_f}{kWh_B} \dots\dots\dots \text{[Persamaan 1]}$$

2. Pemakaian bahan bakar netto (SFC_N)

$$SFC_N = \frac{Q_f}{kWh_B - kWh_{ps}} \dots\dots\dots \text{[Persamaan 2]}$$

Dengan,

Q_f : Jumlah bahan bakar yang dipakai.

LHV : Nilai kalor bawah bahan bakar yang digunakan (dalam kJ/ kg atau kKal/ kg).

kWh_B : Jumlah kWh yang dibangkitkan generator (dalam kWh).

kWh_{ps} : Jumlah kWh yang dibutuhkan untuk pemakaian sendiri (dalam kWh).

SFC_N : Spesifik Konsumsi bahan bakar netto

SFC_B : Spesifik Konsumsi bahan bakar brutto

2.3. Perhitungan Heat Rate

Heat Rate merupakan parameter yang digunakan untuk menilai efisiensi. Heat rate menunjukkan jumlah kalori/panas yang dibutuhkan untuk menghasilkan per kWh listrik dari generator. Semakin besar nilai Heat rate maka semakin jelek efisiensi power plan, dan sebaliknya semakin kecil nilai heat rate maka semakin efisien pembangkit listrik tersebut. Persamaan yang digunakan untuk menghitung tara kalor (*heat rate*) sebagai berikut:

1. Tara kalor brutto (HR_B) [3]

$$HR_B = SFC_B \times LHV \dots\dots\dots \text{[Persamaan 3]}$$

2. Tara kalor netto (HR_N)

$$HR_N = SFC_N \times LHV \dots\dots\dots \text{[Persamaan 4]}$$

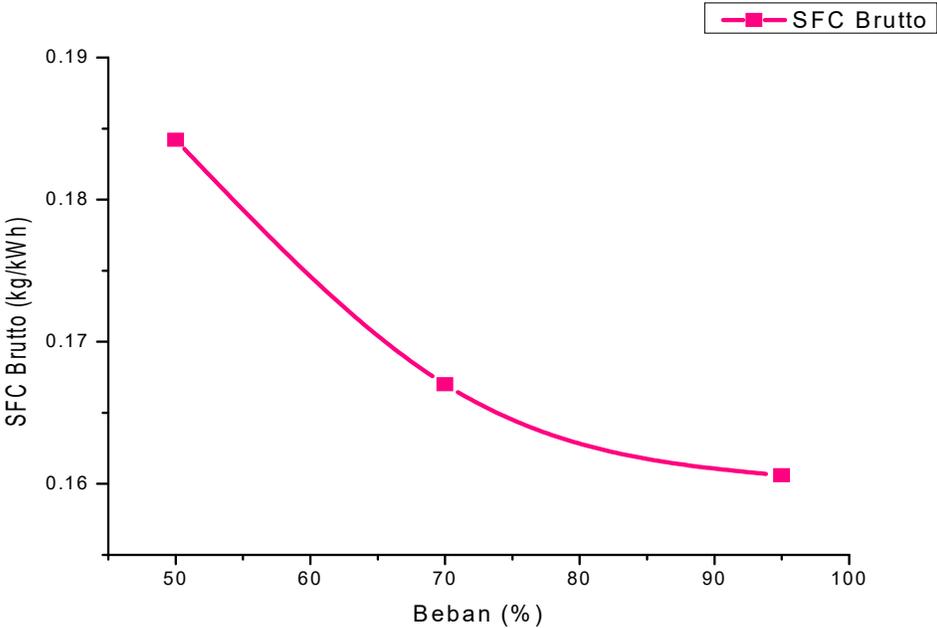
Dimana:

Tara kalor unit brutto (HR_B) adalah jumlah kalor bahan bakar dihitung berdasarkan nilai kalor bawah (LHV) untuk menghasilkan setiap kWh brutto. Tara kalor unit netto (HR_N) adalah jumlah kalor bahan bakar yang dihitung berdasarkan nilai kalor bawah (LHV) untuk menghasilkan setiap kWh netto.

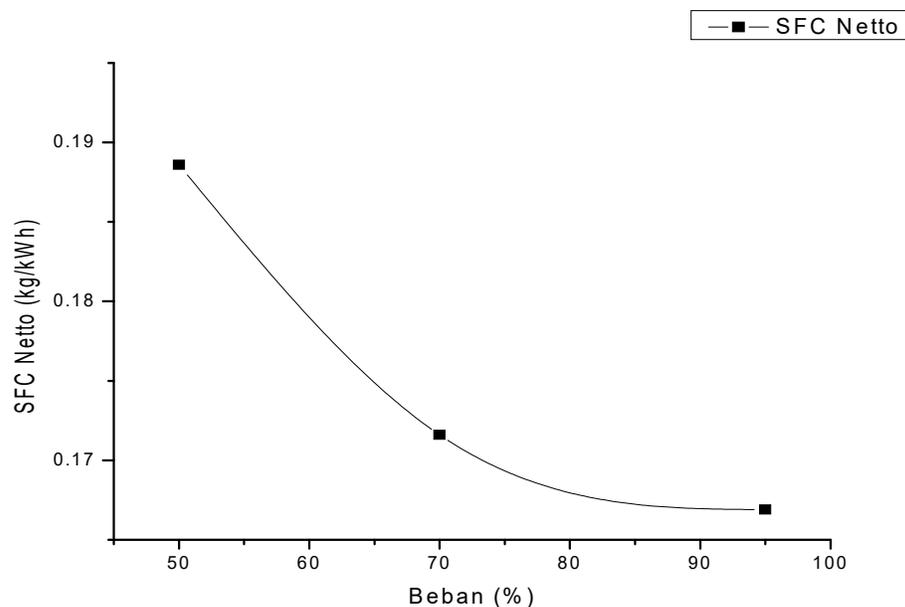
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Pengaruh Perubahan beban Terhadap Konsumsi Spesifik Bahan Bakar (SFC)

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil perhitungan dari pemakaian bahan bakar brutto dan netto, kemudian data dibandingkan dan dibuat dalam model grafik.



Gambar 2. Grafik Konsumsi Spesifik Bahan Bakar Brutto (SFC) Terhadap Fungsi Beban



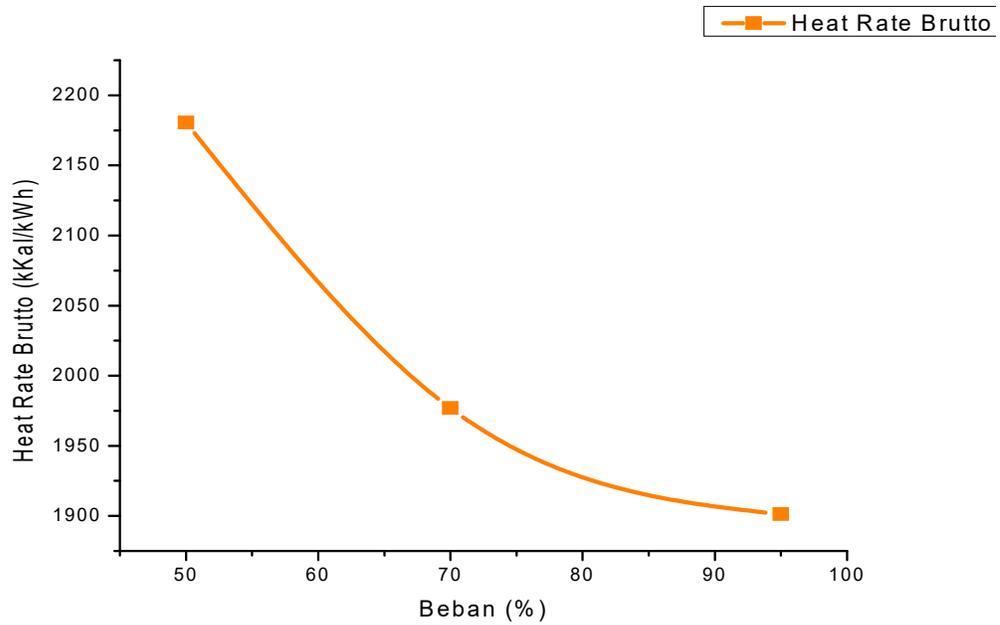
Gambar 3. Grafik Konsumsi Spesifik Bahan Bakar Netto (SFCN) Terhadap Fungsi Beban

Pada gambar , terlihat bahwa semakin bertambahnya beban atau daya yang dibangkitkan oleh generator sinkron maka konsumsi spesifik bahan bakar semakin menurun baik brutto maupun netto, perubahan beban tersebut terjadi karena adanya permintaan dari P3B guna memenuhi kebutuhan pasokan listrik di wilayah tersebut. Artinya, jumlah konsumsi spesifik bahan bakar per kWh yang dikonsumsi pada beban yang relatif kecil lebih besar daripada beban yang relative besar. Alasannya adalah PLTG yang beroperasi baik pada beban rendah maupun pada beban tinggi mempunyai kWh pemakaian sendiri yang relative rata – rata sama yaitu 5 MW guna menjalankan peralatan – peralatan bantu pembangkit seperti motor pompa atau kebutuhan listrik kantor seperti penerangan, komputer dan lain – lain.

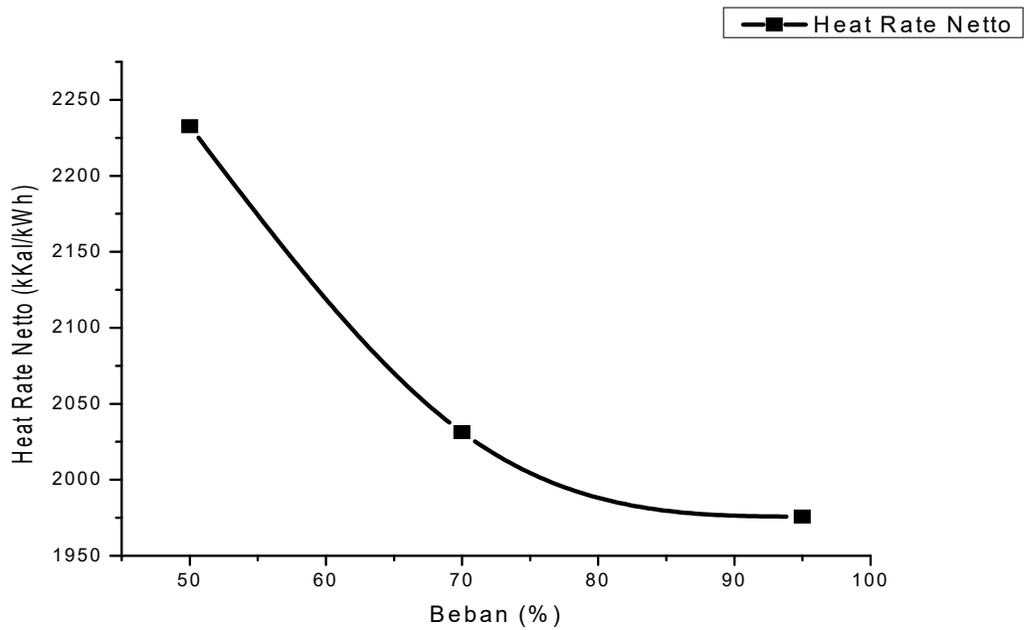
Secara umum kurva konsumsi spesifik bahan bakar semakin menurun dengan bertambahnya beban. Pada saat beban nol, nilai konsumsi spesifik bahan bakar mendekati tak terhingga karena bahan bakar yang dikonsumsi hanya untuk melayani beban nol, sedangkan daya keluaran kWh adalah nol. Pada beban rendah, konsumsi spesifik bahan bakar lebih tinggi dari pada beban tinggi. Hal ini terjadi karena pada beban rendah komposisi udara dan bahan bakar tidak sebaik pada beban tinggi sehingga efisiensi pembakarannya juga tidak sebaik pada beban tinggi.

3.2 Analisis Pengaruh Penambahan Beban Terhadap Tara Kalor (Heat Rate)

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil perhitungan dari tara kalor (Heat Rate) brutto dan netto, kemudian data dibandingkan dan dibuat dalam model grafik.



Gambar 3. Grafik Heat Rate Brutto Terhadap Fungsi Beban



Gambar 4. Grafik Heat Rate Netto Terhadap Fungsi Beban

Pada gambar terlihat bahwa semakin bertambahnya beban atau daya yang dibangkitkan oleh generator sinkron maka tara kalor (*heatrate*) semakin menurun. Artinya, jumlah kalor yang ditambahkan, biasanya dalam kKal, untuk menghasilkan satu satuan jumlah kerja, biasanya dalam kiloWatt-jam (kWh) semakin menurun. Dengan menurunnya jumlah kalor yang dibutuhkan semakin menghemat kebutuhan kalor bahan bakar untuk

menghasilkan 1 kWh. Kesimpulannya, besarnya efisiensi heat rate tergantung beban, makin tinggi beban makin besar efisiensinya.

IV. KESIMPULAN

1. Konsumsi spesifik bahan bakar semakin menurun seiring dengan penambahan beban/ daya yang dibangkitkan. Dari perhitungan didapatkan, konsumsi bahan bakar bruto dan netto saat beban 50% adalah 0,1842 kg/ kWh dan 0,1886 kg/ kWh. Sebaliknya, saat beban puncak 95% adalah 0,1606 kg/kWh dan 0,1716 kg/ kWh.
2. Semakin besar daya yang dibangkitkan maka tara kalor (*heatrate*) semakin menurun. Artinya semakin kecil nilai kalor yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1kWh listrik sehingga menghemat bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPPT, *Indonesia Energy Outlook 2016*. 2016.
- [2] U. Pesanggaran, "TENAGA GAS TERHADAP EFISIENSI BIAYA PEMBANGKITAN LISTRIK (Studi Kasus di PT . Indonesia Power UBP Bali," vol. 2, no. 2, pp. 333–341, 2014.
- [3] N. Cahyo, Adi, Basuki Agung and W. Bambang, "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dengan Menggunakan Metode Least Square," pp. 1–11.

ANALISIS KEBOCORAN PADA *HIGH PRESSURE TURBINE BYPASS VALVE*

Desi Permatasari¹, Candra Damis Widiawaty², Cecep Slamet Abadi³

¹Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru UI Depok, Telp: 021 7863530 Fax: 021 7863530, desipermataa@gmail.com

²Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

³Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

High pressure turbine bypass valve pada sistem pembangkit berfungsi mengalirkan uap dari secondary superheater saat proses start up unit dan saat turbin kondisi trip. Selain itu, high pressure turbine bypass valve juga berfungsi melindungi steam turbine dari uap sisa heat recovery steam generator (HRSG) dan menjaga kondensor saat steam turbine mengalami trip. Permasalahan saat ini pada pembangkit X adalah kebocoran pada high pressure turbine bypass valve. Kebocoran tersebut dapat menyebabkan peningkatan temperatur keluar di high pressure turbine bypass valve sehingga aliran steam menuju steam turbine terganggu.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab utama kebocoran high pressure turbine bypass valve, kinerja peralatan lain akibat kebocoran dan solusi serta hasil yang didapatkan. Metode penelitian ini adalah perhitungan berdasarkan persamaan umum matematika dan metode fault tree analysis.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kebocoran pada high pressure turbine bypass valve disebabkan oleh kavitasi sehingga mengakibatkan kerusakan komponen dalam body valve. Rekomendasi yang diberikan adalah pemeliharaan terencana yang mencakup pemeliharaan preventive, pemeliharaan predictive dan run to failure.

Kata kunci: high pressure turbine bypass valve, steam turbine, kebocoran, kavitasi.

Abstract

High pressure turbine bypass valve in power plant has function to drain steam of secondary superheater when the process of start-up unit and the turbine trip condition. In addition, high pressure turbine bypass valve also serves to protect the steam turbine from residual steam of heat recovery steam generator (HRSG) and protect the condensor when the steam turbine trip condition. The current problem at the plant X is a leak in the high pressure turbine bypass valve. Such leaks can increase temperature outlet in the high pressure turbine bypass valve, so flow steam towards steam turbine is interrupted.

This research aims to analyze the main causes of the leakage in high pressure turbine bypass valve, the performance of other equipment due to leakage and solutions as well as the results obtained. The research method is the calculation based on mathematical equations and method of fault tree analysis.

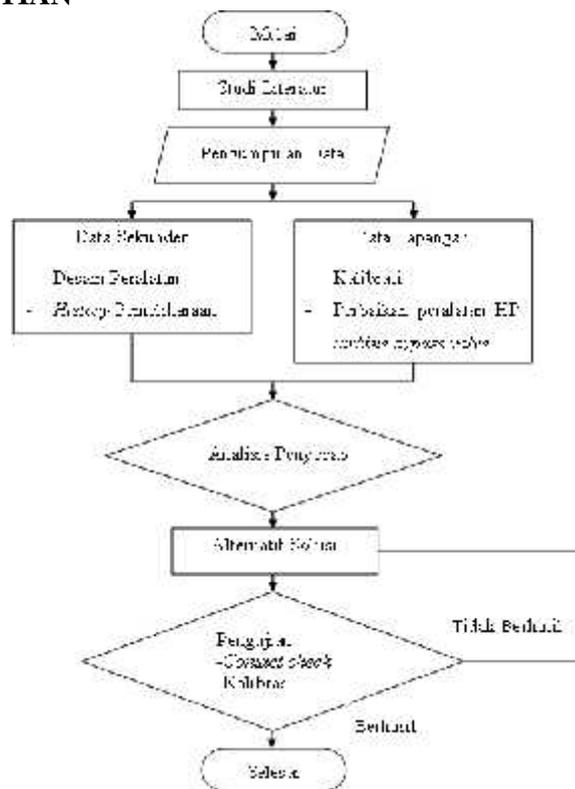
The result of this research show that leaks in the high pressure turbine bypass valve caused by cavitation resulting in damage to the component in the valve body. The recommendations given are planned maintenance that includes preventive maintenance, predictive maintenance and run to failure.

Keywords: high pressure turbine bypass valve, steam turbine, leak, cavitation.

I. PENDAHULUAN

Pada sistem pembangkit, *heat recovery steam generator* (HRSG) merupakan peralatan yang memanfaatkan energi panas sisa gas buang turbin gas untuk memanaskan air yang selanjutnya dirubah menjadi uap. Uap yang dihasilkan akan dialirkan menuju *steam turbine* dibantu peralatan berupa *control valve*. *High pressure turbine bypass valve* (HP turbine bypass valve) merupakan *control valve* yang berfungsi mengalirkan uap *secondary superheater* saat proses *start up* dan saat *turbine* mengalami *trip*. Permasalahan yang saat ini terjadi pada pembangkit X adalah kebocoran pada HP turbine bypass valve. Kebocoran yang terjadi dapat meningkatkan temperatur keluar HP turbine bypass valve saat control valve kondisi menutup. Tingginya temperatur keluar membuat sistem *spray water valve* harus bekerja untuk menurunkan temperatur berlebih saat HP turbine bypass valve kondisi menutup valve. Penelitian sebelumnya menunjukkan hasil pengaruh kavitasi pada control valve dengan menggunakan butterfly valve dan daerah tempat kavitasi terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis penyebab kebocoran yang terjadi, mengetahui pengaruh kebocoran terhadap peralatan lain, serta mengetahui solusi dan hasil yang didapatkan dalam memperbaiki kebocoran HP turbine bypass valve.

II. METODE PENELITIAN



“Gambar.1 Diagram Alir Penelitian”

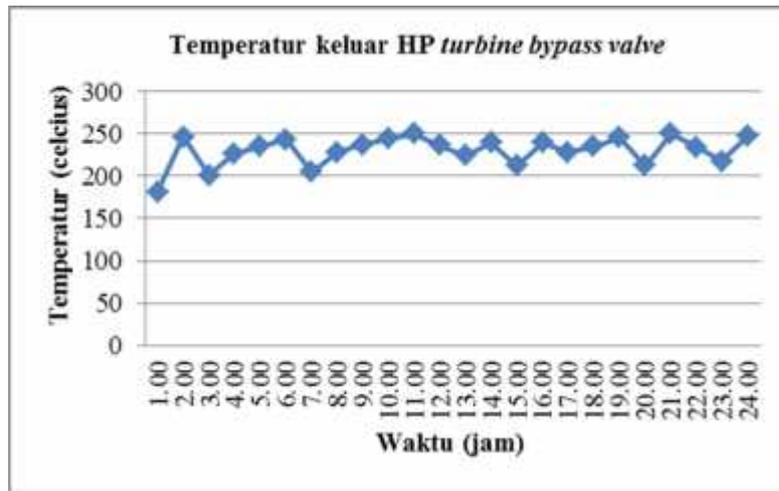
Objek yang diteliti dalam penelitian ini adalah *control valve* dengan variabel tekanan dan temperatur. Pengumpulan data dilakukan dalam dua bagian yaitu data sekunder dan data lapangan. Pengumpulan data sekunder mencakup data *history* pemeliharaan dan data desain peralatan yang terdapat pada *manual book*, sedangkan data lapangan mencakup data perbaikan peralatan dan data kalibrasi yang didapatkan saat pelaksanaan *overhaul*. Selanjutnya, teknik analisis data menggunakan perhitungan persamaan umum matematika dan metode *fault tree analysis* untuk menemukan penyebab kebocoran.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penyebab Utama Kebocoran

3.1.1 Gejala Indikasi Kebocoran

HP turbine bypass valve berada dalam posisi menutup saat *steam turbine* beroperasi agar uap dapat dimanfaatkan oleh *steam turbine* dan tidak terbuang melalui HP turbine bypass valve ke kondensor. Namun nilai temperatur keluar HP turbine bypass valve pada pembangkit X meningkat saat kondisi *control valve* menutup dan melebihi batas maksimum yaitu 180°C. Dari gejala yang ditimbulkan, dapat disimpulkan bahwa terjadi kebocoran pada HP turbine bypass valve yang mengakibatkan sebagian uap masuk HP turbine bypass valve namun tidak keluar valve sehingga membuat temperatur keluar HP turbine bypass valve menjadi tinggi.

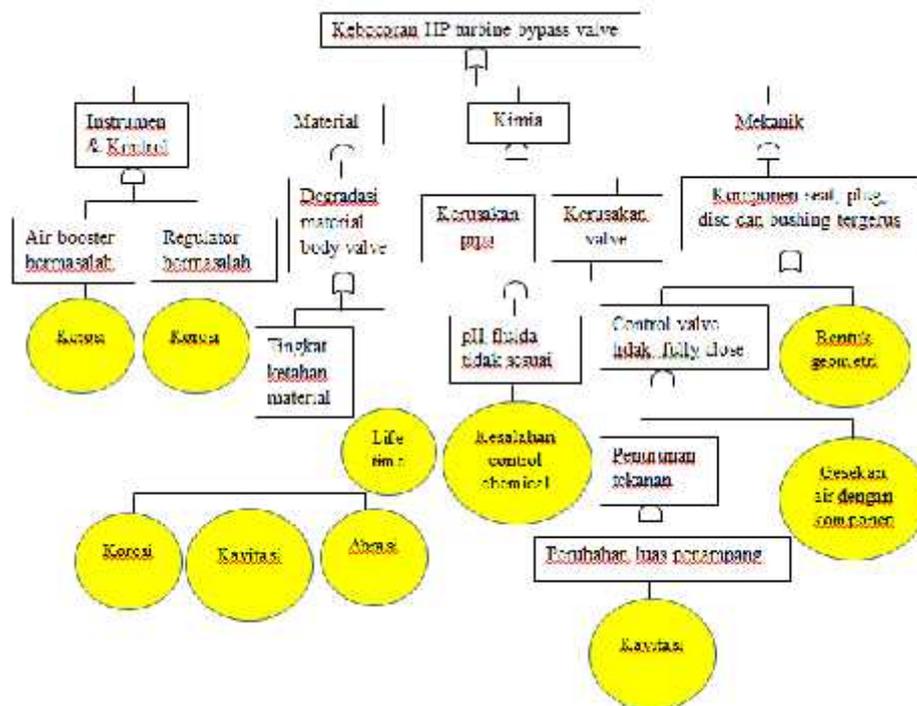


Gambar.2 Temperatur keluar HP turbine bypass valve

Gambar 2. menunjukkan temperatur keluar HP *turbine bypass valve* per jam selama 24 jam. Nilai suhu pada grafik tersebut melebihi nilai batas temperatur yang ditentukan yaitu 180 °c.

3.1.2 Analisis Penyebab Kebocoran

Identifikasi penyebab kerusakan suatu peralatan diperlukan untuk mengetahui akar penyebab kerusakan. Jika penyebab kerusakan dapat diminimalisir, maka akan mencegah terulangnya kembali peristiwa kerusakan. Analisis penyebab kerusakan pada penelitian ini menggunakan metode *fault tree analysis*. Metode tersebut untuk menganalisis penyebab permasalahan dengan menggabungkan semua kemungkinan yang menjadi penyebab kerusakan. Berikut ini gambar *fault tree analysis* pada kebocoran HP *turbine bypass valve*.



“Gambar.3 Analisis penyebab kebocoran dengan metode *fault tree analysis*”

Sebelum menganalisis beberapa kemungkinan penyebab kebocoran, dilakukan pencarian bagian yang mengalami kerusakan dengan pembongkaran. Pembongkaran dilakukan dengan cara memisahkan *actuator* dengan *body valve*, dilanjutkan dengan pemisahan bonet yang menempel dengan *body valve*. Setelah bonet berhasil diangkat maka komponen dalam *body valve* yaitu seat, disc, plug dan bushing akan

terlihat. Hasil pembongkaran menunjukkan bagian dalam *body valve* yang mengalami kerusakan yaitu plug, bushing dan seat.



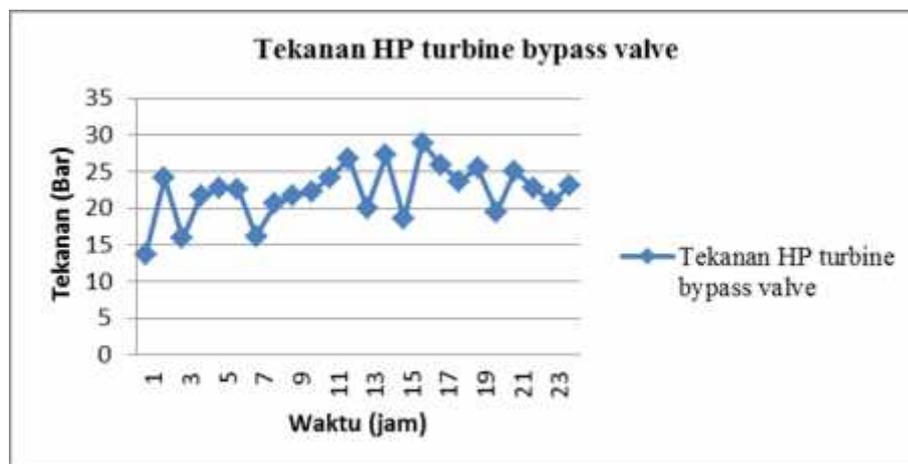
“Gambar.4 Komponen dalam *body valve* tergerus”

Pada gambar.4 menunjukkan komponen yang mengalami kerusakan yaitu gambar yang berada disebelah kiri adalah plug, gambar yang ditengah adalah seat dan gambar sebelah kanan adalah komponen bushing. Ketiga komponen tersebut yang menyebabkan tingginya temperatur keluar HP *turbine bypass valve* akibat kebocoran. Tergerusnya komponen dalam *body valve* menjadi satu faktor penyebab kebocoran, dibutuhkan penyebab lain menemukan penyebab utama yang telah dijabarkan pada metode *fault tree analysis*. Faktor lain yang mempengaruhi kebocoran dapat ditentukan dari perbandingan nilai tekanan HP *turbine bypass valve* dengan tekanan uap jenuh. Data yang diambil untuk perhitungan nilai tekanan HP *turbine bypass valve* adalah data operasi dimulai dari pukul 01.00 hingga 24.00 saat sedang beroperasi. Grafik nilai tekanan HP *turbine bypass valve* didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan umum matematika sebagai berikut

$$\frac{P_x - P_2}{P_1 - P_2} = \frac{T_x - T_1}{T_1 - T_2} \quad \text{[Persamaan 1]}$$

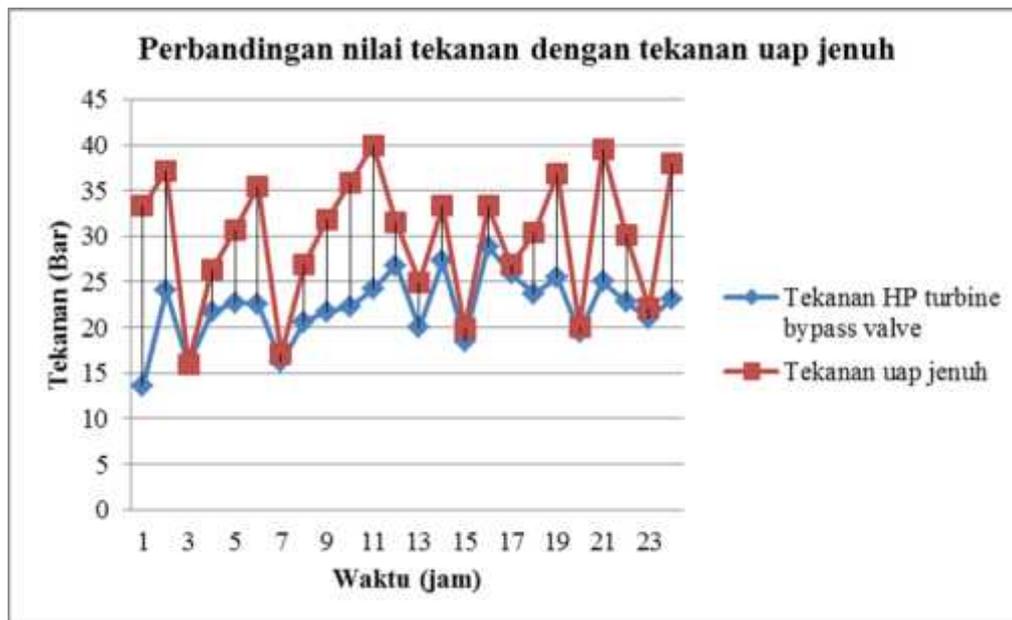
Dengan

- P_x : Tekanan HP *turbine bypass valve*
- P_1 : Tekanan HP *steam*
- P_2 : Tekanan keluar HP *turbine bypass valve*
- T_1 : Temperatur HP *steam*
- T_2 : Temperatur keluar HP *turbine bypass valve* setelah di *spray*
- T_x : Temperatur HP *turbine bypass valve*



“Gambar.5 Tekanan HP *turbine bypass valve*”

Nilai grafik tekanan pada gambar.5 akan dibandingkannya dengan nilai tekanan uap jenuh yang terdapat pada tabel uap. Perbandingan nilai tekanan dan tekanan uap jenuh dapat dilihat pada grafik berikut.



“Gambar.6 Tekanan HP turbine bypass valve dengan tekanan uap jenuh”

Pada grafik perbandingan nilai tekanan HP *turbine bypass valve* dengan tekanan uap jenuh, didapatkan hasil nilai tekanan HP *turbine bypass valve* lebih rendah daripada nilai tekanan uap jenuh ($P < P_{\text{uap jenuh}}$). Terjadi penurunan tekanan pada komponen hingga membuat tekanan uap jenuh lebih tinggi dan hasil perbandingan tersebut menjadi faktor lain penyebab kebocoran. Setelah mendapatkan dua faktor penyebab kebocoran, disimpulkan bahwa penyebab utama kebocoran adalah kavitasi. Pada metode *fault tree analysis* dijelaskan komponen dalam body valve yang rusak dengan jenis tergerus dan nilai tekanan HP turbine bypass valve dibawah tekanan uap jenuh atau terjadinya penurunan tekanan maka penyebab utama kebocoran adalah kavitasi. Kavitasi merupakan fenomena yang dapat terjadi pada *control valve* bila valve bekerja dengan *pressure drop* yang relatif tinggi. Gejala kavitasi ditandai dengan pecahan gelembung-gelembung uap di dalam aliran fluida. Terbentuknya gelembung-gelembung uap disebabkan karena tekanan dari aliran fluida turun sampai lebih rendah daripada tekanan penguapan dari temperature fluida tersebut.

3.2 Pengaruh Kebocoran Terhadap Peralatan Lain

Peralatan yang terpengaruh oleh kebocoran HP *turbine bypass valve* adalah *spray water valve*. *Spray water valve* posisi membuka saat temperature keluar HP *turbine bypass* tinggi. Temperatur uap dapat diturunkan dengan penyemprotan, jika terlalu sering melakukan penyemprotan akan menyebabkan banyaknya kandungan air yang dihasilkan dari proses penyemprotan. Banyaknya kandungan air membuat semakin seringnya sistem drainpot valve melakukan proses pembuangan air sehingga pergerakan buka tutup control valve tidak menentu dan dapat menyebabkan *control valve* cepat rusak. Pengaruh lainnya akan berdampak pada kerugian (*losses*) pada HP *steam turbine* karena sebagian uap yang menjadi terbuang melalui HP *turbine bypass valve* menuju ke kondensor hotwell tanpa melewati *steam turbine*. Jika kebocoran yang dirasakan besar maka temperatur kondensor hotwell menjadi tinggi sehingga vakum kondensor yang dihasilkan menjadi berkurang.

3.3 Solusi dan Hasil Perbaikan

3.3.1 Solusi yang Diberikan

Alternatif solusi yang digunakan dalam perbaikan (reparasi) komponen yang mengalami kerusakan dibagi menjadi dua bagian yaitu *cleaning* dan penggantian komponen. *Cleaning* dilakukan pada komponen yang tingkat kerusakannya rendah dan komponen tersebut tidak bersentuhan dengan *pressure seal*. Untuk itu, perbaikan pada komponen bushing dengan *cleaning* komponen. Solusi selanjutnya yang digunakan untuk memperbaiki komponen seat dan plug adalah dengan mengganti komponen yang rusak dengan yang baru. Plug dan seat merupakan komponen dalam body valve yang menunjang prinsip kerja control valve. Oleh karena itu, kerusakan yang terjadi menyebabkan perlunya penggantian komponen. Komponen yang diganti, diuji dengan pengujian *contact check*. *Contact check* merupakan suatu metode yang bertujuan untuk membuktikan suatu komponen terdapat kebocoran atau tidak, dilakukan dengan cara seat dan plug yang di

contact agar saling bersentuhan. Pembuktian adanya indikasi kebocoran dengan melihat kerapatan garis saat seat dengan plug bersentuhan. Hasil pengujian komponen yang baru menunjukkan tidak adanya indikasi kebocoran dikarenakan garis merah masih melingkar dan tidak terputus.

Pengujian akhir perbaikan HP *turbine bypass valve* adalah kalibrasi. Kalibrasi dilakukan saat semua komponen yang sebelumnya dilakukan pembongkaran telah kembali dipasang seperti semula. Menurut kamus besar bahasa Indonesia (KBBI) istilah kalibrasi didefinisikan sebagai tanda-tanda yang menyatakan pembagian skala. Dalam bidang rekayasa (*engineering*), kalibrasi digunakan untuk menentukan kebenaran konvensional nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkan terhadap standar ukur yang mampu telusur (*traceable*) ke standar nasional maupun internasional.

Standar (%)	Actual (%)		Feedback (%)	
	0-100	100-0	0-100	100-0
0	0	0	0	0
25	25,2	25,2	25,2	25,2
50	50	50	50	50
75	75,5	75,5	75,5	75,5
100	100	100	100	100

“Tabel.1 Pengujian kalibrasi HP *turbine bypass valve*”

Selanjutnya, data yang didapatkan dalam kalibrasi diolah untuk mendapatkan nilai *error*. Batas toleransi nilai *error* untuk *control valve* yaitu 1%. Nilai *error* didapatkan dari perhitungan menggunakan persamaan umum sebagai berikut.

$$Error = \frac{\text{Nilai yang dihasilkan} - \text{nilai standar}}{\text{nilai standar}} \times 100\% \quad [\text{Persamaan 2}]$$

Nilai *error* dengan standar 25% untuk actual dan feedback yaitu:

$$Error = \frac{25,2 - 25}{25} \times 100\% = 0,8\%$$

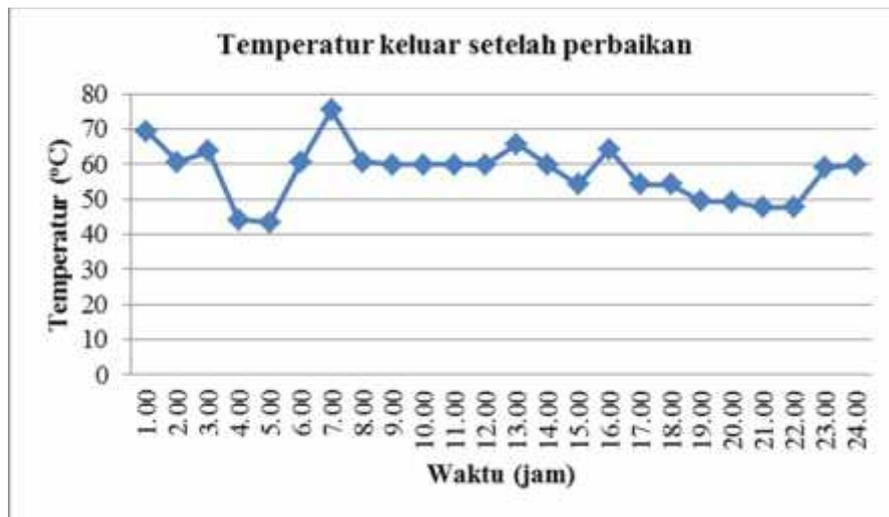
Nilai *error* dengan standar 75% untuk actual dan feedback yaitu:

$$Error = \frac{76 - 75}{75} \times 100\% = 0,6\%$$

Untuk nilai *error* dengan standar 0%, 50% dan 100% adalah 0%. Kalibrasi *control valve* menunjukkan bahwa nilai *error* berada dibawah bawah toleransi. Maka setelah perbaikan disimpulkan bahwa *control valve* dalam kondisi normal.

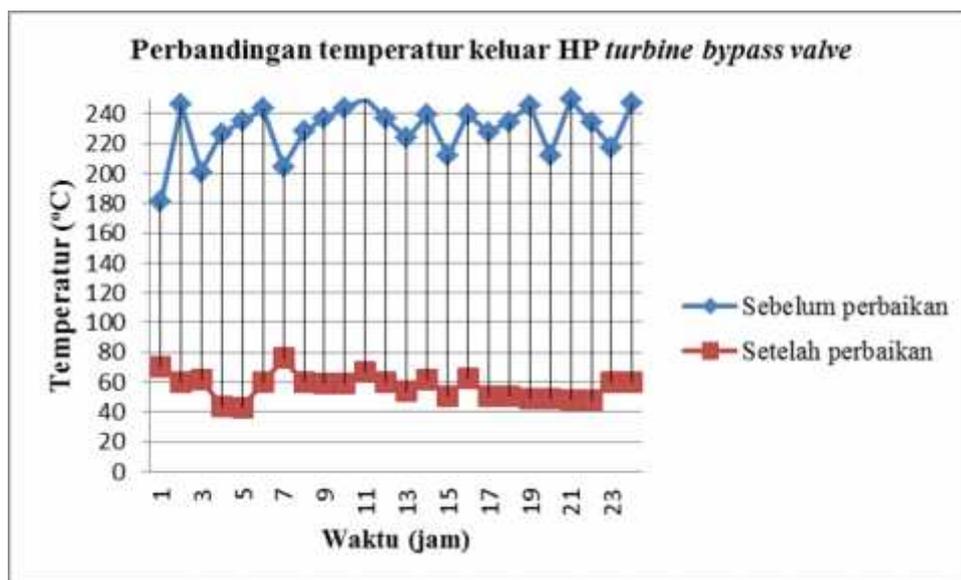
3.3.2 Hasil Perbaikan

Pembuktian hasil perbaikan dapat dilihat pada saat kondisi unit operasi dengan parameter temperatur keluar HP *turbine bypass valve*. Apakah perbaikan yang telah dilakukan membuat temperatur keluar HP *turbine bypass valve* mempertahankan posisi tinggi atau temperatur keluar menurun dan memenuhi standar operasi.



“Gambar.7 Temperatur keluar HP turbine bypass valve setelah perbaikan”

Temperatur keluar HP turbine bypass valve berada dibawah batas standar temperatur. Rendahnya temperatur keluar HP turbine bypass valve akibat perbaikan dan pengujian yang dilakukan pada peralatan HP turbine bypass valve yang sebelumnya tidak normal. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan nilai temperatur keluar sebelum dan setelah perbaikan pada gambar berikut ini.



“Gambar.8 Perbandingan nilai temperatur sebelum dan setelah perbaikan”

Terdapat perbedaan yang sangat jauh dari nilai temperatur sebelum dan setelah perbaikan. Pada nilai temperatur setelah perbaikan berada dibawah 180°C. Disimpulkan bahwa kondisi peralatan HP turbine bypass valve normal dan tidak ada uap yang masuk ke valve akibat kebocoran HP turbine bypass valve karena nilai temperatur dibawah standar yang ditentukan.

IV. KESIMPULAN

1. Faktor yang menjadi penyebab kebocoran adalah komponen dalam body valve yang mengalami kerusakan (tergerus) dan nilai tekanan HP turbine bypass valve lebih rendah dari tekanan uap jenuh. Maka penyebab utama kebocoran pada HP turbine bypass valve adalah kavitasi. Kavitasi merupakan fenomena yang dapat terjadi pada control valve bila valve bekerja dengan pressure drop yang relatif tinggi.
2. Pengaruh kebocoran terhadap peralatan sistem drainpot valve yang berfungsi membuang pembuangan air, pergerakan buka tutup drainpot valve

menjadi lebih sering dan mempercepat kerusakan valve dan akan berdampak kerugian steam turbine akibat uap masuk kondensor tanpa melewati steam turbine.

3. Solusi yang diberikan dalam perbaikan peralatan adalah pembersihan (cleaning) dan penggantian komponen. Komponen baru diuji menggunakan metode contact check dan dilanjutnya kalibrasi control valve. Hasil perbaikan berupa temperatur keluar HP yang berada dibawah 180°C dan dinyatakan normal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gunterus, Frans. Falsafah Dasar: Sistem Pengendalian Proses. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo. 1994.
- [2] *Instruction of Mitsubishi Gas Turbine*. Jurnal PT. PLN Muara Karang Site Training Manual. 2010.
- [3] Muhtadi, Muhammad. Paper: Analisis Reduksi Intensitas Kavitasasi pada *Control Valve* Akibat *Pressure Drop* dengan Metode *Pressure Recovery Factor* di Vico Indonesia. Institute Teknologi Sepuluh Nopember. 2008
- [4] Rahmeyer. William J, Miller. Herbet L, Sherikar. Sanjay V, “*Cavitation Testing Result For A Tortuous Path Control Valve*” *The American Society of Mechanical Engineers*, FED-Vol 210. 1995

Analisis faktor pengaruh kinerja kondensor pada PLTGU Muara Karang Blok 2

Bayu Setyawan¹, Ulfi Andiana², Adi Syuriadi³

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
Kampus Baru UI Depok, 16425, Indonesia
Telp: (62-21) 7863530/(62)87882334025, Fax: (62-21) 7863530
Email : bayusetyawan51@gmail.com

Abstrak

Tujuan analisis faktor pengaruh kinerja kondensor pada PLTGU Muara Karang Blok 2 adalah untuk mengetahui nilai tekanan vakum yang perlu dijaga kevakumannya sehingga didapatkan efisiensi kinerja kondensor yang dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Metode yang digunakan untuk mencari nilai efisiensi kinerja kondensor terhadap perubahan tekanan vakum adalah dengan metode perhitungan LMTD, dengan menggunakan perbandingan temperature yang masuk dan keluar, dan melakukan perbandingan flow masuk kedalam kondensor, sehingga didapat nilai efisiensi kinerja kondensor.

Dari data yang didapatkan, nilai efisiensi tertinggi pada tekanan vakum -716mmHg yaitu 98.8%. Sedangkan efisiensi terkecil didapatkan pada tekanan vakum -686mmHg yaitu 98.2%. Sehingga dapat diketahui bahwa semakin kecil tekanan atau semakin besarnya vakum didalam kondensor, semakin besar nilai efektivitas kondensor.[1]

Kata kunci : tekanan vakum, kinerja kondensor.

Abstract

The purpose of factor analysis of the effect of condenser performance on Steam Turbine Muara Karang Blok 2 is to find out the value of vacuum pressure that need to be kept kevakumannya so that condenser performance efficiency is influenced by various factors. The method used to find the value of condenser performance efficiency to vacuum pressure change is by LMTD calculation method, using incoming and outgoing temperature ratio, and doing the ratio of flow into the condenser, so that the efficiency of condenser performance is obtained.

From the data obtained, the highest efficiency value at vacuum pressure -716mmHg is 98.8%. While the smallest efficiency obtained at vacuum pressure -686mmHg is 98.2%. So it can be seen that the smaller the pressure or the greater the vacuum inside the condenser, the greater the efficiency of the condenser.

Keywords: vacuum pressure, condenser performance.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU) merupakan suatu instalasi peralatan yang berfungsi untuk mengubah energi panas (hasil pembakaran bahan bakar dan udara) menjadi energi listrik yang bermanfaat. Pada dasarnya, sistem PLTGU ini merupakan penggabungan antara PLTG dan PLTU.

Di PLTGU sendiri terdapat bagian pendukung yaitu kondensor. Kondensor merupakan alat penukar kalor (Heat Exchanger) yang berfungsi mengkondensasikan uap bekas dari turbin menjadi titik-titik air (air kondensat) yang ditampung pada Hotwell.

Pada kondensor diperlukan alat-alat pendukung untuk pengoperasiannya, agar kerja kondensor bisa maksimal dan menaikkan efisiensi siklus PLTU. Salah satunya adalah Ball Cleaning System. Ball Cleaning System (Tapproge Ball System), berfungsi untuk membersihkan pipa-pipa (tubes) pendingin kondensor dari kotoran seperti lumpur dan kotoran halus dengan cara menginjeksikan bola karet (Tapproge Ball) kedalam pipa-pipa pendingin kondensor secara terus menerus proses ini dilakukan oleh pompa sirkulasi (Circulation Pump) dengan cara memompakan bola tapproge pada sisi masuk air pendingin dan mengambil kembali bola pada sisi keluar air pendingin untuk selanjutnya disirkulasikan kembali pada kondensor.

Dalam kondensor banyak parameter yang harus diukur, termasuk temperature air masuk kondensor, temperatur air keluar kondensor, temperature uap masuk kondensor, temperature uap keluar kondensor. Dalam penulisan ini akan dibahas tentang kinerja kondensor yang di pengaruhi oleh temperature yang masuk dan keluar kondensor, apakah dengan perubahan temperature yang signifikan dapat merubah kinerja kondensor atau tidak.

2. METODOLOGI PENULISAN

2.1 Metode Penyelesaian Penelitian

Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan metode pengumpulan data sebagai berikut:

a. Metode Kepustakaan

Metode ini dilakukan dengan cara mempelajari dan membandingkan di antara referensi-referensi tertulis seperti: manual book, buku dari perpustakaan yang menunjang terhadap judul yang sedang dibahas, serta jurnal nasional maupun internasional.

b. Metode Studi Lapangan

Metode ini dilakukan dengan cara pengamatan dan pengumpulan data secara langsung di lapangan untuk mendapatkan kebenaran data yang berasal dari objek penelitian berupa dokumen-dokumen, catatan-catatan, dan laporan-laporan dari objek yang akan diteliti, serta sumber lain yang relevan dengan pokok bahasan yang dikemukakan dalam penelitian ini. Metode ini melalui beberapa cara, yaitu:

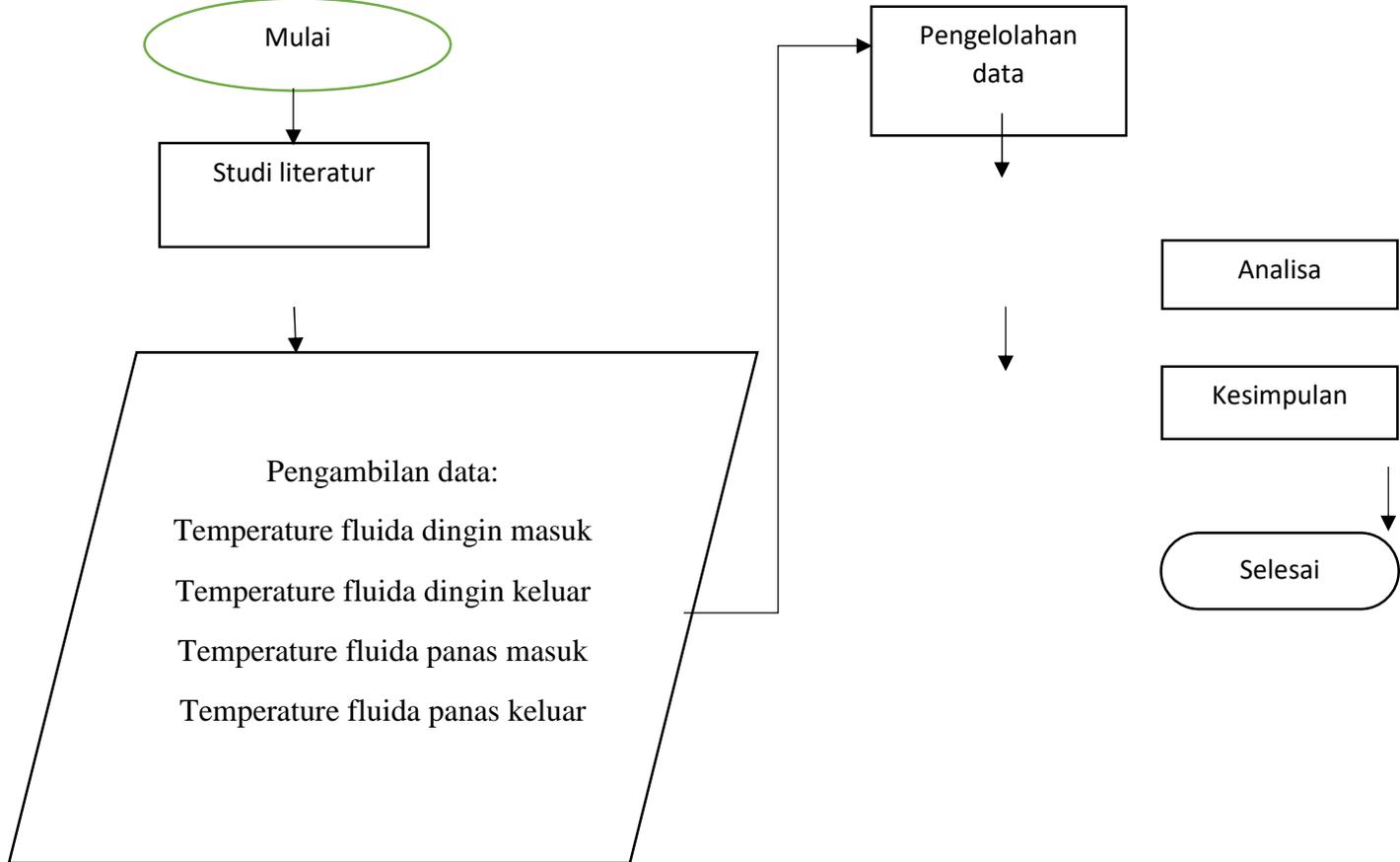
c. Wawancara

Metode ini dilakukan dengan mengadakan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak terkait, berkompeten dibidangnya, dan dapat memberikan informasi secara akurat, serta pihak-pihak lain yang dianggap memiliki pengetahuan yang terkait dengan pokok bahasan penelitian ini.

d. Observasi Lapangan

Metode ini dilakukan dengan cara mengamati secara langsung di lapangan yaitu PT. PJB UP Muara Karang Blok 2 tentang berbagai hal yang berkaitan dengan pokok pembahasan penelitian. Data-data yang diperoleh dari hasil metode ini kemudian dibandingkan dengan teori-teori dan pengetahuan yang diperoleh selama masa perkuliahan dan masa praktik kerja lapangan untuk dianalisa sesuai dengan pokok bahasan penelitian ini.

2.2. Diagram Alir Penyusunan Skripsi



Gambar 2.2 Diagram Alir Penyusunan Tugas Akhir

Penelitian ini dilakukan di PLTGU Muara Karang Blok 2 pada peralatan *Ball Cleaning Condenser*, langkah pertama yang dilakukan adalah studi literatur yaitu mempelajari perpindahan panas dan cara perhitungan laju perpindahan panas pada

kondensor. Jika sudah mengerti filosofi dari perpindahan panas tersebut dilakukan pengambilan data yang dibutuhkan dalam analisa perhitungan laju perpindahan panas dari penelitian ini. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju perpindahan panas pada kondensor.

2.3. Pendataan

Data yang diambil adalah data hasil pengukuran pada alat ukur di PLTA Cirata yaitu:

-) Temperature fluida dingin masuk
-) Temperature fluida dingin keluar
-) Temperature fluida panas masuk
-) Temperature fluida panas keluar
-) Luas permukaan

2.4. Pengolahan Data

Data yang sudah diambil akan dilakukan penghitungan laju perpindahan panas pada kondensor. Setelah dilakukan perhitungan, lalu dibandingkan dengan perpindahan panas setelah dilakukan *ball cleaning system*. Setelah perhitungan dibandingkan dapat ditarik kesimpulan laju perpindahan panas yang lebih baik.

3. Metode Analisa dan Perhitungan

Tingkat kevakuman dari suatu kondensor akan dipengaruhi oleh tekanan uap dan tekanan udara yang bekerja pada kondensor. Sedangkan tekanan uap yang bekerja akan bergantung kepada laju aliran uap masuk kedalam kondensor, tekanan uap masuk, temperatur air pendingin masuk kondensor, laju aliran air pendingin masuk kondensor dan laju aliran udara yang dihisap keluar (oleh pompa vakum).[2]

3.1. Perhitungan luas permukaan pendingin yang dibutuhkan

3.1.1 Kondisi Desain

(1) Total heat transferred, H (kcal/h) = 122.5×10^6

(2) Cooling water

Quantity, Q_w (m³/h)

Inlet Temperature, t_i (°C)

Outlet Temperature, t_o (°C)

Dimana,

$$t_o = t_i + \frac{H}{Q_w \times \rho_w \times C_p} \dots \dots \dots \text{Persamaan 1}$$

S_g : Specific gravity (-)

ρ : Density of water (kg/m³)

C_p : Specific heat (kcal/kg°C)

3.1.2 Logarithmic mean temperature difference, LMTD (°C)

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2}$$

Dimana,

T1:temperature fluida panas masuk – temperature fluida dingin keluar

T2:temperature fluida panas keluar – temperature fluida dingin masuk

- Data perhitungan pada tanggal 26 April 2017 pukul 00:00 dengan kevakuman -708(mmHg) dan flow air 142(m³/h)

$$LMTD = \frac{[(281.4 - 24.1) - (216.4 - 22.4)]}{\ln \frac{281.4 - 24.1}{216.4 - 22.4}}$$

$$= 257.16 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

- Data perhitungan pada tanggal 27 April 2017 pukul15:52 dengan kevakuman -685(mmHg) dan flow air 254.7(m³/h)

$$LMTD = \frac{[(452.6 - 40.5) - (202.7 - 21.7)]}{\ln \frac{452.6 - 40.5}{202.7 - 21.7}}$$

$$= 289 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

3.1.3. Tabel Perhitungan

Berikut adalah hasil dari perhitungan diatas.

Tanggal	Tingkat kevakuman	Flow air	LMTD
26 April 2017 pukul 00:00	-708(mmHg)	142(m ³ /h)	257.16 (°C)
27 April 2017 pukul 15:52	-685(mmHg)	254.7(m ³ /h)	289 (°C)

Tabel 3.1 Data hasil perhitungan

4. Kesimpulan

Jadi, dapat disimpulkan bahwa temperatur uap dan air mempengaruhi tingkat kevakuman kondensor. Dilihat dari perhitungan diatas dimana pada perhitungan LMTD menunjukkan angka yang besar maka tingkat kevakuman semakin buruk. Oleh sebab itu tingkat kevakuman sangat dipengaruhi oleh temperature. Begitu juga oleh flow air.semakin kecil flow air maka semakin bagus tingkat kevakuman nya. Dapat disimpulkan bahwa jika ingin kondensor itu bagus dan lifetime lebih lama, maka harus di atur temperatur dan flow fluida nya.

5. Daftar Pustaka

- [1] M. Fatkhurrahman, “Analisis Kinerja Kondensor Terhadap Perubahan Tekanan Vakum Di Pt Pln (Persero) Sektor Pembangunan Pltgu Cilegon,” *Eksergi J. Tek. Energi.*, vol. 10, no. 1, 2014.
- [2] K. H. Mahmud *et al.*, “PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AIR PENDINGIN KONDENSOR,” pp. 1–10.
- [3] PT PLN MUARA KARANG SITE TRAINING MANUAL, Mitsubishi Heavy Industries Ltd., Takasago Machinery Works, 2010.

8 TEKNOLOGI ALAT BERAT DAN OTOMOTIF

9 HUMANIORA

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB TINDAKAN TIDAK AMAN OLEH TENAGA KONTRAKTOR DI PT. HOLCIM INDONESIA TBK. PABRIK CILACAP PERIODE 2016-2017

Muhammad Ulul Azmi¹, Seto Tjahyono²

¹Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta

²Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
ululazmi.holcim@gmail.com. 085642004858

ABSTRAK

Selama tahun 2016 tidak ada kasus LTI (lost time injury) di PT. Holcim Indonesia Tbk. pabrik Cilacap. Hal ini merupakan prestasi terbaik selama tujuh tahun terakhir. Sehingga, diperlukan usaha untuk mempertahankan dan meningkatkan prestasi tersebut. Salah satu yang perlu dilakukan adalah mencari tahu faktor-faktor yang mempengaruhi pekerja untuk melakukan tindakan tidak aman. Karena, sebagian besar kecelakaan kerja disebabkan oleh tindakan tidak aman. Dalam penelitian ini akan dilihat bagaimanakah karakteristik tenaga kontraktor dan faktor-faktor yang mempengaruhi mereka untuk melakukan tindakan tidak aman.

Untuk mendapatkan karakteristik tenaga kontraktor dan faktor-faktor yang mempengaruhi mereka untuk melakukan tindakan tidak aman, maka akan dianalisis menggunakan metode angket dan metode observasi. Kuisisioner berisi beberapa pertanyaan yang merepresentasikan variabel dalam penelitian ini. Observasi dilakukan selama bulan September 2016 sampai Mei 2017.

Berdasarkan data penelitian, tindakan tidak aman yang paling sering dilakukan adalah penempatan peralatan kerja (tools) yang tidak benar (22,7%), bersenda gurau saat bekerja (20,5%), dan penggunaan peralatan kerja yang belum diinspeksi (18,8%). Sebagian besar responden berpendidikan SLTA (50,7%), lama masa kerja >5 tahun (45,1%), mayoritas pekerja berumur 30-40 tahun (43,7%), berpengetahuan baik (73,2%), terlatih (94,4%) dan memiliki beban kerja rendah (63,4%). Pengawasan kerja telah baik (88,7%), serta persepsi terhadap Manajemen K3 juga baik (84,5%). Terdapat hubungan yang signifikan antara pelatihan dan manajemen K3 dengan tindakan tidak aman dengan p-value 0,050 dan 0,037. Tidak ada hubungan yang signifikan antara pengetahuan, pengawasan, dan beban kerja dengan tindakan tidak aman.

Kata kunci : Kecelakaan kerja, perilaku tidak aman , kontraktor tetap, analisis.

ABSTRACT

During 2016, there is no LTI (lost time injury) case at PT. Holcim Indonesia Tbk. Cilacap factory. This is the best achievement for last seven years. Therefore, its needs efforts to maintain and improve this achievement. One of them is by analyzing the factors that influence the contractor to perform unsafe act. Because, most of workplace accident cases are caused by unsafe act. In this study will be seen how is the contractor of PT. Holcim Indonesia Tbk. Cilacap factories characteristics and the factors that influence them to perform unsafe acts.

To get an overview of the characteristics of permanent contractors and the factors that influence them to perform unsafe actions, it will be analyzed using survey and observation method. The questionnaire contains some questions that represent the variables in this study. Observations were taken during September 2016 through May 2017.

Based on the data, the most unsafe acts is the incorrect placement of tools (22.7%), joking at work (20.5%), and use of un-inspected equipments (18.8 %). Most respondents have high education level (50,7%), working period > 5 years (45,1%), majority of workers 30-40 years old (43,7%), good knowledge (73,2%), trained (94,4%) and has a low workload (63,4%). Work supervision has been good (88,7%), and perception to Health and Safety Management were good (84,5%). There is significant relation between training and Health and Safety Management with unsafe action, with p-Value 0,050 and 0,037. There is no significant relation between knowledge, workload, and supervision with unsafe action.

Keywords : Workplace accident, unsafe behaviour , permanent contractor, analysis.

1. Pendahuluan

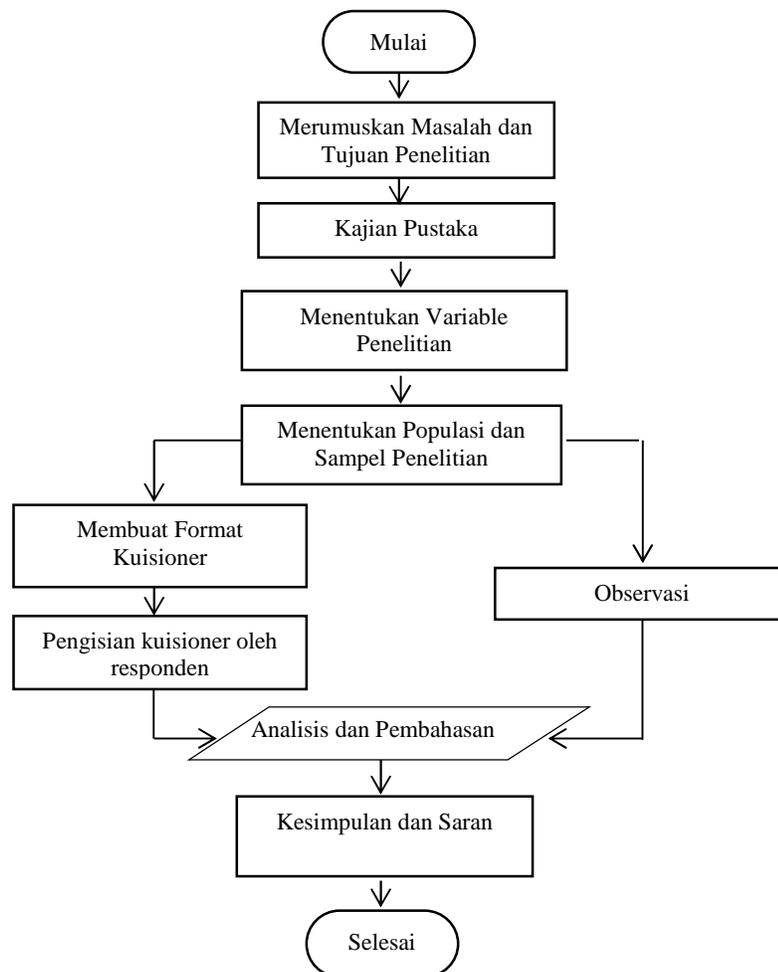
1.1 Latar Belakang Masalah

Teori Bird menyatakan bahwa *Near Miss* yang terus berulang dapat meningkatkan resiko kecelakaan kerja yang lebih serius. Hal ini didukung oleh hasil riset dari *National Safety Council* (NSC) (2011) tentang penyebab terjadinya kecelakaan kerja 88% adalah adanya *unsafe behavior*, 10% karena *unsafe condition* dan 2% tidak diketahui penyebabnya. Penelitian lain yang dilakukan oleh DuPont Company (2005) menunjukkan bahwa kecelakaan kerja 96% disebabkan oleh *unsafe behavior*, dan 4% disebabkan oleh *unsafe condition* [1].

Berdasarkan data kecelakaan kerja tahun 2016 di PT. Holcim Indonesia Tbk. pabrik Cilacap, tidak ada satupun kecelakaan kerja yang masuk dalam kategori *LTI* [2]. Hal ini merupakan prestasi terbaik selama tujuh tahun terakhir. Sehingga, diperlukan usaha untuk mempertahankan dan meningkatkan prestasi tersebut. Salah satu yang perlu dilakukan adalah mencari tahu faktor-faktor yang mempengaruhi pekerja untuk melakukan tindakan tidak aman. Karena, sebagian besar kecelakaan kerja disebabkan oleh tindakan tidak aman. Dalam penelitian ini akan dilihat bagaimanakah karakteristik tenaga kontraktor di PT. Holcim Indonesia Tbk. pabrik Cilacap dan faktor-faktor yang mempengaruhi mereka untuk melakukan tindakan tidak aman.

2. Metode Penelitian

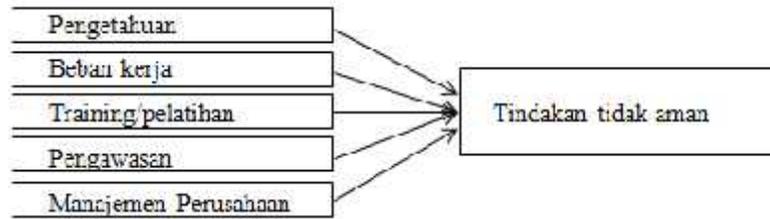
2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. 1 Diagram alir penelitian

2.2 Kerangka Konsep

Dalam penelitian ini, akan dibahas mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pekerja melakukan tindakan tidak aman. Kerangka konsep dari penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 2 Kerangka konsep penelitian

2.2.1 Definisi Operasional

Tabel 2. 1 Definisi operasional penelitian

No.	Variabel	Definisi	Alat ukur	Hasil ukur	Skala ukur
1.	Tindakan tidak aman	Tindakan yang tidak sesuai dengan prosedur kerja.	Kuisisioner dan observasi	1= Tidak pernah 2= Jarang 3= Sering	Nominal
2.	Pengetahuan	Pengetahuan responden mengenai K3	Kuisisioner	Pilihan Jawaban : Tahu atau Tidak tahu Kategori : Kurang ,jika nilai < Median Baik, jika nilai Median	Ordinal
3.	Beban kerja	Beban kerja yang dirasakan pekerja ketika bekerja	Kuisisioner	Pilihan jawaban : Ya atau Tidak Kategori : Tinggi ,jika nilai < Median Rendah, jika nilai Median	Ordinal
4.	Pengawasan	Pengawasan yang dilakukan kepada pekerja terhadap prosedur kerja dan keselamatan kerja	Kuisisioner	Pilihan jawaban: Ya atau Tidak Kategori : Kurang ,jika nilai < Median Baik, jika nilai Median	Ordinal
5.	Training/ pelatihan	Pelatihan yang diikuti oleh para pekerja mengenai keselamatan dan kesehatan kerja	Kuisisioner	Pilihan jawaban : Ya atau Tidak Kategori : Kurang ,jika nilai < Median Baik, jika nilai Median	Ordinal
6.	Manajemen perusahaan	Peraturan dan kebijakan perusahaan mengenai keselamatan dan kesehatan kerja	Kuisisioner	Pilihan jawaban: Ya atau Tidak Kategori : Kurang ,jika nilai < Median Baik, jika nilai Median	Ordinal

2.2.2 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Menurut Sugiyono (2012:23) dikatakan metode kuantitatif karena data penelitian berupa angka-angka dan analisis menggunakan statistik.

2.2.3 Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Holcim Indonesia Tbk. pabrik Cilacap dengan objek penelitian adalah para pekerja pihak ketiga atau yang biasa disebut tenaga kontraktor.

2.2.4 Metode Pengumpulan Data

2.2.4.1 Kuisisioner (Angket)

Kuisisioner atau angket adalah metode pengumpulan data dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan tertulis kepada responden untuk menjawabnya. Adapun secara garis besar isi dari kuisisioner yang diajukan adalah sebagai berikut:

1. Profil Umum Responden

Pada bagian ini, berisi pertanyaan mengenai identitas responden secara umum seperti pendidikan responden, umur, lama bekerja dan posisi responden.

2. Pertanyaan kuisisioner

Bagian ini berisi pertanyaan yang berjumlah 41 pertanyaan. Responden diminta memilih satu jawaban yang mereka anggap paling tepat. Kuisisioner dibuat dengan skala gutman. Setiap jawaban pada kuisisioner di kodekan dengan menggunakan angka sebagai berikut :

- a) Variabel Tindakan Tidak Aman terdapat pada bagian A, pertanyaan nomor 1-15. Kode 1 untuk jawaban Tidak Pernah, kode 2 untuk jawaban Jarang, dan kode 3 untuk jawaban Sering.
- b) Variabel Pengetahuan terdapat pada bagian B. Pertanyaan nomor 1-10 diberi kode 1 untuk jawaban salah, dan kode 2 untuk jawaban benar.
- c) Variabel Beban Kerja terdapat pada bagian B. Pertanyaan nomor 1 dan 3-5 diberi kode 2 untuk jawaban Ya kode 1 untuk jawaban Tidak. Sedangkan pertanyaan nomor 3, diberi kode 1 untuk jawaban Ya, kode 2 untuk jawaban Tidak.
- d) Variabel Pengawasan terdapat pada bagian B. Pertanyaan nomor 1,3&4 diberi kode 2 untuk jawaban Ya, kode 1 untuk jawaban Tidak. Sedangkan pertanyaan nomor 2&5 diberi kode 1 untuk jawaban Ya, kode 2 untuk jawaban Tidak.
- e) Variabel Training/Pelatihan terdapat pada bagian B. Pertanyaan nomor 1-4 diberi kode 2 untuk jawaban Ya, kode 1 untuk jawaban Tidak. Sedangkan pertanyaan nomor 5, diberi kode 1 untuk jawaban Ya, kode 2 untuk jawaban Tidak.
- f) Variabel Manajemen Perusahaan terdapat pada bagian B. Pertanyaan nomor 1,2,4&5 diberi kode 2 untuk jawaban Ya, kode 1 untuk jawaban Tidak. Sedangkan pertanyaan nomor 3 diberi kode 1 untuk jawaban Ya, kode 2 untuk jawaban Tidak.

2.2.4.2 Metode Observasi

Mengamati langsung para kontraktor yang sedang bekerja di lapangan. Mencatat data-data hasil pengamatan di lapangan untuk dijadikan sebagai bahan penyelesaian masalah.

2.2.5 Populasi dan Sampel

Menurut Sulistyono-Basuki (2006:182) "Populasi adalah keseluruhan objek yang akan diteliti". Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh tenaga kontraktor di PT. Holcim Indonesia pabrik Cilacap.

Dalam penelitian ini penulis menggunakan teknik purposive sampling. Arikunto (2010:183) menjelaskan bahwa "purposive sampling dilakukan dengan cara mengambil subjek bukan didasarkan atas strata, random atau daerah tetapi didasarkan atas adanya tujuan tertentu". Kemudian Sugiyono (2010:85) menjelaskan bahwa purposive sampling adalah "teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu" [7]. Pertimbangan dalam penelitian ini adalah 5 perusahaan kontraktor PT. Holcim Indonesia Tbk. dengan jumlah pekerja tetap terbanyak yang memiliki area kerja di dalam pabrik. Sehingga, pekerja yang area kerjanya di luar pabrik, tidak termasuk dalam penelitian ini.

Menurut Arikunto (2006:112) mengatakan bahwa “apabila subjeknya kurang dari seratus, lebih baik diambil semua sehingga penelitiannya merupakan populasi. Tetapi, jika jumlah sampel besar, dapat diambil antara 10 – 15% atau 20 – 25% atau lebih”. Pendapat tersebut sesuai menurut Roscoe dalam Sugiyono (2011:90) “ukuran sampel yang layak dalam penelitian adalah antara 30 sampai 500” [8]. Dalam penelitian ini, populasi berjumlah 335 orang. Sampel ditentukan sebesar 20% dari total jumlah populasi. Sehingga didapat jumlah sampel sebanyak 71 pekerja dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 1. 2 Sampel penelitian

No.	Perusahaan Kontraktor	Kontraktor tetap	Sampel Penelitian
1	PT. Pincuran Sinanjung Mas	206 pekerja	42 responden
2	PT. Trisaka	38 pekerja	8 responden
3	PT. Truba Jaya Engineering	34 pekerja	8 responden
4	PT. Sederhana Jaya	33 pekerja	8 responden
5	PT. Abadi Sejati	24 pekerja	5 responden
Total		335 pekerja	71 responden

2.2.6 Teknik Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu analisis *univariat* dan *bivariat*. Analisis *univariat* bertujuan untuk melihat gambaran distribusi frekuensi dan presentase dari masing-masing variabel dependen dan independen. Sedangkan analisis *bivariat* bertujuan melihat hubungan atau korelasi antara dua variabel yaitu variabel dependen dan variabel independen. Analisis ini dilakukan dengan uji statistik menggunakan *chi square*. Besarnya alfa ditentukan 0,05 (=5%) dan interval kepercayaan (CI=95%). Maka dapat diasumsikan sebagai berikut :

- Kriteria hipotesis nol ditolak, jika nilai p-value $\leq 0,05$, maka dapat disimpulkan ada hubungan yang bermakna secara statistik.
- Kriteria hipotesis nol diterima, jika nilai p-value $> 0,05$, maka dapat disimpulkan tidak ada hubungan yang bermakna secara statistik.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Univariat

3.1.1 Umur

Tabel 3. 1 Umur responden

Usia	Jumlah(orang)	Persentase (%)
30	7	9,9
> 30 - 40	31	43,7
> 40 - 50	29	40,8
> 50 – 56	4	5,6
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.1 di atas dapat diketahui bahwa dari total 71 responden, mayoritas berada pada usia >30 - 40 dengan jumlah 31 karyawan atau sebesar 43,7%. Hal ini menunjukkan bahwa jika dilihat dari usia, kontraktor tetap di PT Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap sebagian besar pada usia yang produktif.

3.1.2 Jenis Kelamin

Tabel 3. 2 Jenis kelamin responden

Jenis Kelamin	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Laki-laki	71	100
Perempuan	0	0
Total	71	100,00

Berdasarkan tabel 3.2 di atas menunjukkan bahwa seluruh responden dalam penelitian ini berjenis kelamin laki-laki. Hal ini juga menunjukkan bahwa sebagian besar kontraktor di PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap berjenis kelamin laki-laki. Terdapat beberapa pekerja kontraktor perempuan di Holcim Cilacap, namun tidak dipekerjakan di lapangan atau tidak berurusan dengan mesin-mesin dalam proses produksi seperti admin, sekretaris, operator fotokopi, dan sebagainya.

3.1.3 Pendidikan

Tabel 3. 3 Status pendidikan responden

Pendidikan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
SD	15	21,1
SLTP	17	23,9
SLTA	36	50,7
Diploma	2	2,8
Sarjana	1	1,4
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.3 di atas dapat diketahui bahwa mayoritas responden berada pada pendidikan SLTA dengan jumlah 36 pekerja atau 50,7% dari total pekerja. Kemudian responden dengan tingkat pendidikan SLTP sebanyak 17 orang atau 23,9%.

3.1.4 Lama Masa Kerja

Tabel 3. 4 Lama masa kerja responden

Masa Kerja	Jumlah (orang)	Persentase (%)
1 tahun	26	36,6
> 1 – 3 tahun	7	9,9
> 3 – 5 tahun	6	8,5
> 5 tahun	32	45,1
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.4 di atas dapat diketahui bahwa mayoritas responden memiliki masa kerja >5 tahun dengan jumlah 32 karyawan atau 45,1%. Kemudian, responden dengan masa kerja <1 tahun sebanyak 26 orang atau 36,6%.

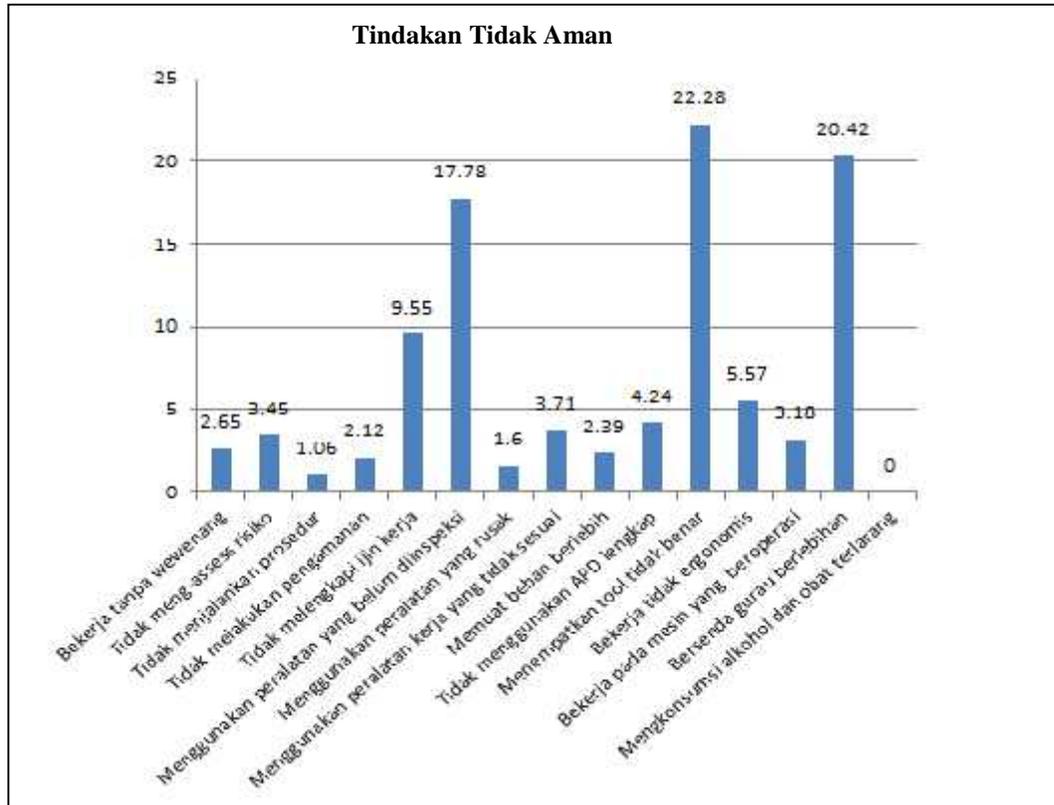
3.1.5 Frekuensi Tindakan Tidak Aman

Tabel 3. 5 Tindakan tidak aman responden

Tindakan Tidak Aman	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Tinggi	11	15,5
Rendah	60	84,5
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.5 di atas dapat diketahui bahwa mayoritas responden memiliki frekuensi tindakan tidak aman yang rendah yaitu sebanyak 60 responden atau 84,5% dari total responden. Dan 11 responden atau 15,5% memiliki frekuensi melakukan tindakan tidak aman yang tinggi.

Kemudian berdasarkan kuisisioner, diperoleh hasil beberapa tindakan tidak aman yang paling sering dilakukan oleh pekerja seperti pada tabel berikut ini:



Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa tindakan tidak aman yang paling banyak dilakukan yaitu menempatkan peralatan (tools) yang tidak benar, tidak pada tempatnya, baik saat bekerja maupun setelah bekerja yaitu sebanyak 22,28%. Kemudian bersenda gurau berlebihan pada saat bekerja sebanyak 20,42%. Dan menggunakan alat yang belum diinspeksi sebanyak 17,78%.

3.1.6 Pengetahuan

Tabel 3. 6 Pengetahuan responden

Pengetahuan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Baik	52	73,2
Kurang	19	26,8
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.6 di atas dapat diketahui bahwa dari 71 responden, mayoritas memiliki pengetahuan baik dengan jumlah 52 orang atau 73,2%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar kontraktor tetap PT Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap memiliki tingkat pengetahuan K3 yang baik.

3.1.7 Beban Kerja

Tabel 3. 7 Beban kerja responden

Beban Kerja	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Rendah	45	63,4
Tinggi	26	36,6
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.7 di atas dapat diketahui bahwa, mayoritas responden memiliki beban kerja yang rendah dengan jumlah 45 karyawan atau 63,4%. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja sebagian besar kontraktor tetap di PT Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap adalah rendah.

3.1.8 Pengawasan

Tabel 3. 8 Pengawasan

Pengawasan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Baik	63	88,7
Kurang	8	11,3
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.8 di atas dapat diketahui bahwa dari 71 responden, mayoritas menilai pengawasan sudah baik dengan jumlah 63 orang atau 88,7%. Hal ini menunjukkan bahwa pengawasan kerja terhadap kontraktor telah baik.

3.1.9 Pelatihan

Tabel 3. 9 Pelatihan responden

Pelatihan	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Baik	67	94,4
Kurang	4	5,6
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.9 di atas dapat diketahui bahwa mayoritas pekerja telah terlatih dengan baik dengan jumlah 67 orang atau 94,4%. Hal ini menunjukkan bahwa dilihat dari sisi pelatihan, kontraktor tetap PT Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap sebagian besar sudah memadai.

3.1.10 Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Tabel 3. 10 Manajemen keselamatan dan kesehatan kerja

Manajemen K3	Jumlah (orang)	Persentase (%)
Baik	60	84,5
Rendah	11	15,5
Total	71	100,00

Berdasarkan Tabel 3.10 di atas dapat diketahui bahwa dari 71 responden, mayoritas memiliki persepsi yang baik terhadap Manajemen K3 PT. Holcim Cilacap dengan jumlah 60 karyawan atau 84,5%. Hal ini menunjukkan bahwa Manajemen K3 PT Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap telah baik.

3.2 Analisis Bivariat

3.2.1 Hubungan Antara Pengetahuan dengan Tindakan Tidak Aman

Tabel 3. 6 Hubungan pengetahuan pekerja dengan tindakan tidak aman

		Frekuensi Tindakan Tidak Aman						P- Value
		Tinggi		Rendah		Total	%	
			%		%			
Pengetahuan	Kurang	3	4,2	16	22,5	19	26,8	0,967
	Baik	8	11,3	44	62	52	73,2	
	Total	11	15,5	60	84,5	71	100	

3.2.2 Hubungan Antara Beban Kerja dengan Tindakan Tidak Aman

Tabel 3. 12 Hubungan beban kerja dengan tindakan tidak aman

		Frekuensi Tindakan Tidak Aman						P- Value
		Tinggi		Rendah		Total	%	
			%		%			
Beban Kerja	Tinggi	6	8,5	20	28,2	56	36,6	0,179
	Rendah	5	7,0	40	56,3	45	63,4	
	Total	11	15,5	60	84,5	70	100	

3.2.3 Hubungan Antara Pengawasan dengan Tindakan Tidak Aman

Tabel 3. 7 Hubungan pengawasan dengan tindakan tidak aman

		Frekuensi Tindakan Tidak Aman						P- Value
		Tinggi		Rendah		Total	%	
			%		%			
Pengawasan	Kurang	2	2,8	6	8,5	8	11,3	0,430
	Baik	9	12,7	54	76,1	63	88,7	
	Total	11	15,5	60	84,5	71	100	

3.2.4 Hubungan Antara Pelatihan dengan Tindakan Tidak Aman

Tabel 3. 8 Hubungan pelatihan dengan tindakan tidak aman

		Frekuensi Tindakan Tidak Aman						P- Value
		Tinggi		Rendah		Total	%	
			%		%			
Pelatihan	Kurang	2	2,8	2	2,8	4	5,6	0,050
	Baik	9	12,7	58	81,7	67	94,4	
	Total	11	15,5	60	84,5	71	100	

3.2.5 Hubungan Antara Manajemen K3 dengan Tindakan Tidak Aman

Tabel 3. 9 Hubungan Manajemen K3 dengan tindakan tidak aman

		Frekuensi Tindakan Tidak Aman						P- Value
		Tinggi		Rendah		Total	%	
			%		%			
Manajemen K3	Kurang	4	5,6	7	9,9	11	15,5	0,037
	Baik	7	9,9	53	74,6	60	84,5	

Total	11	15,5	60	84,5	71	100
-------	----	------	----	------	----	-----

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

4.1.1 Karakteristik Responden

1. Sebagian besar responden memiliki tingkat pendidikan SLTA (50,7%), lama masa kerja paling banyak >5 tahun (45,1%), mayoritas pekerja berumur 30-40 tahun (43,7%).
2. Mayoritas pekerja berpengetahuan baik (73,2%), memiliki beban kerja rendah (63,4%). Pengawasan kerja telah baik (88,7%), dan persepsi terhadap Manajemen K3 juga baik (84,5%).
3. Tindakan tidak aman yang paling banyak dilakukan oleh para pekerja adalah penempatan peralatan kerja (tools) yang tidak benar (22,7%), bersenda gurau saat bekerja (20,5%), dan penggunaan peralatan kerja yang belum diinspeksi (18,8%).

4.1.2 Analisis Faktor-faktor Penyebab Tindakan Tidak Aman

1. Terdapat hubungan yang signifikan antara variabel pelatihan dengan tindakan tidak aman oleh tenaga kontraktor di PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap Periode 2016-2017 dengan nilai *probability* sebesar 0,050.
2. Terdapat hubungan yang signifikan antara variabel Manajemen K3 dengan tindakan tidak aman oleh tenaga kontraktor di PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap Periode 2016-2017 dengan nilai *probability* sebesar 0,037.
3. Tidak ada hubungan yang signifikan antara variabel pengetahuan, pengawasan, dan beban kerja dengan tindakan tidak aman oleh tenaga kontraktor di PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap dengan p-value pengetahuan = 0,967, pengawasan = 0,430, beban kerja = 0,179.

4.2 Saran

1. Meningkatkan pelatihan bagi para tenaga kontraktor.
2. Meninjau kembali manajemen penggantian APD bagi para pekerja kontraktor.
3. Memberlakukan kebijakan perusahaan mengenai K3 dengan optimal dan tegas, seperti *reward* dan *punishment*.

1.4 Daftar Pustaka

- [1] Agiviana, Anisa P, 2015. *Analisis Pengaruh Persepsi, Sikap, Pengetahuan dan Tempat Kerja Terhadap Perilaku Keselamatan Karyawan*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- [2] PT. Holcim Indonesia. 2016. *Health and Safety Departmen*.
- [3] Pratiwi, Ayu Diah. 2012. *Analisis Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Tindakan Tidak Aman (Unsafe Act) Pada Pekerja Di PT. X Tahun 2011*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- [4] Sulistiyono, Ninoy Yudhistya. 2013. *Gambaran Asupan Gizi Dan Aktivitas Fisik Mahasiswa Ilmu Keolahragaan Universitas Pendidikan Indonesia*. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia.
- [5] Suma'mur, 1981. *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*, Jakarta. Haji Masagung.
- [6] Gunawan, W. Adi. 2007. *The Secret of Mindset*. Jakarta. Gramedia.
- [7] Winarsunu, Tulus. 2008. *Psikologi Keselamatan Kerja*. Malang : UMM Press.
- [8] Ridiansah, Panji Nugraha. 2013. *Pengaruh Self-Esteem Terhadap Motivasi Bertanding Pada Atlet UKM Sepak Bola Universitas Pendidikan Indonesia*. Skripsi. Universitas Pendidikan Indonesia.
- [9] Sugiyono, 2009. *Statistik Untuk Penelitian*. Bandung. CV. Alfabeta.
- [10] Halimah, Siti. 2010. *Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Perilaku Aman Karyawan di PT.SIM Plant Tambun II Tahun 2010*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatulloh.

PERANCANGAN TATA LETAK GUDANG KANTONG SEMEN MENGUNAKAN METODE *CLASS-BASED STORAGE* DAN *DEDICATED STORAGE*

Joni Wijayanto¹, R. Grenny Sudarmawan², Hendra Susanto³

¹Jurusan Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri Semen Politeknik Negeri Jakarta

, Tuban-Jawa Timur, +6289668889919, joniwijayanto.holcim@gmail.com

²Politeknik Negeri Jakarta

³PT Holcim Indonesia Tbk

Abstrak

Permasalahan yang sering terjadi pada sebuah perusahaan yaitu penggudangan. Penggudangan ini meliputi layout, material handling dan persediaan. Kebijakan penggudangan akan berpengaruh pada kinerja perusahaan dalam memenuhi kebutuhan pelanggan.

PT Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban merupakan perusahaan semen yang memiliki masalah dalam penggudangan kantong semen. Terdapat 5 jenis kantong semen yang disimpan digudang kantong semen PT Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban. Layout gudang kantong semen tersebut belum didasarkan pada pengelompokan jenis kantong semen serta prioritas penggunaannya. Belum adanya akses untuk forklift menyebabkan proses penyimpanan dan pengeluaran tidak terkontrol dengan baik. Layout gudang pun belum menyediakan akses bagi pengelola gudang untuk memeriksa kondisi kantong semen yang telah disimpan didalam gudang. Sehingga kondisi kantong semen pun tidak bisa terpantau dengan baik.

Tugas akhir ini menyimpulkan bahwa dengan perancangan layout gudang menggunakan metode *class-based storage* dan *dedicated storage* dengan mempertimbangkan pemakaian kantong semen dan kebutuhan akses dapat memperlancar arus penggudangan kantong semen. Solusi ini menghasilkan sistem penggudangan yang terkontrol. Hasilnya, sistem penggudangan yang baik akan dapat meningkatkan performa kinerja perusahaan khususnya dalam proses produksi semen kantong.

Kata Kunci: Penggudangan, layout, *class-based storage*, *dedicated storage*.

Abstract

The problem that often occurs in a company is warehousing. These warehouses include layout, handling and inventory. Warehouse policy will affect the performance of the company in a sufficient customer demand.

PT Holcim Indonesia Tbk, Tuban Plant is a cement company that has problem in warehousing of cement bag. There are 5 types of cement bags stored in the warehouse in PT Holcim Indonesia Tbk, Tuban Plant. The layout of the cement bag warehouse is not based on the classification of the type of cement bag yet as well as the priority of its use. The absence of access for forklift causes the storage process and expenditure not controlled properly. Warehouse layout has not provided access for warehouse managers to check the condition of cement bag that have been stored in the warehouse. So, the condition of cement bag can not be monitored regularly.

This final task concludes that by designing warehouse layout using class-based storage and dedicated storage method by considering the use of cement bag and access requirement can facilitate the flow of cement bag storage. This solution produces a controlled warehouse system. The result, a good warehousing system will be able to improve the performance of the company especially in the production process of bagged cement.

Keywords: Warehousing, layout, class-based storage, dedicated storage.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gudang penyimpanan kantong semen PT Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban memiliki masalah dalam *layout* penyimpanan kantong semen. Belum adanya panduan *layout* membuat proses penyimpanan pada gudang belum teratur. Penyimpanan kantong semen yang berbeda jenis masih disimpan tercampur satu sama lain. Hal ini menyebabkan kantong semen yang masih terbungkus sulit dibedakan jenisnya. Penyimpanan kantong semen yang diletakan diatas palet pun belum mempertimbangkan akses untuk *forklift* sebagai alat *material handling* serta akses untuk pemeriksaan kondisi kantong semen bagi pengelola gudang. Kondisi ini memunculkan masalah, yaitu pengambilan kantong semen tidak sesuai dengan prinsip *FIFO (First In First Out)* yang diterapkan. Adapun tidak adanya akses untuk pemeriksaan kantong semen berdampak pada tidak terkontrolnya kualitas dan kondisi kantong semen yang berada didalam gudang. Berakar dari permasalahan ini maka diperlukan *layout* gudang yang tepat dalam penggudangan kantong semen pada PT. Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang *layout* gudang yang sesuai untuk penyimpanan kantong semen pada gudang kantong semen PT. Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Analisa Kebutuhan Kantong Semen

Analisa kebutuhan kantong semen bertujuan untuk mengetahui kebutuhan masing-masing jenis kantong semen pada proses produksi. Data kebutuhan kantong semen diambil dari data pengiriman semen kantong harian dari bulan Januari 2017 sampai dengan Mei 2017. Data pengiriman kantong semen diakses melalui *SAP (System Application and Product in data processing)* PT Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban.

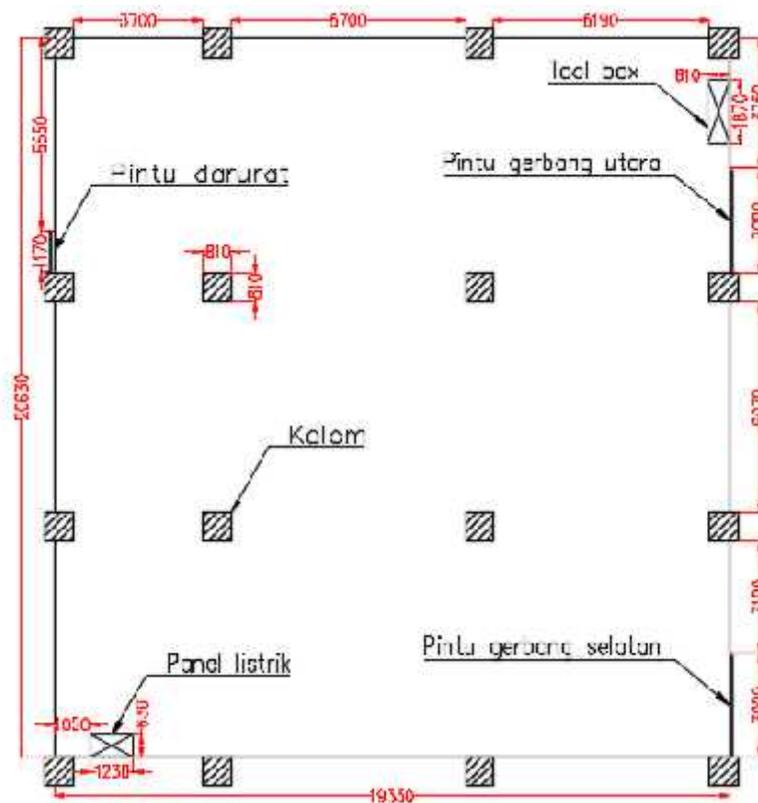
2.2 Perancangan *Layout* Gudang

Perancangan *layout* didasarkan pada hasil analisa kebutuhan kantong semen. Presentase pengiriman masing-masing jenis kantong semen menentukan presentase masing-masing tipe kantong semen didalam gudang. Perancangan ini menggunakan metode kombinasi, yaitu metode *class-based storage*, penempatan bahan atau material berdasarkan atas kesamaan suatu jenis bahan atau material kedalam suatu kelompok dan *dedicated storage*, aplikasi kebijakan yang menempatkan satu jenis bahan atau material di tempat yang khusus hanya untuk bahan atau material tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Ukuran dan Kondisi Gudang

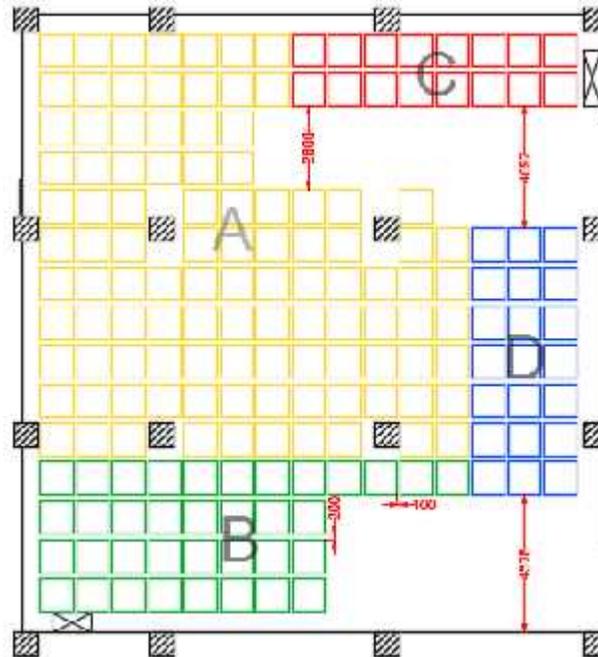
Ukuran gudang kantong Semen PT. Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban dapat dilihat pada gambar.1. Ukuran dari gudang adalah 20630 mm x 19330 mm. Gudang memiliki 16 kolom yang masing-masing berukuran 80 mm x 810 mm. Gudang dilengkapi dengan tiga pintu, dua pintu utama untuk akses keluar masuk barang, yaitu pintu gerbang selatan dan pintu gerbang utara, serta satu pintu darurat yang berfungsi sebagai pintu tambahan ketika terjadi keadaan yang membahayakan. Didalam gudang terdapat juga panel listrik yang berfungsi sebagai control lampu penenrangan area gudang dan sekitarnya. Terdapat pula *tool box* digunakan untuk menyimpan peralatan kebersihan dan peratan lain yang digunakan dalam operasional gudang.



Gambar.1 Ukuran dan Kondisi Gudang

3.2 Layout Gudang

Layout gudang kantong semen saat ini dapat dilihat pada gambar.2.



Gambar.2 Layout Gudang Saat Ini

Penjelasan gambar.2 dapat dilihat pada tabel.1 berikut ini

Tabel.1 Jumlah Kantong Semen dalam Gudang Saat Ini

No.	Area	Jenis Kantong Semen	Jumlah Tumpukan (palet)	Jumlah Palet	Jumlah Kantong	Persentase
1	A	Holcim serba guna 40kg <i>pasted bag</i>	2	203	812.000	51%
2	B	Holcim serba guna 50kg <i>pasted bag</i>	2	72	288.000	18%
3	C	Holcim serba guna 40 kg <i>plastic bag</i>	2	32	208.000	13%
4	D	Holcim serba guna 50 kg <i>plastic bag</i>	2	42	273.000	17%
Total					1581.000	100%

Pada *layout* gudang yang diterapkan, penempatan kantong semen masih tercampur satu jenis kantong dengan jenis kantong lainnya. Hal ini meyebabkan kesulitan dalam membedakan jenis kantong semen yang disimpan dalam gudang. *Layout* belum memepertimbangkan ukuran akses untuk *forklift* yang digunakan. *Forklift* memiliki ukuran panjang 3.805 mm, lebar 1.275 mm serta diagonal 4.012,9 mm. Dengan demikian, maka sistem *FIFO* yang diterapkan pada gudang pun belum dapat dilaksanakan. Tidak terdapatnya gang untuk akses pemeriksaan kantong semen juga berakibat tidak

terkontrolnya kualitas serta kondisi kantong semen. Selain itu layout yang diterapkan menghalangi akses menuju pintu darurat serta panel listrik. Kondisi ini tentu sangat merugikan dan membahayakan karena kantong semen akan menghambat bahkan menutup akses pintu darurat serta panel listrik ketika sedang dibutuhkan atau terjadi sesuatu yang bahaya.

3.3 Perancangan Layout Gudang Usulan

3.3.1 Analisa Kebutuhan Kantong Semen

Jumlah pengiriman semen kantong yang sudah dirangkum per bulan, mulai dari bulan Januari 2017 sampai Mei 2017 dapat dilihat pada table.2.

Tabel.2 Jumlah Pengiriman Semen Kantong Bulan Januari 2017 – Mei 2017

No.	Jenis Kantong Semen	Jumlah Pengiriman (ton)					Rata-rata (ton)
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	
1	Holcim serba guna 40 kg bag <i>plastic bag</i>	6.795,92	5.999,96	5.998	4.828	7.634	6.251,18
2	Holcim serba guna 40kg <i>pasted bag</i>	44.282	40.530,06	45.206,99	47.318	55.918,24	46.651,06
3	Holcim serba guna 50 kg bag <i>plastic bag</i>	4.956	3.315,95	2.708	1.798	3.096	3.174,79
4	Holcim serba guna 50kg <i>pasted bag</i>	9.236	7.108	9.111,95	10.756	9.951,3	9.232,65
5	Holcim serbaguna 50 kg <i>plastic-onlysling</i>	0	0	0	2.112	888	600

Data jumlah pengirim semen kantong diolah menjadi data presentase pengiriman semen kantong pada masing-masing jenis semen kantong. Data ini akan dijadikan acuan untuk menentukan presentase jumlah masing-masing jenis kantong semen yang akan disimpan didalam gudang. Tabel.3 menunjukkan persentase pengiriman semen kantong dari bulan Januari 2017 sampai Mei 2017.

Tabel.3 Persentase Pengiriman Semen Kantong Bulan Januari 2017-Mei 2017

No.	Jenis Kantong Semen	Persentase Pengiriman					Rata-rata
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	
1	Holcim serba guna 40 kg <i>plastic bag</i>	10.41%	10.53%	9.52%	7.46%	9.85%	9.56%
2	Holcim serba guna 40kg <i>pasted bag</i>	67.84%	71.16%	71.73%	73.13%	72.16%	71.21%
3	Holcim serba guna 50 kg bag <i>-plastic bag</i>	7.59%	5.82%	4.30%	2.78%	4.00%	4.90%
4	Holcim serba guna 50kg <i>pasted bag</i>	14.15%	12.48%	14.46%	16.62%	12.84%	14.11%
5	Holcim serbaguna 50 kg <i>plastic-onlysling</i>	0.00%	0.00%	0.00%	3.26%	1%	0.88%

3.3.2 Perhitungan Aisle

Aisle dihitung dengan mempertimbangkan akses untuk *forklift* serta pengelola gudang. *Forklift* mengharuskan gerakan manuver ketika beroperasi, oleh karena itu perhitungan *aisle* didasarkan pada jarak diagonal forklif yang digunakan. *Forklift* memiliki ukuran panjang 3.805 mm dan lebar 1.275 mm, maka ukuran diagonal *forklift* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Diagonal} &= \sqrt{p^2 + l^2} && \text{[Persamaan.1]} \\
 &= \sqrt{(3.805 \text{ mm})^2 + (1.275 \text{ mm})^2} \\
 &= \sqrt{1.447.8025 \text{ mm}^2 + 1.625.625 \text{ mm}^2} \\
 &= \sqrt{16.103.650^2} \\
 &= 4.012.94 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

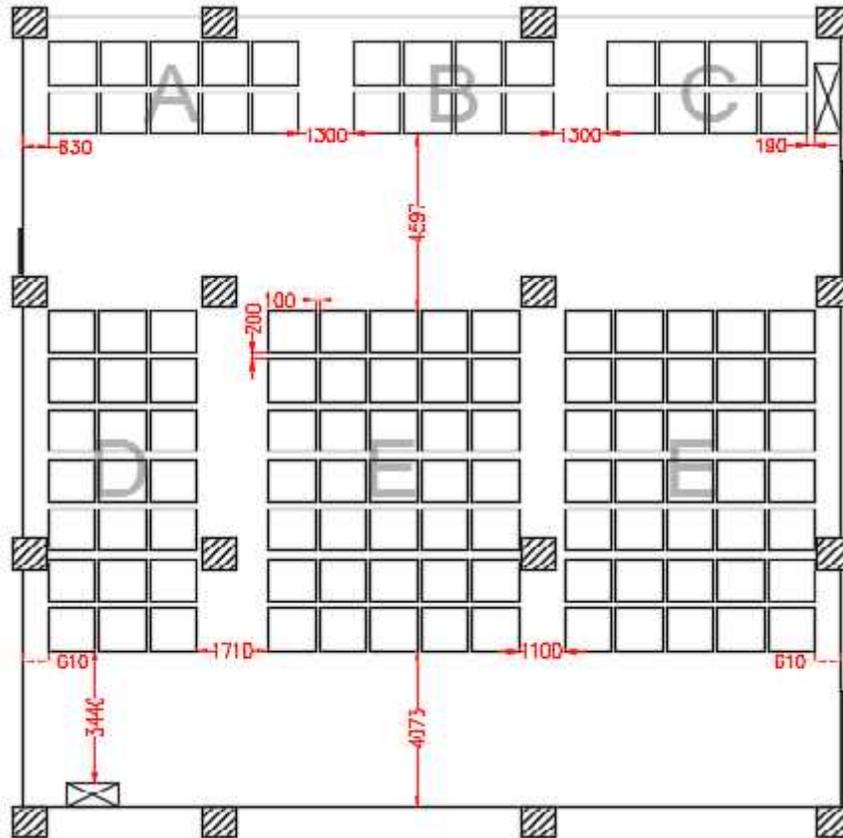
3.3.3 Penentuan Jarak Antar Palet

Penataan setiap operator *forklift* terhadap susunan palet berbeda-beda, oleh karena itu perhitungan jarak antar palet ditetapkan berdasarkan pengamatan dilapangan secara langsung. Berdasarkan pengamatan, penataan palet memiliki kecenderungan jarak antara 100 mm sampai dengan 200 mm. Maka jarak inilah yang ditetapkan sebagai jarak antar palet.

3.3.4 Perancangan Layout Gudang Usulan

Dasar yang digunakan dalam perancangan layout usulan gudang kantong semen adalah ukuran gudang saat ini yaitu 20630 mm x 19330 mm dan luas gang yang dibutuhkan untuk *forklift* sebagai *material handling* yaitu 4.012.94 mm. Antar palet memiliki jarak antara 100 mm sampai dengan 200 mm. Selain itu akses untuk panel listrik dan pintu gawat darurat juga dipertimbangkan.

Berdasarkan jenis kantong semen yang dibutuhkan maka banyak kelompok penempatan kantong semen dalam gudang adalah 4 kelompok. Dari perhitungan presentase jumlah masing-masing kantong semen, tipe holcim serba guna 40 kg *plastic* bag memiliki presentase jumlah rata-rata 9,56%, holcim serba guna 40 kg *pasted* bag memiliki presentase jumlah rata-rata 71,21%, holcim serba guna 50 kg *plastic* bag memiliki presentase jumlah rata-rata 4,9%, holcim serba guna 50 kg *pasted* bag memiliki presentase jumlah rata-rata 14,11%, holcim serbaguna 50 kg *plastic-onlysling* memiliki presentase jumlah rata-rata 0,88%. Layout usulan gudang kantong semen dapat dilihat pada gambar.3.



Gambar.3 Layout Usulan Gudang Kantong Semen

Jika dibandingkan dengan kondisi sebenarnya digudang, terlihat perbedaan dengan dikelompokkannya kantong semen berdasarkan jenisnya. Perbedaan lainnya terletak pada ukuran gang untuk forklift. Ukuran gang disesuaikan dengan ukuran diagonal forklift supaya mempermudah proses penyimpanan maupun pengambilan barang di gudang. Selain itu ditambahkan pula akses untuk pemeriksaan kondisi kantong semen pada beberapa sisi area penyimpanan masing-masing jenis kantong semen, dan ditambahkan pula akses untuk panel listrik serta pintu gawat darurat sebagai pertimbangan keselamatan di gudang.

Perbandingan persentase jumlah pengiriman dengan persentase jumlah masing-masing jenis kantong semen pada layout sekarang dan layout usulan dapat dilihat pada tabel.4.

Tabel.4 Perbandingan persentase jumlah pengiriman dengan persentase jumlah masing-masing jenis kantong semen

No.	Jenis Kantong Semen	Persentase		
		Pengiriman	Layout Sekarang	Layout Usulan
1	Holcim serba guna 40 kg <i>plastic bag</i>	9.56%	13.16%	14.03%
2	Holcim serba guna 40kg <i>pasted bag</i>	71.21%	51.36%	60.42%
3	Holcim serba guna 50 kg <i>plastic bag</i>	4.90%	17.27%	6.91%
4	Holcim serba guna 50kg <i>pasted bag</i>	14.11%	18.22%	18.13%
5	Holcim serbaguna 50 kg <i>plastic-onlysling</i>	0.88%	-	0.52%

Perbandingan ketersediaan akses pada layout sekarang dan layout usulan dapat dilihat pada tabel.5.

Tabel. 5 Perbandingan Ketersediaan Akses pada Layout Sekarang dan Layout Usulan

No	Jenis Akses	Ketersediaan	
		Layout Sekarang	Layout Usulan
1	Akses forklift	Tidak ada	Ada
2	Akses panel listrik	Tidak ada	Ada
3	Akses pintu gawat darurat	Tidak ada	Ada
4	Akses pemeriksaan kondisi kantong	Tidak ada	Ada

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengumpulan dan pengolahan data dengan metode class-based storage dan dedicated storage pada gudang kantong semen PT Holcim Indonesia Tbk Pabrik Tuban, maka didapat beberapa kesimpulan , antara lain:

1. Rata-rata persentase pengiriman pada bulan januari 2017 sampai dengan bulan Mei 2017 untuk jenis semen kantong Holcim serba guna 40 kg *plastic bag* adalah 9,56%, untuk jenis semen kantong Holcim serba guna 40 kg *pasted bag* adalah 71,21%, untuk jenis semen kantong Holcim serba guna 50 kg *plastic bag* adalah 4,9%, untuk jenis semen kantong Holcim serba guna 50 kg *pasted bag* adalah 14,11%, dan untuk jenis semen kantong Holcim serba guna 50 kg *plastic-onlysling* adalah 0,88%.

2. Jumlah kebutuhan luas lantai untuk jenis kantong Holcim serba guna 40 kg plastic bag adalah 15,652 m², untuk jenis kantong Holcim serba guna 40 kg *pasted bag* adalah 118,3 m², untuk jenis kantong Holcim serba guna 50 kg *plastic bag* adalah 12,48 m², untuk jenis kantong Holcim serba guna 50 kg *pasted bag* adalah 32,76 m², untuk jenis kantong Holcim serba guna 50 kg *plastic-onlysling* adalah 12,48 m².
3. Ukuran *aisle* untuk *forklift* sebagai material handling adalah 4,012 m

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada Bapak R. Grenny Sudarmawan dan Bapak Hendra Susanto yang telah membimbing dalam proses pembuatan tugas akhir, serta PT. Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban yang telah memberi kemudahan dalam pengambilan data untuk menyelesaikan penulisan makalah ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. John Warman. 1995. Manajemen Pergudangan Diterbitkan Secara Gotong Royong Oleh Lembaga Pendidikan Pembinaan Manajemen. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- [2]. Faisal Rahman dan Tony Hartono Bagio, “Sistem Informasi Inventory Dengan Menggunakan Metode *First In First Out (FIFO)*”, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Narotama.
- [3]. Nur Bahaga, Senator. 2006. Sistem Inventori. Bandung. Penerbit ITB.
- [4]. Zulfikarijah, Fien. 2005. Manajemen Persediaan. Malang. Universitas Muhammadiyah Malang.
- [5]. <http://www.mitforklift.com>, *Key Specifications: FD15-35NT Series*.