

# Seminar Nasional Teknik Mesin dan Pameran Poster Penelitian Politeknik Negeri Jakarta



**KAMIS, 24 APRIL 2014**

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
Jln. Prof. Dr. G. A. Siwabessy,  
Kampus Universitas Indonesia, Depok

## PROSIDING A

**“Penguatan Kompetensi Teknologi Manufaktur,  
Rekayasa Material, dan Konversi Energi  
Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan  
Sebagai Penunjang Kewirausahaan”**



## KATA PENGANTAR

Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta harus dan akan selalu mengeksplorasi kemampuan civitas akademiknya untuk memperbaharui pengetahuan, jejaring akademis dan kompetensinya, sehingga civitas akademik Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta mampu bersaing di dunia kerja maupun ilmu pengetahuan dan teknologi.

Pertumbuhan jumlah lulusan setiap tahun meningkat terus seperti deret ukur, pertumbuhan jumlah lulusan ini tentu saja harus diikuti oleh peningkatan kualitas kompetensi lulusan. Kualitas kompetensi lulusan selama ini masih berorientasi menjadi pekerja atau karyawan perusahaan. Sementara itu, pada saat ini pertumbuhan ekonomi belum diikuti oleh pertumbuhan lapangan kerja sektor riil yang bisa menampung lulusan, sehingga pertumbuhan jumlah lulusan tidak sebanding dengan pertumbuhan lapangan kerja formal berkualitas.

Berdasarkan konsep pemikiran di atas, maka civitas akademik Teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta bersama peneliti, akademisi dan praktisi industri telah menyelenggarakan seminar untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan.

Seminar ini diselenggarakan dengan konsep: “melengkapi dan meningkatkan kompetensi mahasiswa dan lulusan dalam berwirausaha, dalam bidang yang sesuai dengan kompetensi yang diperoleh selama mengikuti kuliah di jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta”. Oleh karena itu, seminar ini telah melibatkan banyak pihak yang dipandang mempunyai kemampuan yang dapat mewakili peran sebagai akademisi, peneliti, praktisi industri dan pengusaha. Seminar ini diharapkan bisa menjadi inspirasi dan motivasi bagi mahasiswa dan atau lulusan untuk tidak hanya mampu menjadi karyawan atau pekerja saja tetapi juga dapat menciptakan peluang kerja atau menjadi pengusaha, berbasis penelitian.

Aspek utama yang menjadi tantangan dan harapan bagi para akademisi, peneliti, praktisi industry dan pengusaha adalah kemampuan dan kompetensi lulusan yang tidak harus bergantung kepada pemilik modal. Ketersediaan lapangan kerja bagi lulusan dan oleh lulusan itu sendiri yang berbasis riset dan teknologi ramah lingkungan menjadi tantangan kedua. Seminar yang telah dilaksanakan ini diharapkan dapat menjawab tantangan tersebut. Berdasarkan konsep pemikiran di atas, maka civitas akademik Teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta telah mengundang para peneliti, akademisi dan praktisi industri dan pengusaha untuk ikut berpartisipasi mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi terapan yang ramah lingkungan untuk mendorong pengembangan usaha, dalam bentuk SEMINAR NASIONAL dengan tema:

**“PENGUATAN KOMPETENSI TEKNOLOGI MANUFAKTUR, REKAYASA MATERIAL, DAN KONVERSI ENERGI BERBASIS TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN SEBAGAI PENUNJANG KEWIRAUSAHAAN”**

Atas berkat dan rahmat Tuhan Yang Maha Esa, maka seminar yang dimaksud di atas telah berhasil dilaksanakan dengan baik.

Hasil seminar disusun dalam bentuk artikel atau tulisan yang dimuat dalam prosiding seminar nasional ini.

Buku prosiding ini telah disusun memuat semua tulisan hasil pemikiran para civitas akademik, baik dosen, peneliti dan mahasiswa. Tulisan-tulisan dalam prosiding ini diharapkan menjadi jawaban, menumbuhkan inspirasi, ide dan konsep yang menjawab tantangan di atas.

Buku prosiding ini disusun dalam 2 tingkatan: tingkat A dan tingkat B. Tingkat A memuat tulisan dengan kualitas yang lebih baik dari pada tulisan yang dimuat dalam prosiding tingkat B. Semua tulisan yang telah diseminarkan tidak ada yang diabaikan, dengan pertimbangan bahwa tulisan-tulisan tersebut merupakan hasil pemikiran yang bagus, hanya cara mengungkapkannya yang masih harus ditingkatkan. Selain itu, judul atau tulisan-tulisan tersebut dapat menjadi inspirasi tumbuhnya ide atau konsep baru yang lebih baik.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

- Prof. Dr. Ir. M. Nasikin, M.Eng. (Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia)
- Dr. Eng. Dicky Burhan, M.Eng. (General Manager PT. ASTRA DAIHATSU MOTOR)
- Andar Nugraha Sofian, Mcom.MIntBuss (Pengusaha Mesin Pertanian PT. MITRA BALAI INDUSTRI)

yang telah bersedia menjadi pembicara sebagai nara sumber dan berbagi pengetahuan dalam seminar ini.

Panitia menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

- para sponsor yang mendukung suksesnya seminar ini dalam bentuk saran maupun dana.
- para undangan, pemakalah dan para tamu, baik sebagai dosen dan mahasiswa yang telah ikut hadir berpartisipasi dalam seminar ini.
- anggota panitia yang mendukung terlaksananya seminar ini.

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta berharap seminar ini dapat dilanjutkan dalam bentuk kerja sama yang lebih konkrit, baik dengan pihak peneliti dan pihak praktisi industry dalam bidang penelitian terapan di masa yang akan datang.

Tidak lupa, panitia juga menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya atas kekurangan dalam pelayanan dan pelaksanaan seminar ini.

Semoga seminar ini akan menjadi kegiatan tahunan yang akan melibatkan lebih banyak lagi pihak-pihak yang kompeten dalam bidang teknologi yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Depok, 13 Juni 2014

Ketua Panitia

Dr. Drs. Agus Edy Pramono, ST. M.Si.

**SUSUNAN PANITIA**

Pelindung

Abdillah S.E. M.Si. (Direktur Politeknik Negeri Jakarta)

Panitia Pengarah

Dr. Drs. A. Tossin Alamsyah,ST.,MT.

Penanggung Jawab

Tatun Hayatun Nufus, M.Si.

Ketua Seminar Nasional Teknik Mesin 2014

Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si.

Tim Reviwer

Dr. Drs. Agus Edy Pramono, S.T., M.Si.

Dr. Dianta Mustofa Kamal, M.T.

Rahmat Subarkah, M.T.

Dr. Belyamin, M.Sc. B.Eng.

Dr. Aryo Sunar Baskoro, M.T.

Dr. Bambang Sugiyono

Minto Rahayu, S.S., M.Si.

Dr. Cand. Benhur Nainggolan.

Dr. Cand. Jannus

Vika Rizkia, M.T.

Dr. Dwi Rahmalina.

Fitri Wijayanti, S., Si., M.Eng.

Candra Damis W., M.T.

Keynote Speaker

Prof. Dr. Ir. M. Nasikin, M.Eng. (Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia)

Dr. Eng. Dicky Burhan, M.Eng. (General Manager PT. ASTRA DAIHATSU MOTOR)

Andar Nugraha Sofian, Mcom.MIntBuss (Pengusaha Mesin Pertanian PT. MITRA BALAI INDUSTRI)

Panitia Pelaksana Kegiatan

Amril

Andi Ulfiana

Ariek Sulistyowati

Arif Budi Hartono

Asep Apriana

Budi Prianto

Dewin Purnama

Dianta Mustofa Kamal

Estuti Budimulyani

Fuad Zainuri

Gun Gun Ramdhan Gunadi

Haidir Juna

Haolia Rahman

Hasnah Syarif

Indriyani Rebet

Lia Chulyana

Memed Sumantono

Minto Rahayu

Munjili

Nuryanti

R. Grenny Sudarmawan

Rahmat Subarkah

Slamet Supriyadi

Surasto

Vika Rizkia

Wardah Hanafiah

Wasiati Sri Wardhani



DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b>	
<b>Kata Pengantar</b> .....	i
<b>Susunan Panitia</b> .....	iii
<b>Daftar Isi</b> .....	iv
<b>Bidang Konversi Energi</b>	
Studi Parametrik Pemisahan Energi Aliran Udara dalam Tabung Vorteks Menggunakan Model Aliran Viscous $\kappa$ - $\epsilon$ .....	1
Optimalisasi <i>Fuel System Caterpillar Engine</i> 3406 Serial Number 5ek62877 .....	11
Analisa Kerusakan <i>Turbine Wheel</i> pada <i>Turbocharger C32 Marine Engine Serial Number RXB02366</i> .....	17
Studi Pola Kerusakan <i>Combustion Liner</i> pada Turbin Gas (GE MS90001E) Unit 3 PLTGU di PT PJB UPHB Muara Karang .....	23
Analisis Briket Serabut Tempurung Kelapa dengan <i>Styrofoam</i> Guna Meningkatkan Kalor dan Titik Nyala .....	31
Efisiensi Penggantian Oli Transmisi Otomatis / ATF dengan Alat Bantu Ganti ATF .....	39
Analisa Penyebab Vibrasi pada Pompa Sentrifugal Kapasitas 150 M3/Jam dan Head 90 Meter untuk Pompa Hidran .....	45
Balancing Rotor AC Menggunakan Mesin <i>Schenck AG CAB 590</i> .....	55
Penghematan Energi pada Sistem Pemompaan dengan Membandingkan Hasil Antara <i>Throttling Control Valve</i> Dengan <i>Variable Speed Driver</i> .....	65
Modifikasi <i>Zeolit</i> Alam Bayah untuk <i>Prasintesa Benzena, Toluena, Xilena (BTX)</i> dari Minyak Goreng Bekas .....	69
<b>Bidang Manufaktur, Kontruksi dan Perawatan</b>	
Analisis Pengaruh <i>Sequence Time Flapper Valve</i> Terhadap Pendinginan <i>Klinker</i> dan <i>Dusty Condition</i> di <i>Cooler</i> .....	77
Modifikasi Sistem <i>Dust Collector 564 – BF1</i> untuk Mengurangi Frekuensi Stop <i>Finish Mill 4</i> .....	89
Analisis <i>Blocking Material</i> di <i>Inlet Chute Secondary Crusher</i> untuk Mengurangi <i>Lack of Feed</i> .....	93
Perancangan Sistem Pergudangan Bahan Baku dengan Metode FIFO untuk Memaksimalkan Pengurangan Kadar Air .....	101
Modifikasi <i>Venting Hood</i> untuk Mengurangi Emisi Debu dan Penyumbatan <i>Duct Bag Filter</i> .....	107
Modifikasi PLC untuk Optimasi Alat Transport Material Silica Pasir Besi Narogong 2 .....	115
Rancang Bangun Mesin Pengayak Gradasi Pasir Dengan Tiga Saringan .....	121
Perancangan <i>Bypass Duct Coal Mill L63-RM1</i> untuk Meningkatkan <i>Drying Temperature</i> ...	127
Penambahan Lapisan Kuku Pencacah Limbah untuk Memperpanjang Masa Pakai .....	133
Modifikasi Sistem Pencurahan Material <i>Auto Cycle</i> menjadi <i>Auto Non-Cycle</i> Berbasis PLC ...	239
Penambahan Pengarah Material Untuk Memposisikan Umpan K8B-BC1 Berada Ditengah Belt .....	145
Modifikasi 51B-MW2 untuk Mengurangi Komposisi <i>Clinker</i> Halus yang Masuk pada 515-3B1 .....	151
Rancang Bangun Plant Opstation Sebagai Visualisasi Pengisian <i>Clinker Raw Material</i> .....	159
Peningkatan Effect Pendinginan pada <i>Raw Mill Plant</i> Narogong-2 .....	165
Analisis <i>Burnability Clinker</i> Terhadap Pengaruh Penambahan <i>Flux</i> .....	169
Perancangan <i>Centrifuge</i> untuk <i>Pre-treatment</i> Limbah <i>Glycol</i> Sebagai Umpan <i>Insinerator</i> .....	173
Manajemen Perawatan Alat Berat PT. X Terhadap <i>Customer</i> .....	181
Rancang Bangun Mesin Pemotong Pelat Dengan Memodifikasi Gerinda Tangan .....	187
Rancangan <i>Hydrofoil Impeller</i> pada <i>Biodigester</i> yang Dilengkapi <i>Baffle</i> untuk Meningkatkan Produktifitas Biogas .....	191
Analisa Kerusakan <i>Cylinder Head</i> pada <i>Engine Marine 3412 Caterpillar</i> dengan S.N	

3JK00737 .....	197
Rancang Bangun Perkakas Tekan Pembuat Cetakan Kue .....	203
Perancangan <i>Filter Coalescer</i> Pada Pipa Gas di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas .....	209
<i>Reverse</i> Alat Pemindah Air Minum Kemasan Galon dari Sistem Pompa Menjadi <i>Vacum</i> .....	217
Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai dengan Sirkulasi Air .....	223
Perbandingan Konsumsi Energi pada Sistem Fan dengan Menggunakan <i>Damper</i> dan <i>Variable Speed Driver</i> (VSD) .....	229
Perawatan dan Perbaikan <i>Spindle Wheelhead</i> di Mesin <i>Rabbit 3MZ 147D</i> di PT SKF Indonesia .....	237
Rancang Mesin Penuang Adonan Kue .....	241
Perencanaan <i>Wireline Winch Unit</i> dengan Maksimum Beban 1.5 Ton Panjang 25000 <i>Feet</i> ...	247
Rancang Bangun Mesin Pengupas Serabut dan Batok Kelapa .....	253
Rancang Bangun Alat Pencetak Rengginang Mangkok Berkapasitas 16 Buah per Proses .....	259
Analisis Kerusakan <i>Cylinder Stick Excavator 320D</i> .....	265
Rancang Bangun Perkakas Tekan Penghasil Plat Aluminium Berbentuk Wayang .....	269
Rancang Bangun Alat Pengering Serpihan Sampah Plastik .....	273
Rancang Bangun Mesin Pencuci dan Pengepak Telur Untuk Membantu Produksi Telur Asin...	279
Studi Penyebab Kerusakan <i>Solenoid Valve</i> Pada Sistem <i>Cutting Hidrolik</i> di Mesin <i>Assembly Insulator</i> .....	285
Perencanaan Tangki Atmosferik Pelat Baja Penampung Minyak Mentah Kapasitas 300.000 Liter .....	291
Rancangan Mesin Pencetak Batu Bata dari Kertas .....	299
Root Cause Analisis Vibrasi Pada Mesin NAR 2 EP ( <i>Elektrostatis Precipitator</i> ) <i>Cooler Fan</i> ...	307
Rancang Bangun Mesin Pengasah Halus ( <i>Lapping Machine</i> ) .....	313
Perancangan Stamping Tool Logo PNJ .....	319
Rancang Bangun <i>Jig and Fixture</i> Pelepas dan Pemasang <i>Cutter CNC 3 Axis</i> Secara Universal Merancang Transmisi dengan <i>Metode Release</i> Guna Meningkatkan Nilai Efisiensi pada Mobil Listrik .....	331
Perancangan Pencekam <i>Welding Jig Rotary Front Frame</i> .....	337
Rancang Alat Penekuk Kawat .....	343
Perancangan Mesin <i>Auto Machining Pin Hook</i> .....	349
Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Kerusakan Pada Transmisi ( <i>Gear Box</i> ) pada Lokomotif CC 201 .....	355
Rancang Bangun Efisiensi Sistem Kontrol Daya Menggunakan Kipas Angin Pada Suatu Ruang .....	359
Analisa Kekuatan Cekam Rancangan <i>Welding Jig Rotary Rangka Down Tube</i> .....	365
Rancang Bangun Dudukan Multifungsi Sebagai Penyangga Saat Perbaikan Power Train Alat Berat .....	371
Inspeksi Radiografi pada Pipa 8 Inch SCH-40 A106 Grade B di CNG <i>Project</i> .....	377
<b>Bidang Material, Elektrical, dan Otomasi</b>	
Studikasuk De-aktifasi <i>Material-way 532-MW1</i> dan <i>Metal Detector 532-MT2</i> pada Sistemproteksi <i>Roller 542-RP1</i> .....	387
Pengaruh Kandungan Silikon Terhadap Pembentukan <i>Dendrit Kolumnar</i> pada Pembekuan Searah Paduan Al-Si .....	395
Rancang Bangun Local Panel Control pada L3C-RE1 untuk Menjaga Ketersediaan Batu Bara	403
Desain Sistem Pengontrolan PLC untuk Ruang Relaksasi yang Terintegrasi <i>Stress Detector</i> ...	411
Simulasi <i>Safety Building</i> Berbasis <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC) .....	421

**BIDANG KONVERSI ENERGI**

## Studi Parametrik Pemisahan Energi Aliran Udara dalam Tabung Vorteks Menggunakan Model Aliran Viscous $\kappa$ - $\epsilon$

Radi Suradi K dan Sugianto

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia

[radisuradik@gmail.com](mailto:radisuradik@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini membahas mengenai fenomena pemisahan aliran dingin dan panas di dalam *Ranque-Hilsch Vortex Tube* (RHVT) jenis counter flow, dengan jumlah nosel 2, 3 dan 4 buah, pada tekanan udara masuk ke nosel sebesar 2 atm. Kajian dilakukan secara numeric menggunakan perangkat lunak komputasi dinamika fluida Fluent versi 14 dengan menggunakan model aliran *viscous Kappa Epsilon* ( $\kappa$ - $\epsilon$ ) dengan domain komputasi 3D.

Penelitian ini juga membahas mengenai fenomena aliran *swirl* pemisahan aliran dingin dan panas di dalam RHVT jenis counter flow pada tekanan udara masuk ke nosel sebesar 2 atm dengan jumlah nosel 2 buah pada kondisi fraksi dingin yang bervariasi 23,93%, 23,95%, 24,02%, 26,63%, 33,50% dan 35,30% akibat perubahan tekanan udara keluar.

Hasil simulasi numerik properties fluida ditampilkan dalam bentuk visualisasi kontur dan vektor dan garis alir kecepatan axial, kecepatan radial dan juga aliran sirkulasi balik beserta distribusi tekanan dan temperatur serta visualisasi aliran *swirl* yang terjadi di dalam RHVT.

Pada fraksi dingin 23,93% temperatur minimum 13°C dan maksimum 56°C, pada fraksi dingin 23,95%, temperatur minimum 13°C dan maksimum 50°C, pada fraksi dingin 24,02%, temperatur minimum 12°C dan maksimum 57°C, pada fraksi dingin 26,63%, temperatur minimum 13°C dan maksimum 66°C, pada fraksi dingin 33,50%, temperatur minimum 14°C dan maksimum 69°C dan pada fraksi dingin 35,30%, temperatur minimum 13°C dan maksimum 65°C.

Hasil simulasi yang menunjukkan kinerja RHVT terbaik adalah yang mempunyai nosel 4 buah pada kondisi tekanan masuk 2 bar yang ditunjukkan oleh kurva selisih temperatur udara masuk dengan temperatur udara keluar dingin  $\Delta T_c$  terhadap fraksi massa udara dingin terhadap massa udara masuk dua nosel.

**Kata kunci:** simulasi numerik, vortek, aliran, tabung vorteks, Ranque-Hilsch Vorteks Tube, kappa-epsilon, fluent

### Abstract

This study discusses the phenomenon of cold and heat flow separation in the ranque-Hilsch Vortex Tube (RHVT) counter flow type, which its nozzles number used varies from 2, 3 and 4 at 2 atm of inlet air pressure. Studies carried out using the computational numeric fluid dynamics software FLUENT version 14 by method the viscous flow model Kappa Epsilon and 3D computational domain

This study also discusses the phenomenon of *swirl* flow separation of cold and heat flow in the this tube which using 2 nozzle at cold fraction varied in range of 23.93%, 23.95%, 24.02%, 26.63%, 33.50% and 35.30% due to the changes in air pressure out.

The results of numerical simulations of fluid properties displayed in the form of contour visualization and flow vector velocity in the line of axial, radial velocity and flow recirculation flow associated with distribution of pressure and temperature and visualization of *swirl* flow that occurs in RHVT.

In the conditions in cold fraction of 23.93% resulting of decreasing temperature until 13°C in cold end section and increasing of temperatur up to 56°C in hot end section. In the cold fraction of 23.95%, the minimum temperature 13°C and 50°C maximum. and the cold fraction of 24.02%, the minimum temperature 12°C and 57°C maximum, the cold fraction of 26.63%, the minimum temperature 13°C and 66°C maximum, the cold fraction of 33.50%, the minimum temperature 14°C and 69°C maximum and the cold fraction 35.30%, the minimum temperature of 13°C and 65°C maximum.

The simulation results show that best performance is RHVT which using 4 nozzles on condition 2 bar inlet pressure, shown by the curve of difference temperature between temperatures cold air out and air inlet temperature ( $\Delta T_c$ ) against cold air mass fraction.

**Keyword:** numerical simulation, vortex, flow in vorteks tube, Ranque-Hilsch Vortex Tube, kappa-epsilon, fluent

## I. PENDAHULUAN

### 1.1.1 Latarbelakang

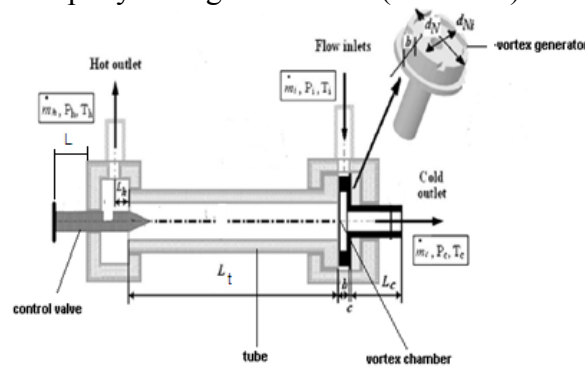
Permasalahan fenomena separasi energi yang terjadi di dalam *Ranque-Hilsch Vorteks Tube* (RHVT) masih menjadi bahan kajian yang menarik karena belum ada teori yang bersifat baku yang dapat menjelaskan secara tuntas, baik tentang fenomena transfer panas yang terjadi ataupun teori

yang dapat menjelaskan penurunan temperatur yang maksimal, yang secara tidak langsung menunjukkan keoptimalan dari sebuah RHVT.

Seiring dengan perkembangan teknologi komputer maka kecepatan proses komputasi semakin cepat, hal ini menjadi pilihan para peneliti tentang RHVT untuk meneliti terjadinya proses separasi energi pada RHVT. Banyak peneliti telah menggunakan berbagai perangkat lunak dan berhasil menelaah proses separasi energi terjadi dan distribusi properti udara dalam tabung vorteks seperti tekanan, temperatur dan kecepatan arah longitudinal maupun arah radial. Akhemes dkk (2008), menggunakan model kekentalan aliran standar K-e. Alireza dkk (2009), menggunakan model kekentalan aliran RNG-K-e. Ameri dkk (2009) menggunakan model kekentalan aliran RSM.

## II. EKSPERIMEN

RHVT yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas susunan beberapa komponen utama yang masing-masing komponen mempunyai fungsi tersendiri (Gambar 1).



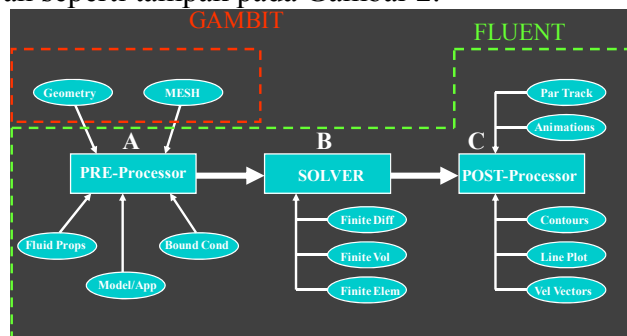
Gambar 1. Counter flow RHVT dan bagian2nya

RHVT dan variasi banyaknya nosel pada vorteks generator yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: jenisnya adalah type *counter flow*, dengan diameter pipa 10 mm, diameter *orifice* dingin 5 mm dan panjang 100 mm dan vorteks generator seperti pada Gambar 1 yang dipakai pada penelitian ini mempunyai karakteristik berapapun jumlah noselnya 2, 3, dan 4 yang mempunyai jumlah luas area yang tetap (Tabel 1).

Tabel 1. Matriks celah udara, tekanan udara masuk dan jumlah nosel

Celah udara (mm)	Tekanan udara masuk (atm)	Jumlah Nosel
1	2	2, 3 dan 4
2	2	2, 3 dan 4
3	2	2, 3 dan 4

Struktur simulasi numerik aliran fluida atau *computational fluid dynamics* (CFD) secara umum terdiri dari tahapan-tahapan seperti tampak pada Gambar 2.

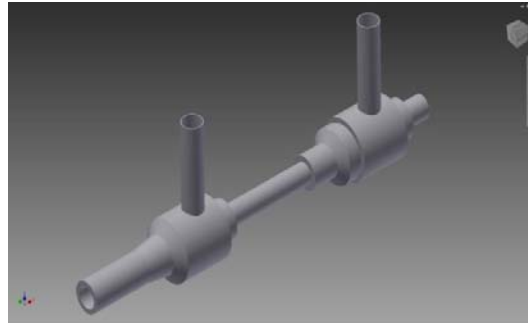


Gambar 2. Struktur simulasi numerik menggunakan Fluent

## 2.1 Pre-processing

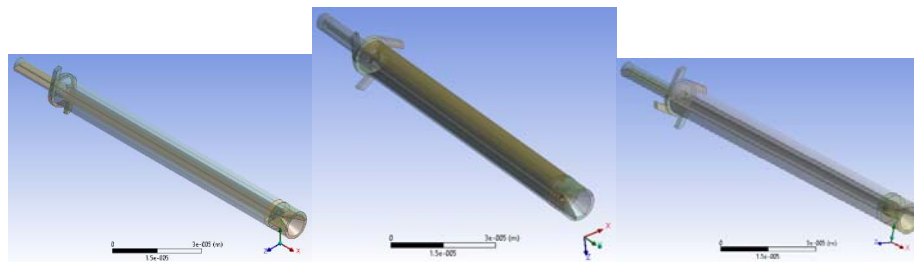
### 2.1.1 Geometri dan Meshing Grid RHVT

Proses simulasi numerik aliran udara yang melalui RHVT diawali dengan membuat geometri RHVT seperti tampak pada Gambar 3.



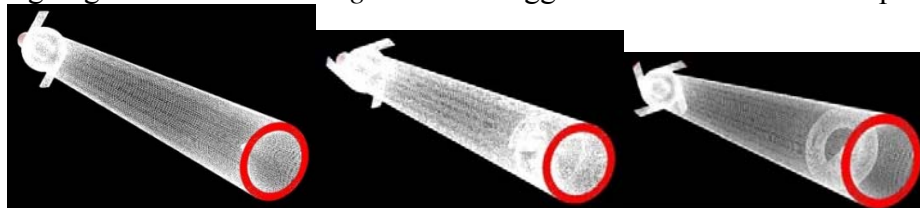
Gambar 3. Geometri RHVT

Untuk dapat melakukan proses komputasi pada aliran di dalam RHVT, maka dilakukan proses *meshing* pada domain komputasi yaitu volume RHVT seperti tampak pada Gambar 4 yang mempunyai variasi jumlah nosel 2, 3 dan 4.



Gambar 4. Domain komputasi RHVT dengan 2, 3 dan 4 nosel

Proses membangun geometri dan *meshing* RHVT menggunakan Gambit versi 2.4 pada Gambar 5



Gambar 5. *Meshing* domain komputasi RHVT berjumlah 1.73 juta mesh untuk 2, 3 dan 4 nosel

### 2.1.1 Properties Fluida dan Kondisi Batas

Properties fluida kerja yaitu udara bebas bertekanan yang di asumsikan sebagai gas ideal dengan sifat fluida seperti terurai dan pendefinisian sifat-sifat gas ideal

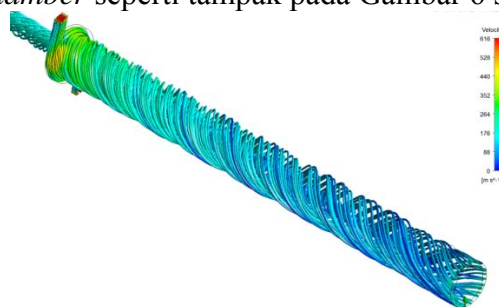
Untuk proses simulasi numerik, maka dibutuhkan definisi kondisi batas yang sesuai dengan kondisi pengujian. Tipe kondisi batas yang digunakan terbagi 3 jenis yaitu: *Pressure inlet* yaitu kondisi batas yang diterapkan pada penampang masuk pipa vertikal. Parameter yang didefinisikan adalah *total gauge pressure*, *supersonic gauge pressure*, total temperatur, intensitas turbulensi, diameter hidraulik pipa masuk. *Pressure outlet* yaitu kondisi batas yang diterapkan pada penampang keluar pipa pipa horizontal dingin dan panas. Parameter yang didefinisikan adalah *gauge pressure*, *total temperature*. *Wall* atau dinding adalah kondisi batas yang diterapkan pada dinding permukaan pipa. Parameter yang diterapkan pada kondisi batas ini adalah dinding tidak bergerak dan fluida didalamnya no slip, konstanta kekasaran 0,5 untuk dinding licin, pengaruh dinding terhadap aliran dipersyaratkan mempunyai nilai  $y^{plus} \leq 5$ .

### III.HASIL DAN PEMBAHASAN

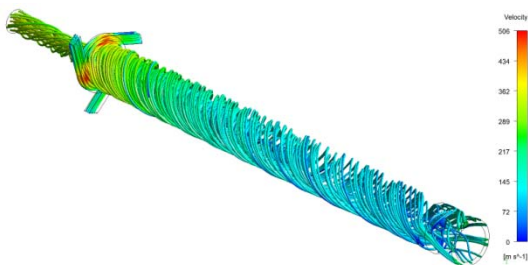
Kaji simulasi numerik aliran di dalam RHVT menggunakan *solver* perangkat lunak Fluent.Inc dengan model turbulensi k-e pada RHVT *counter flow* dengan 2, 3 dan 4 inlet (2, 3 dan 4 nosel) dan tekanan 2 atm.

#### 3.1 Distribusi Properties Aliran

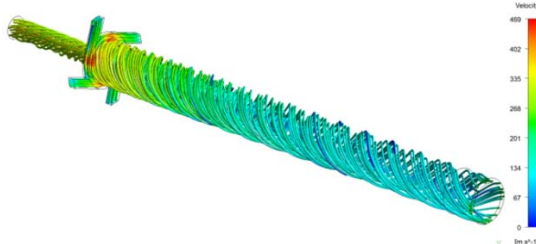
Hasil simulasi numerik aliran udara di dalam RHVT dapat disajikan dalam bentuk distribusi sifat-sifat (*properties*) udara seperti distribusi tekanan, kecepatan, temperatur dan garis alir (*streamline*). Aliran udara bertekanan 2 atm masuk melalui dua nosel dengan kecepatan yang sangat tinggi ketika masuk ke dalam 2, 3 dan 4 nosel dengan nilai secara berurutan 616 m/s, 434 m/s dan 402 m/s aliran akan menuju vorteks chamber dengan kecepatan menjadi 500 m/s, 509 m/s dan 469 m/s. Saluran nosel dibentuk sedemikian rupa yang akan menghasilkan aliran udara berputar (*swirl*) keluar nosel menuju vorteks chamber seperti tampak pada Gambar 6 sampai Gambar 8.



Gambar 6. Kecepatan aliran *swirl* di dalam RHVT 2 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .

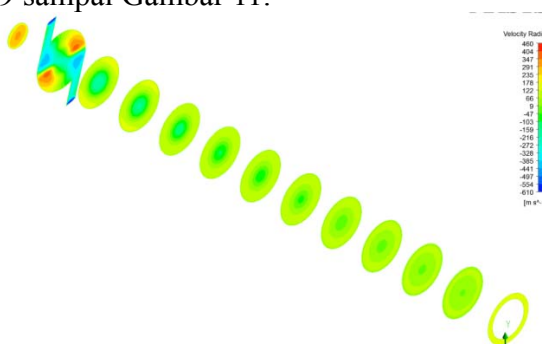


Gambar 7. Kecepatan aliran *swirl* di dalam RHVT 3 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .



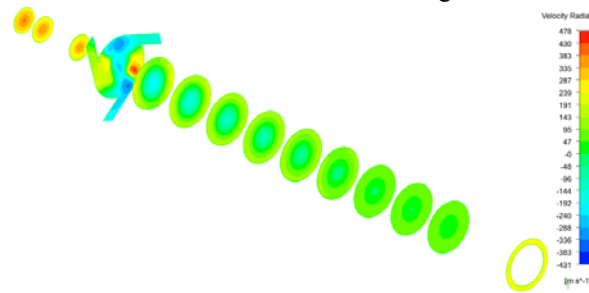
Gambar 8. Kecepatan aliran *swirl* di dalam RHVT 4 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .

Aliran berputar (*swirl*) sepanjang dinding RHVT akan mengalami perlambatan kecepatan. Distribusi kecepatan sepanjang arah radial akan lebih besar dari aliran pada pusat (sumbu) RHVT seperti tampak pada Gambar 9 sampai Gambar 11.

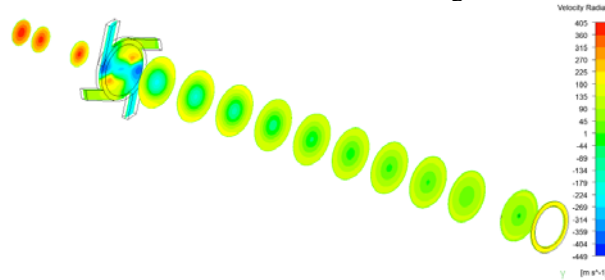




Gambar 9. Kontur kecepatan radial aliran di dalam RHVT 2 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .

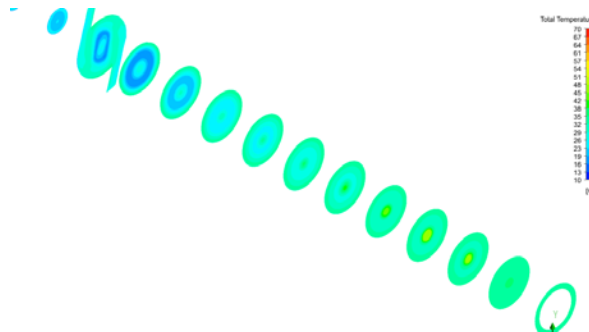


Gambar 10. Kontur kecepatan radial aliran di dalam RHVT 3 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .

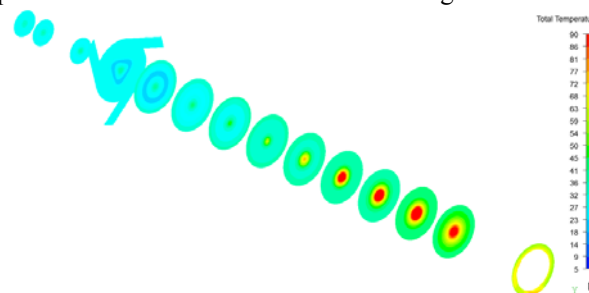


Gambar 11. Kontur kecepatan radial aliran di dalam RHVT 4 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .

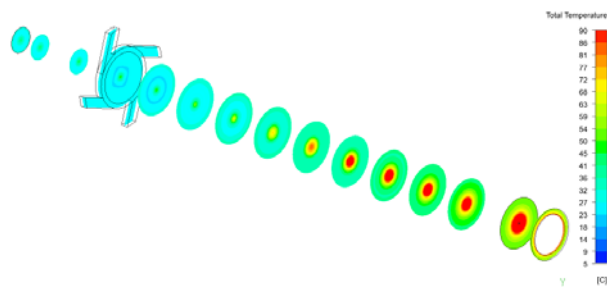
Kecepatan aliran udara dalam arah radial yang membesar akan menyebabkan tekanan udara arah dinding menurun dan lebih rendah dibandingkan tekanan udara pada pusat RHVT, sehingga akan ada perpindahan panas dari udara pada pusat RHVT (menjadi udara dingin) menuju udara dekat dinding RHVT (menjadi udara panas), sehingga temperatur udara pada arah radial dekat dinding akan lebih tinggi dibandingkan temperatur udara pada pusat RHVT seperti tampak pada Gambar 12 sampai Gambar 14.



Gambar 12. Kontur total temperatur aliran di dalam RHVT2 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .

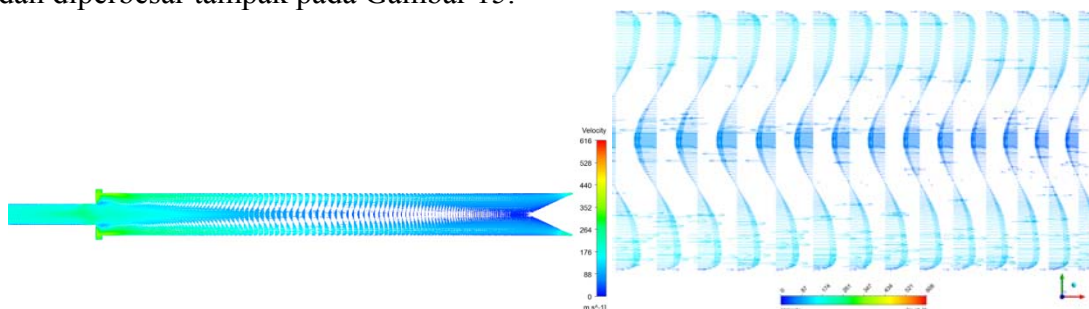


Gambar 13. Kontur total temperatur aliran di dalam RHVT3 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .



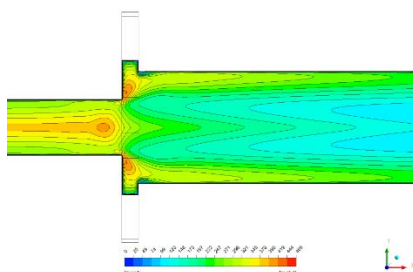
Gambar 14. Kontur total temperatur aliran di dalam RHVT4 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$ .

Aliran udara dingin pada pusat RHVT akan mengalami kondisi stagnasi pada ujung control valve yang akan membalikan arah kecepatan. Setelah arah aliran berbalik maka akan ada peningkatan kecepatan aliran udara dingin yang menuju arah keluaran dingin RHVT, seperti tampak pada kontur vektor dan diperbesar tampak pada Gambar 15.



Gambar 15. Vektor kecepatan aliran di dalam RHVT 2 nosel dengan model turbulensi k-ε pada  $F_c = 23.93\%$  dan zoom vektor

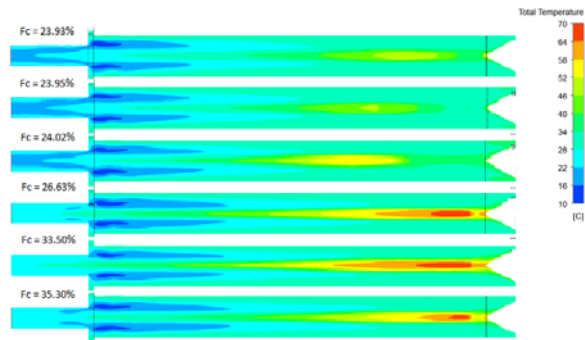
Kontur kecepatan pada daerah dekat dengan vorteks chamber tampak terlihat bahwa aliran dekat dinding memiliki kecepatan lebih tinggi daerah dekat sumbu poros, seperti tampak pada Gambar 16.



Gambar 16. Distribusi kecepatan aliran dekat vorteks chamber.

### 3.2 Pengaruh Fraksi Dingin pada Temperatur Aliran

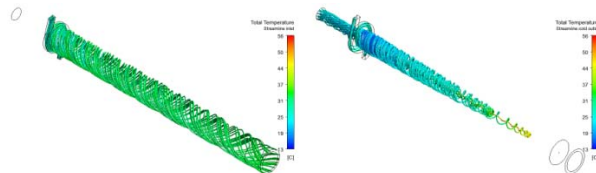
Temperatur aliran udara di dalam RHVT berdasarkan hasil simulasi, ternyata dipengaruhi oleh fraksi massa aliran udara dingin terhadap massa aliran udara masuk yang disebut fraksi dingin. Tampak pada Gambar 17, temperatur udara keluar dingin mempunyai nilai lebih tinggi (lebih panas) dari  $22^{\circ}\text{C}$  menuju  $26^{\circ}\text{C}$  dengan meningkatnya fraksi dingin dari  $23,93\%$  menuju ke  $35,30\%$ . Tampak pula pada kurva Gambar 17, besar perubahan (selisih) temperatur udara dingin meningkat dari  $8^{\circ}\text{C}$  menuju  $21^{\circ}\text{C}$  dengan meningkatnya fraksi dingin dari  $23,93\%$  menuju  $23,95\%$ , kemudian perubahan temperatur mengalami penurunan dari  $21^{\circ}\text{C}$  menuju  $11^{\circ}\text{C}$  dengan meningkatnya fraksi dingin dari  $23,95\%$  menuju  $33,50\%$ , selanjutnya perubahan temperatur mengalami peningkatan dari  $11^{\circ}\text{C}$  menuju  $13^{\circ}\text{C}$  dengan meningkatnya fraksi dingin dari  $33,50\%$  menuju  $35,30\%$ .



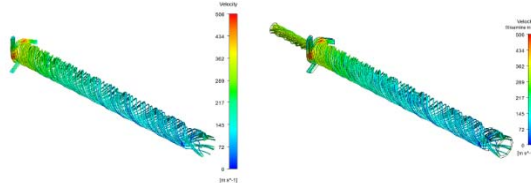
Gambar 17. Kontur total temperatur aliran di dalam RHVT dengan model turbulensi k- $\epsilon$  pada variasi Fc

### 3.3 Pengaruh Fraksi Dingin pada Kecepatan Vorteks Aliran

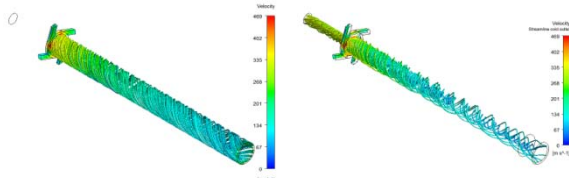
Pengaruh fraksi dingin terhadap kecepatan vorteks aliran udara di dalam RHVT tampak seperti pada Gambar 17 sampai Gambar 19 yang memperlihatkan garis alir dari udara masuk atau inlet (Gambar kiri) dan garis alir dari udara menuju keluar dingin atau cold outlet (Gambar kanan) pada setiap fraksi dingin tertentu.



Gambar 17. aliran *swirl* di dalam RHVT2 nosel dengan model turbulensi k- $\epsilon$  pada Fc = 23.93%: garis alir dari inlet (kiri) dan garis alir menuju cold outlet (kanan)



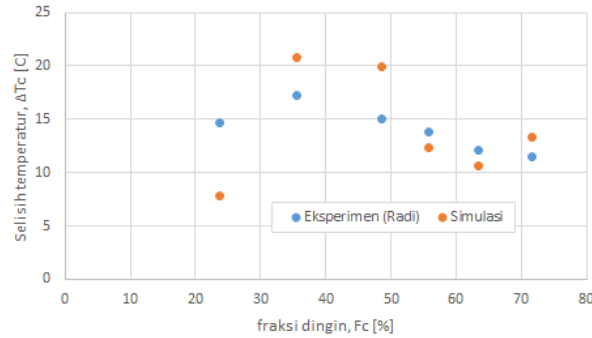
Gambar 18. aliran *swirl* di dalam RHVT3 nosel dengan model turbulensi k- $\epsilon$  pada Fc = 23.93%: garis alir dari inlet (kiri) dan garis alir menuju cold outlet (kanan)



Gambar 19. aliran *swirl* di dalam RHVT4 nosel dengan model turbulensi k- $\epsilon$  pada Fc = 23.93%: garis alir dari inlet (kiri) dan garis alir menuju cold outlet (kanan)

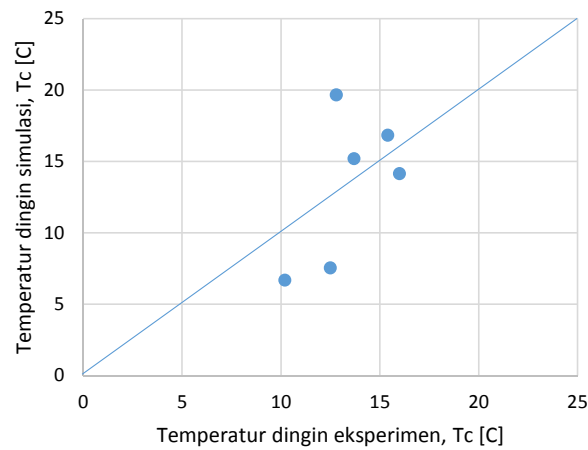
### 3.4 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengujian

Hasil simulasi pada kondisi tekanan masuk 2 atm terhadap variasi fraksi dingin yang diperoleh dengan memvariasikan kondisi tekanan output sesuai hasil pengujian (Radi, 2012) menunjukkan adanya kecenderungan bahwa peningkatan fraksi dingin akan meningkatkan temperatur atau perubahan temperatur dingin aliran keluar RHVT dan dibandingkan hasilnya dengan data pengujian yang telah dilakukan oleh Radi (2012). Kurva perbandingan hasil simulasi dengan pengujian tampak seperti pada Gambar 20.



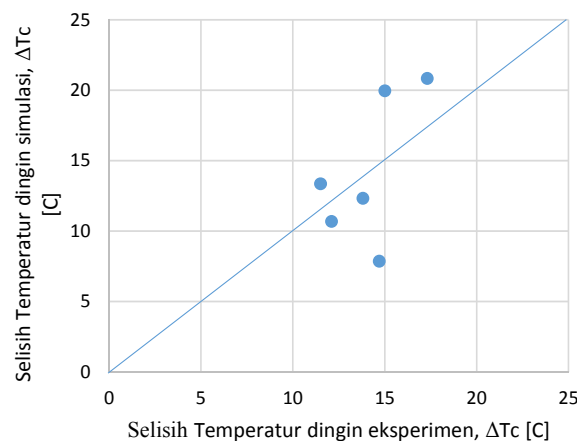
Gambar 20. Kurva selisih temperatur dingin terhadap fraksi dingin hasil eksperimen dan simulasi.

Gambar 21 menunjukkan titik nilai temperatur dingin hasil simulasi terhadap nilai hasil pengujian dan kedekatan titik tersebut terhadap garis yang menunjukkan nilai temperatur dingin hasil simulasi sama dengan nilai pengujian. Penyimpangan rata-rata nilai simulasi terhadap nilai pengujian adalah 15%.



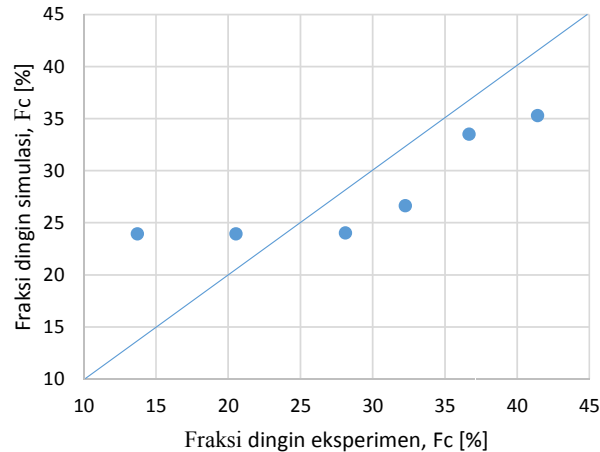
Gambar 21. Perbandingan temperatur dingin aliran udara dingin hasil simulasi dan pengujian

Gambar 22 menunjukkan titik nilai selisih temperatur dingin hasil simulasi terhadap nilai hasil pengujian dan kedekatan titik tersebut terhadap garis yang menunjukkan nilai selisih temperatur dingin hasil simulasi sama dengan nilai pengujian. Penyimpangan rata-rata nilai simulasi terhadap nilai pengujian adalah 15%.

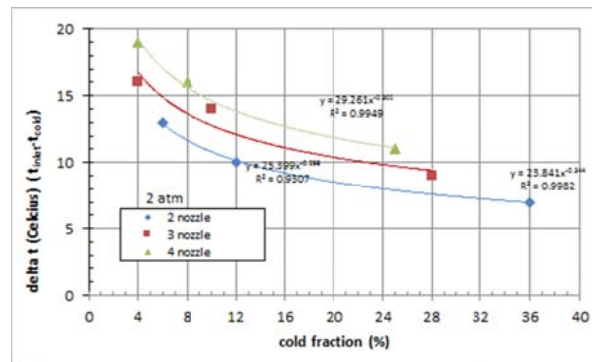


Gambar 22. Perbandingan selisih temperatur dingin aliran udara dingin hasil simulasi dan pengujian

Gambar 23 menunjukkan titik fraksi dingin hasil simulasi terhadap nilai hasil pengujian dan kedekatan titik tersebut terhadap garis yang menunjukkan nilai fraksi dingin hasil simulasi sama dengan nilai pengujian. Penyimpangan rata-rata nilai simulasi terhadap nilai pengujian adalah 20%.



Gambar 23. Perbandingan fraksi dingin aliran udara dingin hasil simulasi dan pengujian. Hasil simulasi pada kondisi tekanan masuk 2 atm terhadap variasi fraksi dingin yang diperoleh dengan memvariasikan celah udara (*airgap*) pada daerah output menunjukkan adanya kecenderungan bahwa peningkatan fraksi dingin akan menurunkan perubahan temperatur dingin aliran keluar RHVT. Kurva hasil simulasi terhadap fraksi dingin akibat perubahan celah udara tampak seperti pada Gambar 24.



Gambar 24. Kurva hasil simulasi selisih temperatur dingin terhadap fraksi dingin akibat perubahan celah udara.

#### IV. KESIMPULAN

Hasil simulasi numerik untuk kondisi tekanan udara masuk 2 atm dan jumlah nosel 2 terhadap fraksi dingin akibat perubahan tekanan udara output adalah sebagai berikut:

- Pada fraksi dingin 23.93%, temperatur minimum 13°C dan maksimum 56 °C
- Pada fraksi dingin 23.95%, temperatur minimum 13 °C dan maksimum 50 °C
- Pada fraksi dingin 24.02%, temperatur minimum 12 °C dan maksimum 57 °C
- Pada fraksi dingin 26.63%, temperatur minimum 13 °C dan maksimum 66 °C
- Pada fraksi dingin 33.50%, temperatur minimum 14 °C dan maksimum 69 °C
- Pada fraksi dingin 35.30%, temperatur minimum 13 °C dan maksimum 65 °C

Hasil simulasi numerik untuk kondisi tekanan udara masuk 2 atm dan jumlah nosel 2, 3 dan 4 buah terhadap fraksi dingin akibat perubahan celah udara pada daerah output adalah sebagai berikut:

- Pada celah udara 1 mm untuk nosel 2, 3 dan 4 secara berurutan menghasilkan 36%, 28% dan 25%
- Pada celah udara 2 mm untuk nosel 2, 3 dan 4 secara berurutan menghasilkan 12%, 10% dan 8%
- Pada celah udara 3 mm untuk nosel 2, 3 dan 4 secara berurutan menghasilkan 6%, 4% dan 4%

**V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Akhmesh, S., Pourmahmoud, N., and Sedgi, H., 2008, **Numerical Study of the Temperature Separation in the Ranque-Hilsch Vortex Tube**, American J. of Engineering and Applied Sciences 1(3):181-187
- [2] Alireza Hossein Nezhad and Rahim Shamsuddin, **Numerical, Three Dimensional Analysis of the Mechanism of Flow and Heat Transfer in a Vortex Tube**, Thermal Sciences Vol 13, 2009.
- [3] Ameri, M., and Behnia, B., 2009, **The study of Key Design Parameter Effect on the Vortex Tube Kinerja**, Journal of Thermal Science Vol 18, No. 4: 370-376
- [4] Anderson, J. D., JR, 1995, **Computational Fluid Dynamics**, Mc Graw Hill International Edition
- [5] Camire, J., 1995, **Experimental Investigation of Vortex Tube Concepts**, Master of Applied Sciences Thesis, the University of British Columbia.
- [6] Gao, C., 2005, **Experimental Study on the Ranque-Hilsch Vortex Tube**, PhD Dissertation, Technische Universiteit Eindhoven,
- [7] Nezhad, A. H. and Shamsuddin, R., 2009, **Numerical, Three Dimensional Analysis of the Mechanism of Flow and Heat Transfer in a Vortex Tube**, Thermal Sciences Vol 13.
- [8] Nimbalkar, S. U., Muller, M. R., 2008, **An Experimental Investigation of the optimum geometry for the cold end orifice of Vortex Tube**, Applied Thermal Engineering, Elsevier 29:509-514.
- [9] Pongjet, P., and Smith, E., 2005, **Investigation on the Vortex Thermal Separation in Vortex Tube Refrigerator**, ScienceAsia 31:215-223
- [10] Pourmahmoud, N., Akhmesh, S., 2008, **Numerical Investigation of the Thermal Separation in a Vortex Tube**, World Academy of Science, Engineering and Technology. 43:399-406
- [11] Wills, John, N., Karthika, A. S., 2009, **Numerical Analysis of Flow Behaviour and Energy Separation in Vortex Tube**, 10th National Conference on Technological Trends (NCTT09) 6-7 Nov 2009.
- [12] Wood, B. D., 1982, **Application of Thermodynamic**, Wesley Publishing, Second Edition.
- [13] Zin, K. K., Hanske, A., and Ziegler, F., 2010, **Modeling and Optimization of the Vortex Tube with Computational Fluid Dynamic Analysis**, Energi Research Journal, 1(2):193-196.
- [14] Radi Suradi K, Samsul, Hermawan, **Simulasi Numerik Pengaruh Jumlah Nosel Terhadap Separasi Energi pada Ranque-Hilsch Tube Vortex**, Industrial Research Workshop and National Seminar-Politeknik Negeri Bandung, 2011.

## Optimalisasi Fuel System Caterpillar Engine 3406 Serial Number 5ek62877

Mulyo Sugiharto; Abdul Hadi Husein; Azwardi  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[mulyo.sugih@yahoo.com](mailto:mulyo.sugih@yahoo.com)

### Abstrak

Program Studi Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta memiliki *engine 3406* yang sulit *running* dan belum diketahui penyebabnya. *Engine* ini digunakan untuk bahan praktikum dan peningkatan *Skill Proficiency Book*. Ketika dipakai praktikum, *engine 3406* sulit *running* sehingga jarang dihidupkan maupun digunakan praktik. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan *fuel system Caterpillar Engine 3406 Serial Number 5ek62877* sehingga dapat diketahui kerusakan dan penyebabnya pada *fuel system engine 3406*, serta cara melakukan optimalisasi dalam mengatasi dampak kurang optimalnya *engine 3406*. Pada penelitian ini dilakukan 2 hal yaitu mencari penyebab kerusakan pada *fuel system engine 3406* dengan mengaplikasikan 8 langkah *troubleshooting engine* dan melakukan optimalisasi *engine 3406* dengan mengaplikasikan komponen sesuai dengan fungsinya pada *fuel system* dan *electrical unit injector*. Metode yang digunakan adalah metode pengumpulan data, uji kelayakan, perbaikan komponen *fuel system*, pengumpulan hasil perbaikan, dan *review (test)*. Hasil penelitian adalah *engine 3406* dapat *running* dengan normal dan setiap komponen di dalam *fuel system*, bekerja sesuai dengan fungsinya.

Kata kunci : *engine 3406*, 8 langkah *troubleshooting*, *electrical unit injector*, *fuel system*, optimalisasi.

### Abstract

Heavy Equipment Studies Program State Polytechnic of Jakarta had an *engine 3406* which is difficult to running and the cause is unknown . This engine is used for practice equipment and increase skill in *Skill Proficiency Book*. When used practice, *engine 3406* so difficult to running and used rarely turned on practice. This study aims to optimize fuel system *Caterpillar Engine 3406 Serial Number 5ek62877* that can be known and cause damage to the engine fuel system 3406, as well as how to optimize the engine to overcome the effects of less optimal 3406. There are 2 things in this research, it is looking for the cause of damage to the fuel system 3406 engine by applying the 8 steps of troubleshooting and doing optimize engine 3406 by applying the components according to their function in the fuel system and electrical unit injectors . The method that's used is the method of data collection, properness testing, repair fuel system components, collection the result of improved and review (test) . The results of the study are *engine 3406* can be running normally and every component in the fuel system, working in accordance with its function.

Keywords : *engine 3406* , 8 step troubleshooting, electrical unit injectors , fuel system , optimization .

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Penamaan untuk *engine caterpillar* terdahulu disebut *Old Series*, kemudian berubah menjadi series 3000 sampai 3600, dan saat ini berubah menjadi *C-Series*. Selain itu *Caterpillar* juga melakukan akuisisi *engine Perkins* dan *MAK.3400 Series Engine Electronic* merupakan salah satu *Caterpillar Engine Product* yang digunakan untuk Industrial, Electric Power, Marine, Gas dan Unit Alat Berat *Caterpillar*. *Engine 3406 Electronic dengan serial number 5EK* yang dimiliki oleh Program Studi Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta digunakan untuk bahan praktikum dan peningkatan *Skill Proficiency Book*. Ketika dipakai praktikum oleh Mahasiswa Semester 5 Program Studi Alat Berat tahun 2011, *engine 3406 Electronic* tersebut tidak dapat *running* dan kesehariannya *engine 3406 electronic* ini tidak dihidupkan maupun dilakukan praktik. Perbaikan awal yang telah dilakukan adalah membuang angin di *fuel return line* dan *fuel priming pump*, awalnya *engine* dapat beroperasi, namun keesokan harinya kembali bermasalah. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan *fuel system Caterpillar Engine 3406 Serial Number 5ek62877* sehingga dapat diketahui kerusakan dan penyebabnya pada *fuel system engine 3406*

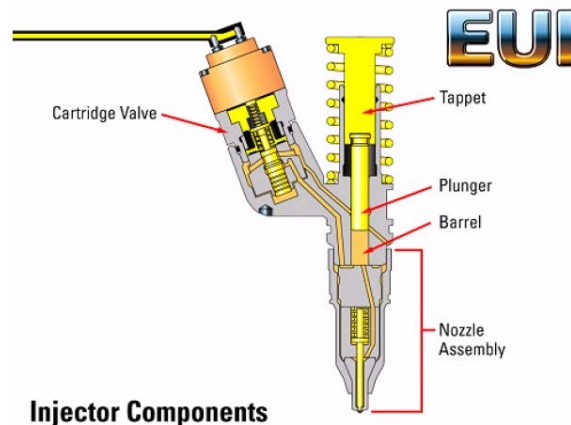


## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Sifat Solar (diesel)

Bahan bakar solar, termasuk bahan bakar cair. Sifat bahan bakar solar (diesel) pada PT. PERTAMINA sebagai pemasok bahan bakar di Indonesia mengandung cetane number 48 (solar subsidi) dan 51 (pertamina DEX). *Cetane Number* menentukan daya ledak bahan bakar. Solar dengan cetane number 48 diperbolehkan memiliki kandungan maksimum sulfur 3.500 ppm. Sedangkan, solar dengan cetane number 51 kandungan sulfur maksimum yang diperbolehkan adalah 500 ppm. Bahan bakar diesel memiliki berat jenis 0,82-0,86 dan dapat menimbulkan panas yang besar sekitar 10.500 kcal/kg.

### 2. Komponen dan Fungsi Fuel System Electrical Unit Injector



Gambar 1. Electrical Unit Injector

#### Lima komponen utama injector system EUI adalah :

1. Tappet : komponen injector yang terhubung dan tertekan langsung oleh rocker arm. Pada tappet terdapat injector spring yang akan mengembalikan tappet ke posisi semula saat rocker arm tidak dalam posisi menekan.
2. Plunger : Plunger terhubung ke tappet dan akan bergerak naik turun untuk memompakan bahan bakar.
3. Barrel : Merupakan rumah plunger yang memiliki sebuah saluran masuk bahan bakar.
4. Cartridge valve : komponen yang mengatur jumlah bahan bakar yang akan diinjeksikan dan saat bahan bakar diinjeksikan. Cartridge valve memiliki beberapa komponen yaitu :
  - a. Solenoid : komponen yang terdiri dari kumparan kabel listrik yang akan dialiri arus dari ECM untuk menghasilkan gaya magnet.
  - b. Armature : komponen yang menjadi mekanisme perantara yang akan tertarik ke arah atas saat timbul kemagnetan pada solenoid. Secara mekanis armature terhubung ke poppet valve.
  - c. Poppet spring : komponen yang terhubung ke poppet valve, yang akan mengembalikan poppet valve ke posisi semula saat solenoid tidak lagi diberi arus.
  - d. Poppet valve : komponen yang membuka dan menutup saluran masuk bahan bakar menuju barrel.
5. Nozzle Assembly : perangkat komponen yang berfungsi mengatur tekanan dan pola penginjeksian bahan bakar langsung ke ruang pembakaran, setelah bahan bakar melewati poppet valve. Nozzle assembly terdiri dari:
  - a. nozzle spring: komponen yang berfungsi mengembalikan nozzle tip ketika bahan bakar sudah diinjeksikan.
  - b. nozzle check : komponen yang ditekan dan ditarik untuk membuka dan menutup nozzle tip, saat akan injeksi dan telah menginjeksi bahan bakar. Nozzle check akan membuka jika tekanan bahan bakar telah mencapai 5000 psi.

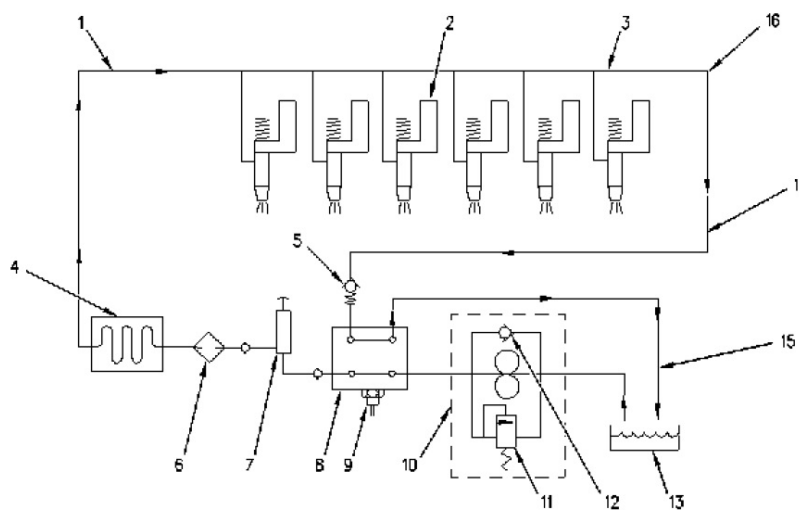
- c. nozzle tip : komponen langsung yang membuka dan menutup saluran injeksi bahan bakar di ruang bakar.

### 3. Teori dan Pengaplikasian 8 Langkah Troubleshooting Engine

Berikut ini adalah 8 langkah untuk melaksanakan troubleshooting engine, ialah :

1. Yakinkan problem benar-benar terjadi
2. Tentukan problem dengan mencatat
3. Periksa engine secara visual
4. Tuliskan semua kemungkinan penyebab
5. Lakukan test dan catat hasilnya
6. Temukan akar masalah ( hilangkan segala hal yang tidak menyebabkan problem )
7. Perbaiki kerusakan
8. Analisa mengapa problem terjadi

### 4. Komponen – komponen pada Fuel System Engine 3406 Serial Number 5EK



Gambar 2. Fuel System Engine 3406 5EK62877

- (1) **Jalur Supply Bahan Bakar** : komponen yang menjadi jalur untuk bahan bakar ke *injector*.
- (2) **Electronic Unit Injector (EUI)**: berfungsi menginjeksikan bahan bakar ke ruang pembakaran.
- (3) **Fuel gallery (fuel manifold)** : berfungsi mendistribusikan bahan bakar ke setiap *injector*.
- (4) **Electronic Control Module (ECM)** : berfungsi mengatur dan memproses bahan bakar *di injector*, serta besarnya bahan bakar yang akan diinjeksikan.
- (5) **Pressure regulating valve** : berfungsi menjaga tekanan bahan bakar di dalam jalur.
- (6) **Filter bahan bakar secondary** : komponen yang berfungsi untuk memfiltrasi bahan bakar dengan filter 2 micron.
- (7) **Fuel priming pump** : berfungsi memompa bahan bakar secara manual, apabila bahan bakar kehilangan tekanan, dan membuang *bubble* pada jalur supply bahan bakar.
- (8) **Distribution block** : *block* yang mendistribusikan bahan bakar ke *injector* dan kembali ke fuel tank.
- (9) **fuel temperaturesensor** : *sensor* yang berfungsi mengetahui suhu bahan bakar sebelum di injeksikan.
- (10) **fuel transfer pump** : pompa yang berfungsi mentransfer bahan bakar ke *injector*.
- (11) **Pressure relief valve** : *valve* yang berfungsi menjaga tekanan di *fuel transfer pump*.
- (12) **Check valve** : *valve* yang berfungsi menjaga *flow* di *fuel transfer pump*.
- (13) **Fuel Tank**: komponen yang menjadi wadah penyimpanan bahan bakar.

### III. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam melakukan Tugas Akhir *Optimalisasi Fuel System Engine 3406* dengan *Serial Number 5EK* yaitu:

- 1) Persiapan penelitian meliputi:
  - a. Studi pustaka engine 3406
  - b. Penelusuran data fuel system engine 3406.
  - c. Merumuskan metode pengumpulan data.

- 2) Metode optimalisasi

Metode optimalisasi fuel system yang kami lakukan yaitu sebagai berikut :

- a. Pengumpulan data  
Yaitu dengan cara mencari data yang sesuai spesifikasi engine 3406 dan mendapatkan data actual engine 3406
- b. Ujikelayakan  
Yaitu dengan cara melihat kondisi visual dan mengetes kinerja engine 3406 sebelum dilakukan perbaikan, sesuai dengan spesifikasi yang terdapat pada service manual.
- c. Perbaikan komponen fuel system engine 3406  
Yaitu mencari dan menentukan penyebab utama permasalahan pada fuel system engine 3406 dengan membandingkan data spesifikasi 3406. Kemudian, dilakukan perbaikan komponen pada fuel system engine 3406.
- d. Pengumpulan hasil perbaikan, data, dan review (test)  
Yaitu setelah melakukan perbaikan pada komponen, kami melakukan pengumpulan data hasil perbaikan dengan cara melakukan test kembali (review) pada engine 3406. Data yang kami kumpulkan kembali, kami bandingkan untuk melihat kemajuan dan hasil optimalisasi fuel system engine 3406.
- e. Analisis  
Yaitu dengan melihat hasil perbaikan, hasil data setelah perbaikan dan review akan dibandingkan dengan hasil uji kelayakan apakah ada perbedaan dan hasil yang telah diperoleh. Sehingga bila telah memenuhi target pencapaian, semua data dan test yang telah dilakukan akan dilaporkan.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan metode optimalisasi, ada pun hasil yang akan diperoleh yaitu :

- a. Engine 3406 running secara normal dan berfungsi dengan baik
- b. Komponen-komponen fuel system di engine 3406 berfungsi normal

Adapun, hasil pengambilan data secara actual yang terjadi pada engine tersebut, yaitu :

1. Fuel tank (tangki bahan bakar) tidak memiliki vent atau breather yang menyebabkan penguapan bahan bakar dapat menyebabkan bubble. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Fuel tank tanpa vent

- Fuel line dari distribution block menuju fuel filter secondary terjadi bending (kebengkokan). Seperti terlihat pada gambar di bawah.



Gambar 4. Fuel lines bending sebelum fuel filter secondary

- Part number pressure regulating valve yang digunakan adalah 282-1915. Seharusnya menggunakan part number CAT 238-0296.



Gambar 5. Pressure regulating valve part number 282-1915(kiri), bagian dalam 282-1915 (kanan)

- Saat dilakukan pengambilan data, engine 3406 dapat running selama  $\pm 40$  menit dalam penggunaan 1 liter solar, dengan kondisi low idle RPM dan dilakukan cylinder cutout test melalui software Electronic Technician.

Optimalisasi berdasarkan 8 langkah troubleshooting yang dilakukan pada penelitian ini adalah :

- Mencari di SIS (service information system) mengenai fuel problem
- Mencatat langkah yang diperlukan apa bila fuel pressure = 0 psi atau tidak ada tekanan.
- Mencari, tekanan minimum (35psi) yang dibutuhkan untuk engine 3406 agar injector dapat menginjeksikan bahan bakar.
- Mencari part number fuel pressure regulating valve yang digunakan pada engine 3406.
- Melakukan perbaikan pada engine, dengan data yang telah didapat melalui SIS.
- Melakukan running pada engine 3406 dengan kondisi belum dilakukan pergantian part, dan hanya dilakukan pengecekan kondisi part.
- Mengambil data actual selama engine running dengan 1 liter solar.
- Melakukan cylinder cutout test, untuk menguji bekerja atau tidaknya injector pada engine 3406.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil data yang telah diperoleh, kami mengambil kesimpulan bahwa :

- Engine 3406 membutuhkan optimalisasi pada fuel system yaitu dengan menambahkan vent atau breather sehingga tidak terjadi bubble.
- Pada fuel system, sistem fuel pressure yang tidak bekerja dengan baik dikarenakan pressure regulating valve yang tidak berfungsi dengan optimal

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- SERVICE INFORMATION SYSTEM (SIS), CATERPILLAR SOFTWARE, CAT.INC
- CATERPILLAR PEORIA, INC. 3406 5EK, SERVICE MANUAL.
- System Operations; Media Number RENR1273-07: Service Information System

- [4] Dirjen ESDM; *Petunjuk teknispencampuran BBM jenis minyak solar dengan BBN jenis Biodiesel*; 2013
- [5] Benchmarking of biodiesel fuel standardization in east asia working group; *Current status of biodiesel fuel in east asia and ASEAN countries*; July 2010
- [6] Testing and Adjusting 3406E 5EK; Media Number RENR1273-07: Service Information System
- [7] CATERPILLAR; Fuel Systems.pdf; Basic Training
- [8] Swiss contact, clean air project jakarta; Perawatan & Perbaikan Motor Diesel

## Analisa Kerusakan Turbine Wheel pada Turbocharger C32 Marine Engine Serial Number RXB02366

Gista Maulana Amel ; Rahmat Rudiyan ; Fuad Zaenuri  
Mahasiswa Teknik Alat Berat, Politeknik Negeri Jakarta  
[maulanagista@yahoo.com](mailto:maulanagista@yahoo.com)

### Abstrak

Engine dapat bekerja dengan baik jika didukung sistem yang baik dan bekerja secara optimal, salah satunya Sistem Pemasukan dan Pembuangan Udara yang salah satunya adalah turbocharger. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab dan dampak kerusakan turbocharger, dan *root cause* yang menyebabkan *turbine wheel* mengalami kerusakan. Proses analisa kerusakan merujuk pada *metode 8 Step Applied Failure Analysis (AFA)*. Dengan metode pengumpulan data, melakukan pencatatan dan foto komponen serta mengidentifikasi kerusakan komponen akan diketahui penyebab kerusakan dan cara memperbaiki yang tepat.

Kata kunci: Sistem Pemasukan dan Pembuangan Udara, Analisa, Turbocharger, root cause, *Applied Failure Analysis (AFA)*

### Abstract

Engine can work well if supported by good system and work optimally, one of them is Intake System and Exhaust System that supported by turbocharger. This paper aims to determine the causes and effects of damage of the turbocharger, and the root cause that refer to the turbine wheel damage. The process refers to the method of analysis 8 Step Applied Failure Analysis (AFA). With the method of data collection, recording and doing photo and identify the components that will be known as cause damage to the components and how to repair the damage as well

Keywords : Intake System and Exhaust System, analysis, Turbocharger, root cause, Applied Failure Analysis ( AFA )

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Perkembangan industri sangat berjalan dengan pesat, begitu juga dengan perkembangan teknologi. Hampir setiap pekerjaan dibantu dengan alat untuk memudahkan dan mempercepat proses pekerjaan. Dalam hal ini unit alat berat digunakan untuk memudahkan dan meringankan pekerjaan manusia. Unit alat berat digunakan di hampir semua sektor industri, pertambangan, perkapalan, kebersihan dan masih banyak lagi. Untuk mendukung kinerja unit alat berat dibutuhkan satu kesatuan sistem yang bekerja secara optimal, salah satunya engine. Engine merupakan sumber penghasil tenaga dari hasil pembakaran udara dan bahan bakar. Engine dapat bekerja dengan baik jika didukung sistem yang baik dan bekerja secara optimal, salah satunya Sistem Pemasukan dan Pembuangan Udara.

### 2. Permasalahan

Permasalahan penelitian ini ialah:

1. Bagaimana menganalisa kerusakan yang terjadi pada turbine wheel turbocharger engine C32 dengan serial number RXB02366.
2. Bagaimana menemukan penyebab kerusakan dari turbine wheel turbocharger engine C32 dengan serial number RXB02366.

### 3. Tujuan

Menemukan penyebab kerusakan dari turbine wheel turbocharger engine C32 dengan serial number RXB02366.

### 4. Kegunaan

Dengan ditemukannya penyebab kerusakan maka dapat menjadi acuan agar kerusakan yang sama tidak terjadi di kemudian hari.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Pengertian Analisa Kerusakkan

Analisa kerusakkan adalah menganalisa kegagalan atau cacat, baik produk maupun peralatan, dan juga sistem yang bertujuan agar tidak terjadi kembali kerusakkan tersebut. Dalam hal ini, analisa kerusakkan pada *Turbine Wheel Turbocharger Engine C32 Marine Engine dengan Serial Number 0RXB02366* ini adalah proses pekerjaan untuk dapat menemukan *root cause* yang terjadi agar tidak terjadi kembali kerusakan tersebut dan dapat dipergunakan lebih baik dari sebelumnya. Dalam analisa kerusakan ini cara yang dilakukan adalah menggunakan *Visual Examination dengan melakukan metode 8 Step Applied Failure Analysis (AFA) atau Visual Analysis*. *Visual Examination dengan melakukan metode 8 Step Applied Failure Analysis (AFA)* adalah langkah-langkah untuk dapat menganalisa kerusakan sebuah komponen. *Visual Analisa* merupakan bagian ketiga pada *8 Step Applied Failure Analysis (AFA)* yaitu dengan melakukan observasi dengan mengkaitkan fakta yang ada dengan data operasional.

8 step Applied Failure Analysis (AFA) :

- Menyatakan problem pada komponen *compressor wheel* yang rusak dengan jelas dengan cara mengumpulkan data yang ada dari proses operasional pada saat komponen *compressor wheel* bekerja.
- Setelah menyatakan problem, kemudian mengumpulkan fakta yang terdapat atau tertinggal pada komponen *turbine wheel* yang rusak.
- Merekomendasi data yang sudah ada dengan mengkaitkan fakta yang ada dengan data operasional.
- Setelah di observe, kemudian menentukan penyebab dari hasil observasi secara logis.
- Menentukan apa atau mana yang paling mungkin dari penyebab kerusakan.
- Mempresentasikan hasil *Applied Failure Analysis (AFA)*.
- Melakukan perbaikan.
- Memberikan saran kepada *Costumer* agar kerusakan tersebut tidak terjadi kembali.

### 2. Sistem Pemasukan Udara Dan Pembuangan Gas Sisa Hasil Pembakaran.

Pada Sistem Pemasukan Udara Dan Pembuangan Gas Sisa Hasil Pembakaran di Turbocharger pada Engine C32 Marine Engine dengan serial number 0RXB02366, peranan sistem pemasukan udara dan pembuangan gas sisa pembakaran sangat dibutuhkan karena setiap Engine membutuhkan sejumlah udara yang cukup untuk membakar fuel dan untuk membuang gas hasil pembakaran dari engine lalu membuangnya ke atmosfer. Komponen sistem pemasukan udara dan pembuangan gas sisa hasil pembakaran :

1. Pre-Cleaner
2. Air Cleaner
3. Turbocharger
4. Intake Manifold
5. After Cooler
6. Exhaust Manifold
7. Exhaust Stack
8. Muffler

### Turbocharger

*Turbocharger* ditemukan oleh orang Swiss bernama Buchi di tahun 1906 dan telah dikembangkan dari waktu ke waktu dalam bermacam bentuk. Hanya dalam tiga dekade terakhir ini *turbocharger* telah dikembangkan menjadi semacam tingkat tahan uji dan performa yang sekarang dipasangkan untuk terus menerus meningkatkan efisiensi *engine internal combustion*.

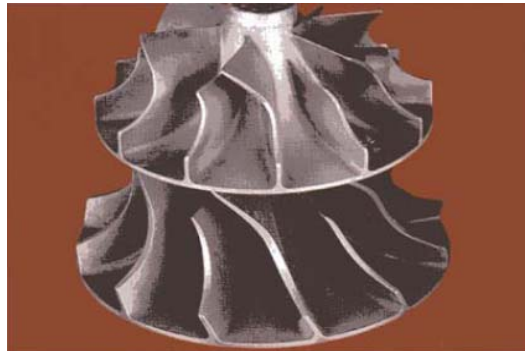
*Turbocharger* terbagi atas tiga bagian, yaitu :

- Rotor Assembly



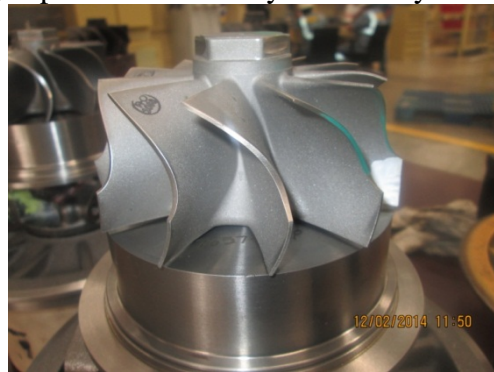
- Turbine Housing
- Compressor Housing

Rotor assembly :



Gambar 5.1 Compressor wheel

*Compressor Wheel* dibuat dari logam campuran aluminium yang berkekuatan tinggi. Perlakuan khusus diberikan dalam memproses logam campuran ini untuk menghindari pengelupasan dan masuknya material asing yang dapat melemahkannya dan menyebabkan keretakan.



Gambar 5.2 Turbine wheel

Turbine wheel harus tahan panas karena langsung terpapar ke gas buangan dan menjadi sangat panas dan berputar dengan kecepatan tinggi. Karena itu, turbine wheel terbuat dari bahan campuran sangat tahan panas atau keramik.



Gambar 5.3 Turbocharger Shaft

Turbocharger shaft menghubungkan turbine wheel dan compressor wheel.



Gambar 5.4 Journal Bearing

Bearing ini berguna untuk mencegah macet dan menyerap getaran yang dihasilkan oleh shaft berupa unbalance selama putaran tinggi.



Gambar 5.5 Thrust Bearing

Bearing ini mencegah turbin shaft bergerak saat menerima beban aksial yang di berikan ke shaft oleh getaran gas buang dan hentakan dari compressor wheel.

### III.METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode *applied failure analysis (AFA)*. Dengan melakukan pembersihan komponen terlebih dahulu, lalu melakukan pengamatan secara visual menggunakan pencahayaan dan penglihatan yang baik. Lalu mencatat dan mengambil gambar komponen yang diamati. Metode analisa ini dilakukan di Workshop PT. Trakindo Utama pada tanggal 12 Februari 2014.

#### 1. Analisa

Beberapa penyebab kerusakan pada sudu-sudu turbine *wheel* adalah :

1. Masuknya material asing(debu, kerikil, pasir, baut, mur, washer) di sistem pemasukan udara yang diakibatkan oleh sistem filtrasi atau penyaringan udara masuk yang kurang baik(tidak dilakukan pengecekan secara berkala terhadap filter udara).
2. Masuknya material asing(debu, kerikil, pasir, baut, mur, washer) di sistem pengeluaran gas disebabkan oleh kerusakan pada engine inner part (valve, valve seat, cotter dll),serpihan dari dalam exhaust sistem (kerak (casting sand) yang lepas, gram (burrs)).
3. Kurang pelumasan pada turbocharger shaft. Jika shaft kekurangan pelumasan maka shaft berputar tanpa pelumasan yang menyebabkan terkikisnya material shaft atau housing turbocharger. Hal ini menyebabkan putaran turbocharger menjadi tidak seimbang yang berakibat sudu-sudu turbine wheel bergesekan dengan turbine housing.
4. Pembakaran tidak sempurna. Pembakaran yang tidak sempurna menghasilkan karbon yang menempel pada ruang bakar dan sistem pengeluaran gas. Lama-kelamaan karbon ini akan menumpuk dan menempel pada sistem pengeluaran gas termasuk turbocharger

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 8.1 Turbocharger sebelah kiri

Gambar 8.2 Turbocharger sebelah kanan

Dari dua foto diatas terlihat perbedaan pada permukaannya. Gambar 8.1 permukaan terlihat karbon sisa pembakaran menumpuk cukup tebal pada sudu-sudu turbine wheel. Gambar 8.2 terlihat tidak ada karbon yang menumpuk pada sudu-sudu turbine wheel. Tumpukan karbon yang mengeras inilah yang mempersempit celah antara sudu-sudu dan housing sehingga bergesekan dan menyebabkan sudu-sudu terkikis.

#### V. KESIMPULAN

Dari data kami analisa dapat kami simpulkan penyebab kerusakan adalah pembakaran tidak sempurna yang diakibatkan oleh filter udara yang kotor sehingga menyebabkan karbon yang menumpuk pada saluran gas buang termasuk turbocharger.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. Trakindo Utama. 2007. *Applied Failure Analysis*. Cileungsi: Traning Center
- [2] PT. Trakindo Utama. Modul Kuliah. *Basic Engine System*
- [3] PT. Trakindo Utama. *Komponen dan Prinsip Kerja Air Intake & Exhaust System*
- [4] Caterpillar SIS(Service Information System), SEBF8018-Visual Inspection of Turbochargers



## Studi Pola Kerusakan *Combustion Liner* pada Turbin Gas (GE MS90001E) Unit 3 PLTGU di PT PJB UPHB Muara Karang

Deni Fajarudin ; Tri Adi Alvianto ; Moch Zakinura  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[denifajarudin@gmail.com](mailto:denifajarudin@gmail.com)

### Abstrak

Maintenance and inspection activities on gas turbine is very important to maintain the performance of gas turbines. Examples such as the inspection of the combustion chamber (combustion chamber). Contained in the combustion chamber a combustion liner. Combustion liner is kiln fuel gas and high-pressure air. In component damage is often the case, considering these components working at high temperatures. In the combustion liner failure or damage occurs usually due to fatigue and crack. If such damage is not immediately addressed, it can lead to death trip or a gas turbine. To reduce or minimize these occurrences, it is necessary to failure analysis that aim to obtain a solution or Preventive action.

Keywords: gasturbines, failure analysis, combustionliner

### Abstrak

Kegiatan perawatan dan inspeksi pada turbin gas merupakan hal yang sangat penting dilakukan untuk menjaga performance turbin gas. Contohnya seperti inspeksi ruang pembakaran (combustion chamber). Di dalam ruang pembakaran terdapat combustion liner. Combustion liner merupakan tempat pembakaran bahan bakar gas dan udara bertekanan tinggi. Pada komponen inilah yang sering terjadi kerusakan, mengingat komponen ini bekerja pada temperatur tinggi. Pada combustion liner kegagalan ataupun kerusakan yang terjadi biasanya disebabkan oleh fatigue dan crack. Jika kerusakan seperti ini tidak segera ditangani, maka dapat menyebabkan trip atau matinya turbin gas. Untuk mengurangi atau meminimalisir kejadian tersebut, maka perlu adanya analisis kegagalan yang tujuannya untuk mendapatkan solusi atau tindakan pencegahan.

Kata Kunci: Turbin gas, analisis kegagalan, combustion liner

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Sejalan dengan perkembangan jaman, kebutuhan akan energi juga semakin bertambah. Energi yang sangat penting dewasa ini adalah energi listrik. Hal ini dapat diketahui dari semakin meningkatnya permintaan akan kebutuhan energi listrik, sehingga untuk memenuhi permintaan itu diperlukan pembangunan pembangkit tenaga listrik baru atau dengan penambahan kapasitas pada instalasi pembangkit tenaga listrik yang sudah ada. Proyek pembangunan yang dilaksanakan oleh pemerintah untuk menyediakan tenaga listrik sistem Jawa-Bali masih belum dapat memenuhi kebutuhan tenaga listrik dari konsumen.

Salah satu pembangkit tenaga listrik yang dibangun adalah PLTGU yang ada didalam ruang lingkup PT. PJB UPHB (Unit Pelayanan Pemeliharaan Wilayah Barat) Muara Karang yang merupakan salah satu anak perusahaan dari PT PLN (Persero). Dibangun bertujuan untuk memberikan jasa pelayanan pemeliharaan yang bermutu tinggi pada unit pembangkitan dengan melaksanakan *best practice maintenance*, peningkatan mutu yang berkesinambungan untuk mencapai *on quality, on time, on cost* serta penerapan SMK3 (Sistem Manajemen keselamatan & Kesehatan Kerja) guna mempertahankan *zero accident* sesuai persyaratan yang berlaku dengan didukung oleh sumber daya yang berkualitas untuk kepuasan para *stakeholder*. Didalam PT. PJB UPHB Muara Karang ini terdapat beberapa unit pembangkit listrik tenaga gas dan uap (PLTG/U) salah satunya adalah turbin gas (GE MS90001E) unit 3. Secara telah kita ketahui Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap (PLTGU) adalah pembangkit siklus ganda (*combined cycle*) yang peralatan utamanya terdiri dari turbin dengan generatornya, HRSG (*HeatRecovery Steam Generator*), BFP (*boiler feed pump*) turbin uap dengan generatornya dan alat pendukung lainnya. Pembangkit Listrik Tenaga Gas Uap merupakan gabungan antara Turbin Gas (PLTG) dan Turbin Uap (PLTU) yang disebut Siklus Ganda (*Combined Cycle*).

Tujuan utama dari pembangkit kombinasitersebut yaitu untuk meningkatkan efisiensi termal yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan pertumbuhan akanenergi listrik yang meningkat pesat. Sedangkan penggunaanturbin gas sebagai pembangkit energi listrik (PLTG) dan pembangkit tenaga uap(PLTU) memiliki efisiensi termal yang rendah. Sehingga dibutuhkan suatu pembangkit listrik dengan siklus kombinasi yang menghasilkan energi lebih besar.

Di dalam siklus pembakaran PLTGU, salah satu komponen yang berperan penting adalah *Combustion Liner*. *Combustion Liner* ini merupakan komponen yang sangat berkaitan erat dengan system pembakaran karena letak penempatannya didalam combustion chamber yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran. Salah satu bagian yang sering mengalami kerusakan pada *Combustion Liner* ini adalah tube collar. Kerusakan tersebut berupa fatigue dan crack. Proses pengoperasian dan karakteristik material menjadi salah satu faktor penentu terhadap bentuk kerusakan atau kegagalan yang terjadi. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah analisa kegagalan untuk mengetahui penyebab kerusakan yang terjadi agar mendapatkan sebuah rekomendasi dari hasil pengamatan untuk mengurangi kegagalan dan kerusakan yang terjadi pada combustion liner.

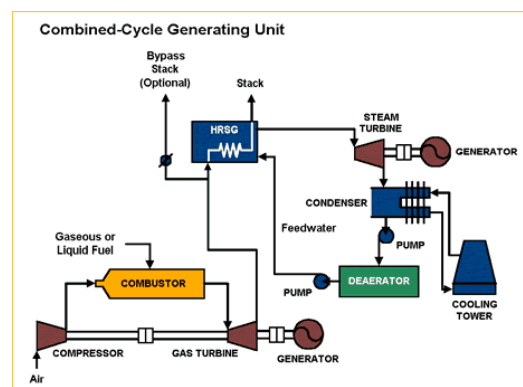
## II. EKSPERIMEN

### 1. Landasan Teori

#### 2.1.1 Pengertian PLTG/U

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. PLTU memanfaatkan energi panas dan uap dari gas buang hasil pembakaran di PLTG untuk memanaskan air di HRSG (Heat Recovery Steam Generator), sehingga menjadi uap jenuh kering. Uap jenuh kering inilah yang akan digunakan untuk memutar sudu (balung-balung). Gas yang dihasilkan dalam ruang bakar pada Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) akan menggerakkan turbin dan kemudian generator, yang akan mengubahnya menjadi energi listrik. Sama halnya dengan PLTU, bahan bakar PLTG bisa berwujud cair (BBM) maupun gas (gas alam). Penggunaan bahan bakar menentukan tingkat efisiensi pembakaran dan prosesnya. <sup>[1]</sup>

#### 2.1.2 Prinsip Kerja



Gambar 1. Combined -Cycle Generating Unit [1]

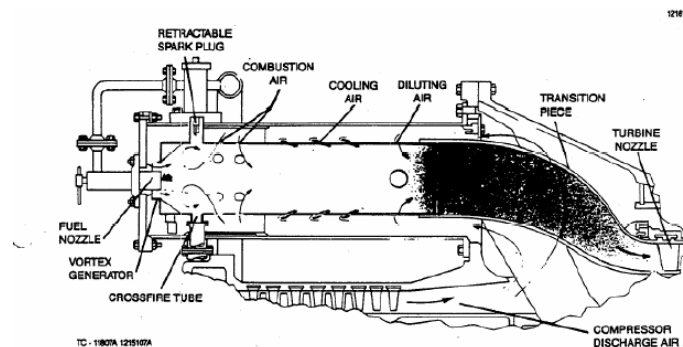
Prinsip kerja PLTG adalah sebagai berikut, mula-mula udara dimasukkan kedalam kompresor dengan melalui air filter / penyaring udara agar partikel debu tidak ikut masuk ke dalam kompresor tersebut. Pada kompresor tekanan udara dinaikkan lalu dialirkan ke ruang bakar untuk dibakar bersama bahan bakar. Disini, penggunaan bahan bakar menentukan apakah bisa langsung dibakar dengan udara atau tidak.

Jika menggunakan BBG, gas bisa langsung dicampur dengan udara untuk dibakar. Tapi jika menggunakan BBM harus dilakukan proses pengabutan dahulu pada burner baru dicampur udara

dan dibakar. Pembakaran bahan bakar dan udara ini akan menghasilkan gas bersuhu dan bertekanan tinggi yang berenergi (enthalpy). Gas ini lalu disemprotkan ke turbin, hingga enthalpy gas diubah oleh turbin menjadi energi gerak yang memutar generator untuk menghasilkan listrik.

Setelah melalui turbin sisa gas panas tersebut dibuang melalui cerobong/stack. Karena gas yang disemprotkan ke turbin bersuhu tinggi, maka pada saat yang sama dilakukan pendinginan turbin dengan udara pendingin dari lubang udara pada turbin. Untuk mencegah korosi akibat gas bersuhu tinggi ini, maka bahan bakar yang digunakan tidak boleh mengandung logam Potasium, Vanadium, dan Sodium yang melampaui 1 part per mill (ppm).<sup>[1]</sup>

### 2.1.3 Combustion Section (Ruang Pembakaran)



Gambar 2. Combustion System<sup>[2]</sup>

Pada bagian ini terjadi proses pembakaran antara bahan bakar dengan fluida kerja yang berupa udara bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Hasil pembakaran ini berupa energi panas yang diubah menjadi energi kinetik dengan mengarahkan udara panas tersebut ke transition pieces yang juga berfungsi sebagai nozzle. Fungsi dari keseluruhan sistem adalah untuk mensuplai energi panas ke siklus turbin. Sistem pembakaran ini terdiri dari komponen-komponen berikut yang jumlahnya bervariasi tergantung besar frame dan penggunaan turbin gas.<sup>[2]</sup>

- *Combustion Chamber*, berfungsi sebagai tempat terjadinya pencampuran antara udara yang telah dikompresi dengan bahan bakar yang masuk.
- *Combustion Liners*, terdapat didalam combustion chamber yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran.
- *Fuel Nozzle*, berfungsi sebagai tempat masuknya bahan bakar ke dalam combustion liner.
- *Ignitors (Spark Plug)*, berfungsi untuk memercikkan bunga api ke dalam combustion chamber sehingga campuran bahan bakar dan udara dapat terbakar.
- *Transition Pieces*, berfungsi untuk mengarahkan dan membentuk aliran gas panas agar sesuai dengan ukuran nozzle dan sudu-sudu turbin gas.
- *Cross Fire Tubes*, berfungsi untuk meratakan nyala api pada semua combustion chamber.
- *Flame Detector*, merupakan alat yang dipasang untuk mendeteksi proses pembakaran terjadi.

### 2.1.4 Proses CI (Combustion Inspection) pada turbin gas

*Combustion inspection* merupakan salah satu jenis pemeliharaan (maintenance) yang dilakukan terhadap turbin gas uap. Combustion Inspection dilakukan untuk membuat turbin gas kembali beroperasi optimal setelah delapan ribu (8000) jam beroperasi, dalam combustion inspection komponen yang diganti dan diperiksa adalah komponen-komponen yang berkaitan dengan sistem pembakaran (Combustion Chamber). Combustion chamber ini tersusun kosentris mengelilingi



aksial flow compressor dan disambungkan dengan keluaran kompresor udara dari aksial flow compressor yang dialirkan langsung ke masing-masing chambers.

Zona pembakaran pada combustion chamber ada tiga yaitu<sup>[2]</sup>;

1. Primary Zone, merupakan tempat dimana bahan bakar berdifusi dengan udara kompresor untuk membentuk campuran udara bahan bakar yang siap dibakar.
2. Secondary Zone, adalah zona penyempurnaan pembakaran sebagai kelanjutan pembakaran pada primary zone.
3. Dilution Zone, merupakan zona untuk mereduksi temperatur gas hasil pembakaran pada keadaan yang diinginkan pada saat masuk ke first stage nozzles.

Di dalam combustion chamber salah satu komponen yang sering mengalami kerusakan atau kegagalan adalah combustion liner. Combustion Liner berfungsi sebagai tempat berlangsungnya pembakaran. Di rancang dengan satu seri lubang dan louvers yang ditempatkan didalam chamber. Lubang yang terdapat pada combustion liner digunakan sebagai tempat cross fire tube dimana fungsi dari cross fire tube sebagai penghubung nyala api / pemerata nyala api pada semua combustion chamber.

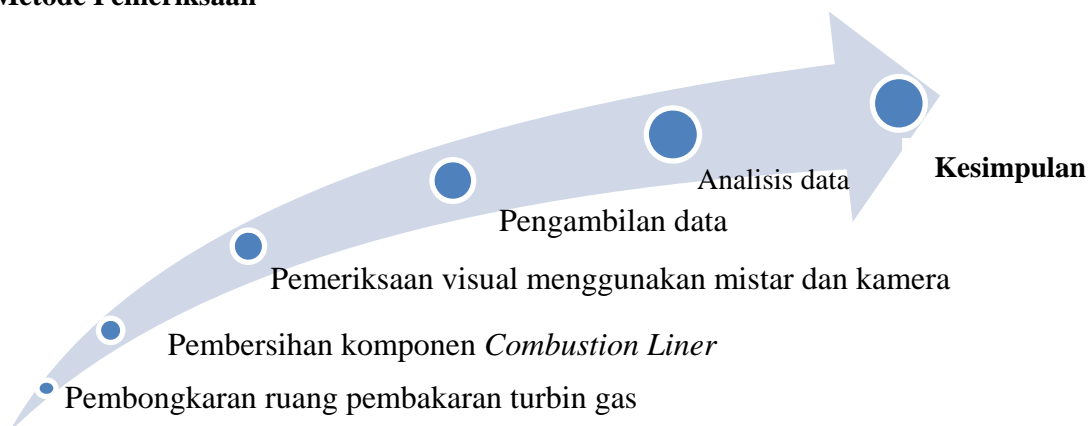
Komponen ini terbuat dari bahan material superalloy yang dikembangkan agar memiliki kemampuan untuk mempertahankan kekuatannya pada temperatur tinggi ( $>650^{\circ}\text{C}$ ) untuk waktu yang lama.

Material superalloy ini mempunyai sifat sebagai berikut ;

- Ketahanan bahan material pada temperatur tinggi,
- Tahan terhadap lingkungan (oksidasi, nitridisasi, karburisasi, dan sulfidisasi)
- Ketahanan creep yang sangat baik,
- Ketangguhan baik,
- Stabilitas mikrostruktur dan metalurgi baik,
- Tahan terhadap *thermal fatigue* dan korosi

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Metode Pemeriksaan



## Pemeriksaan Visual

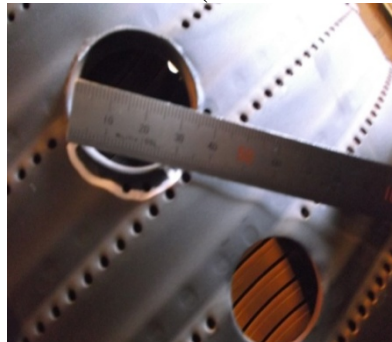


Pemeriksaan visual merupakan pemeriksaan yang pertama kali dilakukan yang bertujuan untuk mengetahui jenis kegagalan yang terjadi pada komponen-komponen turbin gas melalui pengamatan langsung pada bagian yang mengalami kegagalan maupun kerusakan kemudian di foto ataupun direkam dengan kamera yang menggunakan lensa makro. Lokasi pengujian visual dilakukan pada seluruh komponen-komponen yang terpasang pada combustion chamber.

### 3.2 Hasil pemeriksaan

Berikut hasil pemeriksaan yang kami dapatkan :

Wear pada inner collar hole ( 30 mm x 1 mm x 1,2 mm )



Combustion Liner No.01

Crack pada inner collar hole 10 mm



Combustion Liner No.06

Wear thickness pada cross fire tube collar



Combustion Liner No.09

Dent (6x2x1 mm) pada cross fire tube collar hole



Combustion Liner No.11

#### **Terindikasi :**

Pada combustion liner no. 01,06, 09 dan 11 mengalami kerusakan pada inner collar hole dan cross fire tube collar. Penyebab kerusakan ini terjadi karena getaran (vibrasi) dan terbenturnya cross fire tube dengan retainer arm (pengunci dari cross fire tube) pada cross fire tube collar.

#### **Solusi :**

- Komponen harus di repair
- Dilakukan pengecekan secara berkala
- Perhatikan ruang kontrol agar kerja siklus tetap dalam keadaan stabil
- Pada saat perbaikan usahakan bahan material yang digunakan kuat dan terbuat dari material yang tahan akan suhu yang sangat tinggi
- Pada saat pemasangan perhatikan posisi sesuai

#### **IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang telah dilakukan di PT PJB UPHB Muara Karang, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kerusakan yang terjadi pada combustion liner yaitu retak (crack), aus (wear), dent (melengkung). Penyebab utama kerusakan komponen tersebut tidak dapat di pastikan apakah karena bahan bakar yang di gunakan, karakteristik material atau kondisi udara di sekitar pembangkit turbin gas.
2. Kerusakan komponen karena wear /aus disebabkan karena kerusakan mekanik alami yaitu akibat proses combustion yang menyebabkan terjadinya suatu getaran ( vibrasi ) yang menimbulkan dua permukaan material saling bergesekan dan bersentuhan sehingga terjadinya suatu pelepasan pada permukaan material tersebut.
3. Proses pengoperasian dan karakteristik material menjadi salah satu faktor penentu terhadap bentuk kerusakan atau kegagalan yang terjadi.

#### **V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] General Electric Company, Schenectady, NY. USA, Gas Turbine Manual Book,1987.
- [2] Susanto, Hari Hadid Duriya. Mengenal dan Memahami proses Operasi PLTGU. PT Lintang Pancar Semesta: Jakarta.

- [3] General Electric Company, Schenectady, NY. USA, Gas Turbine Maintenance Seminar, Jakarta Indonesia, 1997.
- [4] Fersya, Muhammad Agiya. 201. Strategi Perawatan Komponen Mesin Gas Turbin Generator pada perangkat PLTGU Muara Karang. PT PJB UPHB, Jakarta.
- [5] <http://www.bently.com>
- [6] <http://www.turbomachinerymag.com>



## Analisis Briket Serabut Tempurung Kelapa dengan *Styrofoam* Guna Meningkatkan Kalor dan Titik Nyala

Ajie Syafaat ; Eka Sari Widi Septyani ; Intan Aprillyana Dewi ; Yohanes Robert Wandri  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
tyan\_ari@yahoo.co.id

### Abstrak

Konsumsi bahan bakar fosil semakin meningkat per tahunnya sedangkan persediannya terus menipis. Hal tersebut memacu untuk memanfaatkan dan mengembangkan energi alternatif yang dapat digunakan sebagai energi pengganti dari bahan bakar fosil yang tepat guna, melimpah jumlahnya, dan terjangkau harganya.

Briket merupakan salah satu energi alternatif yang dapat memanfaatkan limbah sampah sebagai bahan bakunya. Penelitian ini menggunakan briket berbahan baku limbah sampah kelapa (serabut kelapa dan tempurung kelapa) dengan menggunakan limbah *styrofoam* sebagai perekat guna menaikkan nilai kalor dan titik nyala. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan metode eksperimen, yaitu menggunakan bahan baku limbah serabut kelapa, tempurung kelapa, perekat lem, dan perekat *stryrofoam*. Ada dua komposisi bahan yaitu sabut : tempurung (50:50) dan sabut : tempurung (25:75), selain itu menggunakan dua macam perekat yaitu lem dan *styrofoam* cair.

Briket serabut tempurung kelapa dengan perekat *stryrofoam* memiliki nilai kalor  $\pm 10\%$  lebih tinggi dibandingkan dengan briket serabut tempurung kelapa perekat lem kanji. Selain itu briket serabut tempurung kelapa dengan perekat *styrofoam* memiliki titik nyalanya lebih cepat dibandingkan dengan briket serabut tempurung kelapa perekat lem kanji.

Kata Kunci : Eko-Briket, Serabut Kelapa dan Tempurung Kelapa, Limbah *Styrofoam*.

### Abstract

Consumption of fossil fuels is increasing annually but the source is decreasing. Today research in energy alternative is intensively increase. It creates to replace the fossil fuel, give less effect to enviroment, and affordable.

Briquette is one alternative energy that can utilize waste as raw material waste. This study uses briquettes made from garbage waste oil (coconut fiber and coconut shell) using *styrofoam* waste as glue to increase the calorific value and flash point. The method used is the experimental method, which uses the raw material waste coconut fiber, coconut shell, adhesive glues, and adhesives *stryrofoam*. There are two fiber composition: shell (50:50) and coir: shell (25:75), but it uses two kinds of glues and adhesives are liquid *styrofoam*.

Briquette coconut shell fibers with adhesive *stryrofoam* having calorific value  $\pm 10\%$  higher than the coconut fiber briquette starch adhesive glue. In addition briquette coconut shell fibers with glue dots *styrofoam* has flames faster than briquettes coconut shell fibers starch adhesive glue.

Keywords : Eco-Briquettes, Coconut fibers and coconut shells, *Styrofoam* waste.

## I. PENDAHULUAN

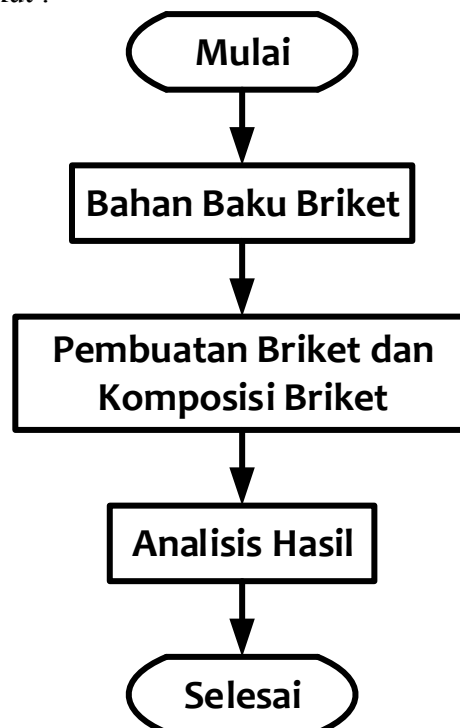
Indonesia merupakan negara kepulauan yang beriklim tropis yang kondisi agroklimat mendukung sehingga menghasilkan kelapa cukup besar. Selain daging kelapa, air kelapa, batang pohon, daun kelapa yang memiliki manfaat ternyata sabut dan tempurung kelapa juga memiliki manfaat sebagai karya seni dan juga bahan bakar. Banyak sekali limbah sabut dan tempurung kelapa yang dihasilkan oleh tukang es kelapa dan juga tukang parut kelapa. Limbah sabut dan tempurung kelapa hanya dibuang begitu saja di tempat sampah namun kadang kala ada juga yang menjualnya langsung tanpa diolah dan ada juga yang mengolahnya menjadi arang sebagai bahan bakar sebelum dijual. Limbah sampah dan tempurung kelapa yang dipergunakan sebagai bahan bakar berupa arang hanya memiliki nilai kalor dan titik nyala yang rendah.

Biobriket merupakan bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami pemadatan (arang yang dihaluskan dan dicampur perekat yang kemudian dicetak dengan bantuan daya tekan). Tujuan pembuatan biobriket adalah untuk menambah jangka waktu bakar dan untuk menghemat biaya. Biobriket mampu mengurangi penggunaan kayu bakar yang mulai meningkat konsumsinya dan berpotensi merusak ekologi hutan, mengganti penggunaan minyak tanah yang berpotensi besar dalam pemanasan global, dan juga mengganti penggunaan bahan bakar fosil yang sudah mulai menipis ketersediaannya.

Sabut kelapa memiliki nilai kalor sekitar 5267 kal/g sedangkan tempurung kelapa memiliki nilai kalor sekitar 6184 kal/g. Dalam penelitian ini menggunakan perekat yang berbeda yaitu perekat kanji dan perekat *styrofoam* cair. Selain itu juga perbedaan komposisi bahan baku antara tempurung kelapa dengan sabut kelapa yang dapat mempengaruhi nilai kalor dan juga titik nyala dari briket. Salah satu cara meningkatkan nilai kalor dan titik nyala dari briket yaitu dengan mencampurkan bahan yang memiliki nilai kalor yang lebih tinggi pada briket. Penggunaan perekat *styrofoam* cair merupakan cara untuk meningkatkan nilai kalor dan titik nyala pada briket sabut kelapa dan tempurung kelapa karena *styrofoam* merupakan salah satu jenis plastik polystyrene (PS) yang memiliki nilai kalor sebesar 41,4 MJ/kg.

## II. METODE PENELITIAN

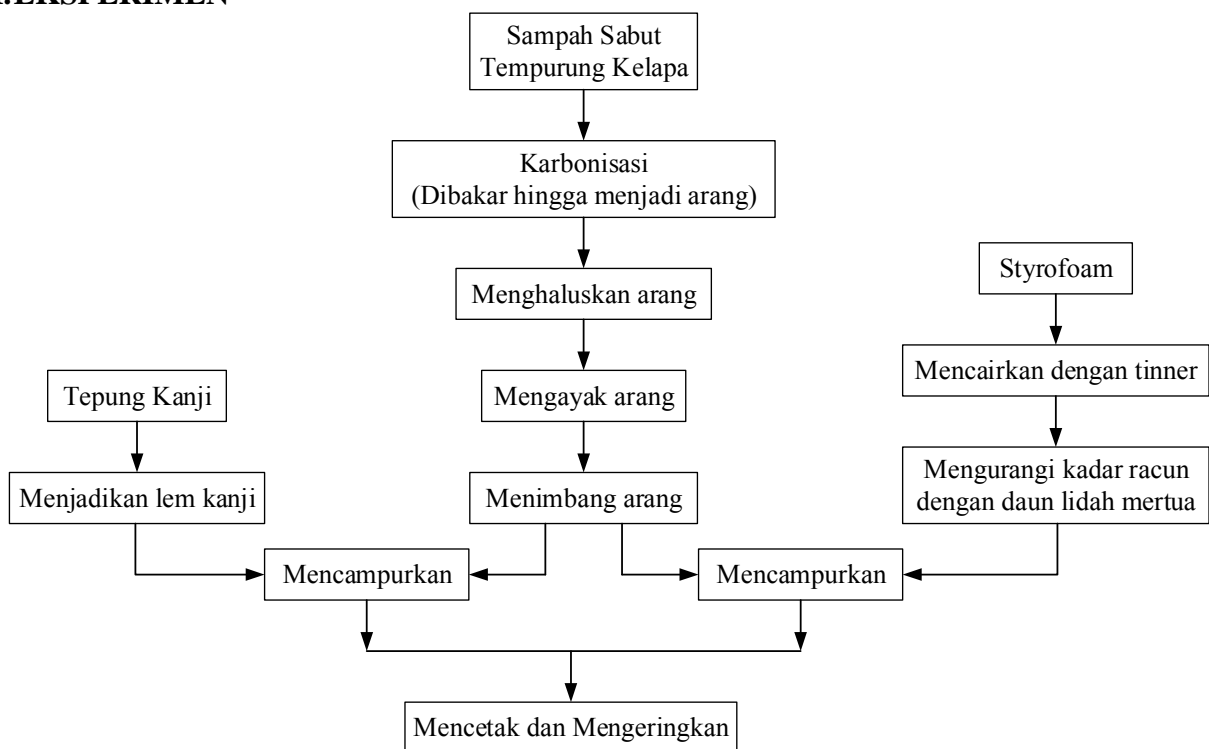
Metode penelitian sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan metode eksperimen, yaitu menggunakan bahan baku limbah serabut kelapa, tempurung kelapa, perekat lem, dan perekat *stryrofoam*. Ada dua komposisi bahan yaitu sabut : tempurung (50:50) dan sabut : tempurung (25:75), selain itu menggunakan dua macam perekat yaitu lem dan *stryrofoam* cair. Setelah menjadi briket kami melakukan pengujian ultimate (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>) dan proximate (kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, karbon padat, nilai kalor, kadar belerang total), pengujian penurunan massa terhadap waktu, kemudahan dibakar dan titik nyala dengan alat TGA (*Thermal Gravimetric Analyser*).

### III. EKSPERIMEN



Gambar 2. Langkah Pembuatan Briket

Bahan baku briket berupa tempurung kelapa dan sabut kelapa. Dalam pembuatan briket yang perlu diperhatikan adalah kadar air dari bahan baku yang harus dibuat sekecil mungkin dan tidak melebihi 20%. Menurunkan kadar air pada bahan baku dapat dilakukan dengan cara menjemur bahan baku kurang lebih selama tiga hari dengan alas penjemuran menggunakan terpal. Pastikan pengeringan baik pada semua sisi saat penjemuran. Setelah dilakukan pengeringan bahan baku yang belum digunakan dapat disimpan di kantong plastik untuk menghindari dari pengaruh kelembaban dan air dari lingkungan. Peralatan yang digunakan dalam proses karbonisasi briket adalah drum besi bekas cat dengan kapasitas kira-kira 20 liter lengkap dengan tutupnya. Pada bagian alas drum yang diberi lubang sebanyak 5-7 lubang dengan diameter 25 mm, kearah keliling. Ayakan dengan ukuran 30 mesh dengan kayu sebagai penghalus arang. Peralatan pencetakan berupa pipa, palu kayu, dan alas pengering berupa lembaran plastik.

Pembuatan briket dilakukan dengan proses karbonisasi yaitu pengarang bahan baku yang sudah dikeringkan. Drum diisi bahan baku sesuai dengan kapasitasnya. Sampah kemudian dibakar dengan cara menyulutkan api dari bagian lubang di bawah drum yang sudah disangga bata. Setelah api merata dan mulai menjalar ke atas, drum tersebut ditutup agar tidak terjadi pengaliran oksigen sebagai agent pembakar (prinsip karbonisasi), yang akan menjadikan bahan baku kering di dalam drum menjadi arang.

Dari beberapa titik pada tutup drum yang kurang rapat, akan terlihat kepulan asap apabila asap berwarna putih tipis menandakan bahwa proses pengarangan berjalan dengan baik. Dan pada saat itu, bata yang digunakan untuk menyangga drum harus disingkirkan, sehingga proses karbonisasi dapat berjalan dengan baik. Apabila asap tersebut berwarna coklat tipis atau kelabu (yang menandakan bahwa proses pengarangan tidak berjalan lancar), maka proses pembakaran harus diulang dari awal dengan membuka tutup drum terlebih dahulu. Pembuatan arang memerlukan waktu kurang lebih 4-7 jam. Setelah api padam, biarkan arang menjadi dingin selama kurang lebih 3 jam, kemudian arang tersebut dikeluarkan dari drum dan dipisahkan dengan abu yang timbul sebagai konsekuensi proses pembuatan arang. Tergantung dari kebocorannya, jumlah abu berkisar antara 10 sampai 25% arang.



Proses pembuatan perekat Styrofoam adalah dengan cara dicairkan dengan tinner lalu di campur dengan air lidah mertua yang telah diblender guna menetralsir racun pada styrofoam. Arang kemudian ditumbuk halus dan disaring dengan ayakan. Arang hasil saringan dapat digunakan sebagai bahan briket dan arang yang tersisa pada ayakan ditumbuk dan disaring kembali. Setelah itu arang sudah halus akan dicampur dengan 2 perekat yaitu perekat dengan tepung kanji dan perekat dengan styrofoam cair. Kemudian campuran arang dengan perekat akan diaduk rata, lalu dicetak di dalam potongan pipa dan dipadatkan dengan menggunakan palu kayu, kemudian dijemur sampai keringdengan perbandingan bahan baku tempurung kelapa : sabut kelapa yaitu 50 : 50 dan 75 : 25.

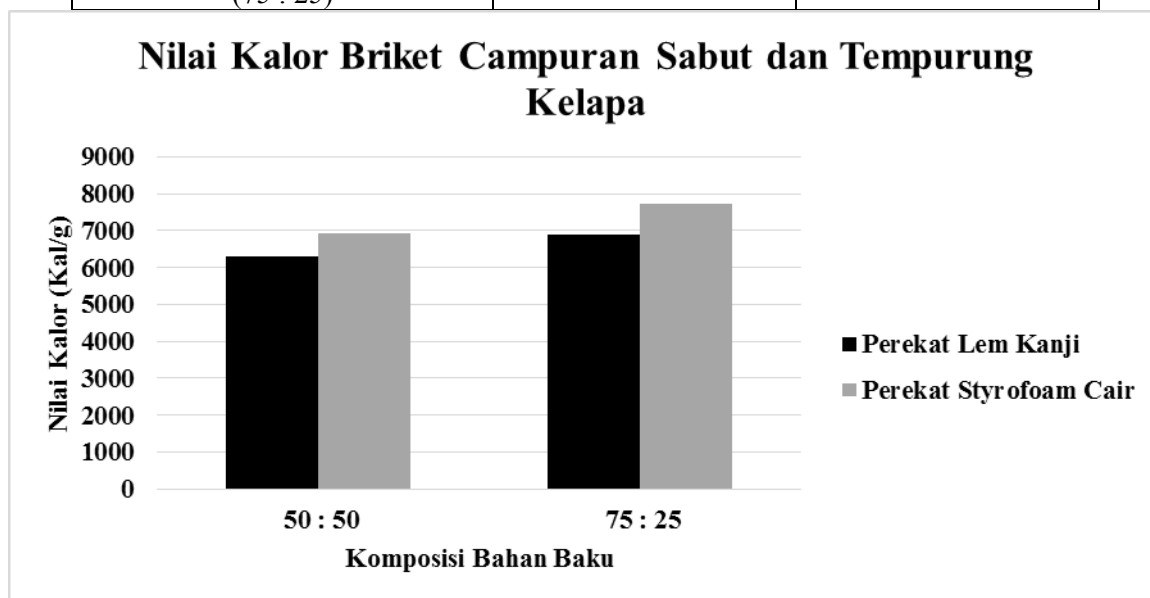
#### IV. HASILDAN PEMBAHASAN

##### 1. Perencanaan Hasil Uji Kalor

Untuk mengetahui kenaikan efisiensi pada briket sabut kelapa dan tempurung kelapa dengan perekat kanji terhadap perekat styrofoam cair, maka akan dilakukan serangkaian pengujian diantaranya adalah pengujian nilai kalor dengan perkiraan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Perencanaan Hasil Uji Nilai Kalor

Briket	Nilai kalor (kal/g)	
	Perekat lem kanji	Perekat styrofoam cair
Tempurung kelapa : sabut kelapa (50 : 50)	6311	6942
Tempurung kelapa : sabut kelapa (75 : 25)	6888	7715



Gambar 3. Perencanaan Hasil Uji Nilai Kalor

Pada Tabel 1. menunjukkan perkiraan perbandingan nilai kalor perekat lem kanji dengan perekat styrofoam. Nilai kalor briket tempurung kelapa : sabut kelapa (50 : 50) dengan perekat lem kanji memiliki nilai kalor sebesar 6311 kal/kg, diperkirakan mengalami kenaikan sebesar 10% terhadap perekat styrofoam cair yaitu 6942 kal/kg. Nilai kalor briket tempurung kelapa : sabut kelapa (75 : 25) dengan perekat lem kanji memiliki nilai kalor sebesar 6888 kal/kg, diperkirakan mengalami kenaikan sebesar 12% terhadap perekat styrofoam cair yaitu 7715 kal/kg.

Nilai kalor yang tertinggi yaitu pada briket tempurung kelapa : sabut kelapa (75 : 25) dengan perekat styrofoam cair yaitu 7715 kal/gr melebihi nilai kalori batu bara.

Tabel 2. Nilai Kalor Bahan Bakar

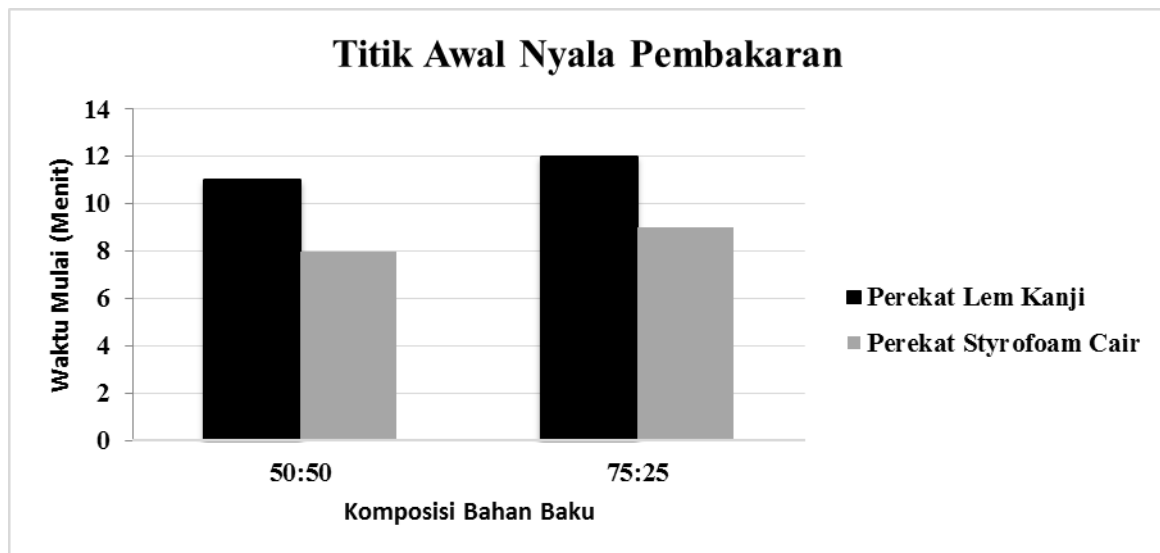
No	Bahan Bakar	Nilai Kalori (Kal/gr)
1	Kayu	4491,2
3	Batubara muda	1887,3
4	Batubara	6999,5
5	Minyak Bumi Mentah	10081,2
6	Bahan Bakar Minyak	10224,6
7	Gas Alam	9722,9

## 2. Perencanaan Uji Titik Nyala

Pengujian sampel briket sampah dilanjutkan dengan uji titik nyala, hal ini berguna untuk mengetahui kecepatan menyala briket. Data pengujian tampak pada tabel 2.

Tabel 3. Perencanaan Hasil Uji Titik Nyala (*Thermal Gravimetric Analysis*)

Briket Tempurung : sabut kelapa	Waktu mulai terbakar (menit ke)	Massa awal (mg)	Suhu briket terbakar (°C)	Waktu akhir terbakar (menit ke)	Massa akhir (mg)	Laju massa / waktu (mg/menit)
50:50 Lem kanji	11	12,48	196,55	44,78	0,24	0,4
50 : 50 Styrofoam cair	8	10,25	194,34	51,24	0,37	0.46
75 : 25 Lem kanji	12	15,16	184,98	53,56	0,27	0.42
75 : 25 Styrofoam cair	9	13,77	182,67	57,89	0,4	0,48



Gambar 4. Grafik Hasil Uji Titik Nyala (*Thermal Gravimetric Analysis*)

Dari Tabel 3. perkiraan laju pembakaran yang paling cepat dialami oleh briket perbandingan tempurung : serabut kelapa 75 : 25 dengan perekat styrofoam cair yaitu sebesar 0,48 mg/menit. Briket perbandingan tempurung : serabut kelapa 50 : 50 dengan perekat styrofoam cair, laju pembakarannya adalah sebesar 0,46 mg/menit. Briket perbandingan tempurung : serabut kelapa 75 : 25 dengan perekat lem kanji, memiliki laju pembakaran sebesar 0,46. Briket perbandingan tempurung : serabut kelapa 50 : 50 dengan perekat lem kanji memiliki laju pembakaran sebesar 0,4 mg/menit. Laju pembakaran briket perbandingan tempurung : serabut kelapa 50 : 50 dengan perekat

lem kanji memiliki nilai laju pembakaran yang paling kecil, bila dibandingkan briket perbandingan tempurung : serabut kelapa 75 : 25 dengan perekat styrofoam cair memiliki laju pembakaran yang lebih besar di dibanding dengan briket lainnya, hal ini mengindikasikan bahwa briket perbandingan tempurung : serabut kelapa 75 : 25 dengan perekat styrofoam cair mudah terbakar dibandingkan dengan briket lainnya.

### 3. Perencanaan Hasil Uji Emisi

Perkiraan Perbandingan Emisi Gas Terhadap Standar Emisi Gas pada PERMEN ESDM no. 47 tahun 2006 (mg/N.m<sup>3</sup>)

Tabel 4. Hasil Emisi Gas

Jenis Limbah	Perbandingan	Kadar Emisi (mg/N.m <sup>3</sup> )			
		NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CO
Briket Serabut Tempurung Kelapa dengan Perekat Lem Styrofoam Cair	75:25	90,2	10,3	206,5	634,6
	50:50	91,4	11,4	205,6	645,2
Briket Serabut Tempurung Kelapa dengan Perekat Lem Kanji	75:25	90,0	9,7	203,0	620,0
	50:50	89,5	9,5	200,0	600,0
Batas Maksimum		140	130	450	726

### 4. Perhitungan kebutuhan massa briket untuk mendidihkan 1 liter air

Perhitungan Massa Briket untuk Memasak 1 liter air :

Terdapat kesetaraan antara satuan joule dengan satuan kalori yang biasa dikenal dengan sebutan tara kalor mekanik.

- 1 kalori = 4,2 joule
- 1 kilokalori = 4.200 joule
- 1 joule = 0,24 kalori

Banyaknya kalor yang diperlukan untuk mengubah 1 liter air, dalam perubahan wujud dari cair menjadi uap pada titik didihnya (100°C) yaitu 2.260.000 j → 2260 kj.

1 Joule = 0,24 kalori

2260.000 J = 2260.000 x 0,24=542.400 kalori

Menurut pernyataan diatas, diketahui bahwa untuk memasak 1 liter air, dibutuhkan kalori sebesar 542.400 kalori. Pada pengujian nilai kalor sebelumnya, yaitu pada (tabel 1) diketahui nilai kalor briket sabut tempurung kelapa dengan perekat lem kanji dan styrofoam cair.

Sehingga dapat ditentukan berapa massa masing-masing briket limbah organik yang digunakan pada saat merebus 1 liter air.

Tabel 5. Massa Briket Sampah Organik

Jenis Briket	Nilai Kalori (kal/gr)	Massa (gr)
Tempurung : Sabut 50 : 50 Perekat lem kanji	6311	85,94
Tempurung : Sabut 50 : 50 Perekat styrofoam cair	6942	78,13
Tempurung : Sabut 75 : 25 Perekat lem kanji	6888	78,74
Tempurung : Sabut 75 : 25 Perekat styrofoam cair	7715	70,3

Contoh perhitungan Tabel 5 :

Massa briket perbandingan tempurung : sabut (50 : 50) perekat lem kanji

$$= \frac{812.400 \text{ kalori}}{6811 \text{ kal/gr}}$$

= 85,94 gr

## V. HIPOTESA

- Berdasarkan perkiraan uji nilai kalor briket dengan perbandingan tempurung : serabut kelapa 75 : 25 dengan perekat styrofoam cair dengan nilai kalor 7715 kal/ g mengalami kenaikan 12% dari perekat lem kanji dengan nilai kalor 6888 kal/g. Briket dengan perbandingan tempurung : serabut kelapa 50 : 50 dengan perekat styrofoam cair dengan nilai kalor 6942 kal/ g mengalami kenaikan 10% dari perekat lem kanji dengan nilai kalor 6311 kal/g.
- Dari perkiraan uji titik nyala (TGA) briket dengan perekat styrofoam cair titik nyala awal 8-9 menit. Ini lebih cepat dibanding briket dengan perekat lem kanji.
- Kandungan dari emisi gas NO<sub>2</sub>; CO<sub>2</sub>;CO terendah yaitu pada briket tempurung kelapa : sabut kelapa (50 : 50) dengan perekat lem kanji NO<sub>2</sub> = 89,5 mg/N.m<sup>3</sup>; CO<sub>2</sub>= 200,0 mg/N.m<sup>3</sup>; CO = 600,00 mg/N.m<sup>3</sup> , sedangkan untuk emisi gas SO<sub>2</sub>terendah terendah yaitu pada briket tempurung kelapa : sabut kelapa (75 : 25) dengan perekat lem kanji SO<sub>2</sub> = 9,5dengan nilai masing-masing briket diperkirakan memiliki nilai dibawah dari Standar Emisi Gas pada PERMEN ESDM no. 47 tahun 2006 (mg/N.m<sup>3</sup>).

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hendra, Djani. 2007. "Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa, dan Tempurung Sebagai Sumber Energi Alternatif".
- [2] Oktaviani, B, M & Harahap, A, I. 2012. "Meningkatkan Nilai Kalor dan Titik Nyala Melalui Perendaman Briket Sampah Organik Dalam Oli Bekas Pakai dan Minyak Jelantah". Jakarta Politeknik Negeri Jakarta.
- [3] Setyawan, Iwan. 2006. "Briket Arang dari Limbah Organik Perkotaan". Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan. IPB.
- [4] Sulisyanto, Amin. 2006. "Karakteristik Pembakaran Biobriket Campuran Batubara dan Sabut Kelapa". Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, MEDIA MESIN, Vol. 7, 77-84. 2006.
- [5] PERMEN ESDM no. 47 tahun 2006.



## Efisiensi Penggantian Oli Transmisi Otomatis / ATF dengan Alat Bantu Ganti ATF

Faisal Rahman Hakim ; Luzman Nadhil ; Muhammad Syamsul Fakhri ; Raymond Dwi Puspa ; Hamdi ; Mujianto  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

### Abstrak

Perawatan transmisi otomatis harus dilakukan secara berkala agar mobil dapat berjalan dengan baik. Penggantian oli transmisi otomatis / ATF merupakan salah satu proses perawatan yang dilakukan di bengkel. Biasanya penggantian ATF di bengkel dilakukan secara manual. Tujuan yang ingin dicapai adalah untuk mengetahui nilai efisiensi yang didapat saat penggantian ATF yang dilakukan menggunakan alat bantu khusus ini dan untuk membantu mekanik yang ada di bengkel agar lebih mengefisienkan waktu dan tenaga yang digunakan pada saat penggantian ATF. Metode penelitian yang dilakukan pertama-tama adalah melakukan observasi, selanjutnya studi literatur, perancangan alat, menentukan objek yang akan diujicobakan, dan yang terakhir adalah pengujian alat. Penggantian ATF yang dilakukan secara manual membutuhkan waktu 45 - 60 menit, namun dengan memakai alat bantu ganti ATF ini waktu yang dibutuhkan untuk mengganti ATF hanya 10 - 15 menit sehingga kerja mekanik menjadi lebih efisien.

Kata kunci : ganti, ATF, transmisi otomatis

### Abstract

Automatic transmission maintenance should be done regularly so that the car can run well. Automatic transmission oil change / ATF is one of the treatment process performed in the workshop. ATF replacement is usually done manually in the garage. The goal is to determine the value of efficiency obtained when replacing ATF conducted using this particular tool and to help existing mechanical dibengkel more efficiently so that time and energy are used for switching the ATF. Research methodology is the first observation, further study of the literature, the design of the tool, specify the object to be tested, and the latter is a testing tool. ATF replacement is done manually which takes 45-60 minutes, But by using the tools it only takes 10-15 minutes so that the mechanical work becomes more efficient.

Keywords: change, ATF, automatic transmission

## I. PENDAHULUAN

Selama dekade ini, mobil bertransmisi otomatis sangat berkembang di dunia. Mobil bertransmisi otomatis dinilai lebih nyaman dipakai oleh pengendara dibandingkan dengan mobil bertransmisi manual. Saat ini semua ATPM berlomba-lomba untuk membuat mobil bertransmisi otomatis atau biasa disebut mobil *matic*. Mobil *matic* sendiri memerlukan *Automatic Transmission Fluid (ATF)* sebagai minyak pelumas transmisi sekaligus sebagai perantara untuk meneruskan putaran mesin ke roda penggerak.

ATF memerlukan penggantian secara rutin setiap 40.000 km agar transmisi otomatis ini terawat dan dapat bekerja dengan baik. Di bengkel, penggantian ATF ini dilakukan secara manual. Penggantian secara manual ini memerlukan waktu yang lama dan tenaga yang lebih banyak. Penggantian secara manual ini di nilai tidak efisien.

Ide untuk membuat alat bantu ganti ATF ini dilatar belakangi pada cara penggantian ATF yang tidak efisien. Alat Bantu Ganti ATF ini dibuat untuk memudahkan mekanik dalam penggantian ATF dan tidak memerlukan waktu yang lama. Alat ini menggunakan dua buah pompa AC yang diberi selang fleksibel di lubang masuk dan keluar pompa tersebut, pompa yang pertama untuk mengosongkan *carter* transmisi/menguras ATF dan pompa yang kedua digunakan untuk mengisi ATF ketransmisi.

Alat ini memerlukan daya listrik 220V atau daya standar listrik pada umumnya. Alat ini menggunakan *switch* untuk mengaktifkan/mematikan pompa. ATF baru dan ATF lama di tempatkan di dua penampungan yang berbeda. Pengurasan dan pengisian menggunakan alat ini dapat melalui lubang *oil stick transmsion*. Pengurasan menggunakan selang fleksibel yang dapat menjangkau sudut-sudut *carter transmsi* sedangkan pengisiannya selang pengisi diberi kran untuk mengatur pengisian ATF agar tidak ada/sedikit ATF yang tumpah pada saat pengisian.

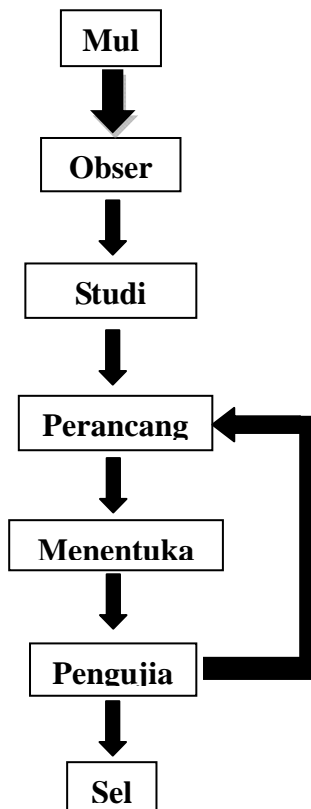
Pembuatan alat ini tidak memerlukan biaya yang besar. Bahan-bahan alat ini pun dapat dengan mudah ditemui di pasaran. Pengoperasian alat ini juga tidak terlalu rumit, dengan begitu semua

mekanik bisa membuat atau menggunakan alat ini agar mekanik dapat mengefisiensikan kerja mereka pada saat penggantian *ATF*.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai efisiensi yang didapat saat penggantian *ATF* yang dilakukan menggunakan alat bantu khusus ini dan untuk membantu mekanik yang ada dibengkel agar lebih mengefisiensikan waktu dan tenaga yang digunakan pada saat penggantian *ATF*.

## II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan untuk mengumpulkan data data yang berhubungan dengan penelitian ini adalah :



Gambar 2. Bagan Metode Penelitian

1. Observasi, yaitu mengamati cara penggantian *ATF* secara manual dan mensurvei harga bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan alat bantu ganti *ATF* ini
2. Studi Literatur, yaitu mencari informasi dan data-data yang diperlukan untuk penelitian dan pembuatan alat bantu ganti *ATF* lewat buku-buku, internet, maupun data yang dikumpulkan dari bengkel.
3. Merancang alat, yaitu perancangan alat yang akan digunakan untuk penelitian yaitu alat bantu ganti *ATF*
4. Menentukan objek, yaitu menentukan objek/mobil/transmisi yang akan di ujicobakan menggunakan alat bantu ganti *ATF*
5. Pengujian alat, yaitu menguji coba alat bantu ganti *ATF* ke objek dan diteliti. Jika pengujian alat gagal maka kembali ke perancangan alat untuk mencari tahu kekurangan dari perancangan dan jika pengujian berhasil maka penelitian selesai



### III. HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

Pembuatan alat bantu ganti ATF ini memakai pompa AC dengan spek sebagai berikut :

Daya = 1 HP = 746 watt

Frekuensi = 50 Hz

Voltase = 220 / 240 V

Arus listrik ( I ) adalah perbandingan antara Daya pompa ( P ) dengan Voltase/sumber tegangan yang diterima pompa ( V ). Arus listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan pompa ini adalah :

Untuk 220 V

$$\begin{aligned} I &= P / V \\ I &= 746 \text{ watt} / 220 \text{ V} \\ I &= 3.39 \text{ A} \end{aligned}$$

Rpm ( rotasi per menit ) adalah perbandingan frekuensi dari pompa ( F ) dengan jumlah pole/kutub pada pompa ( p ) lalu dikalikan 120 ( angka tetap perhitunga rpm ). Rpm yang dihasilkan dari pompa ini adalah :

$$\begin{aligned} \text{Rpm} &= F/p \cdot 120 \\ \text{Rpm} &= 50 \text{ Hz}/3 \cdot 120 \\ \text{Rpm} &= 2000 \end{aligned}$$

Debit ( Q ) adalah perbandingan antara volume ( V ) dengan waktu ( t ) atau kecepatan aliran ( v ) dikalikan dengan luas penampang yang dialiri ( A ). Debit aliran ATF yang dihasilkan pompa ini adalah :

$$\begin{aligned} Q &= V/t \\ Q &= 1 \text{ liter}/35 \text{ s} \\ Q &= 0.0285 \text{ liter/s} \end{aligned}$$

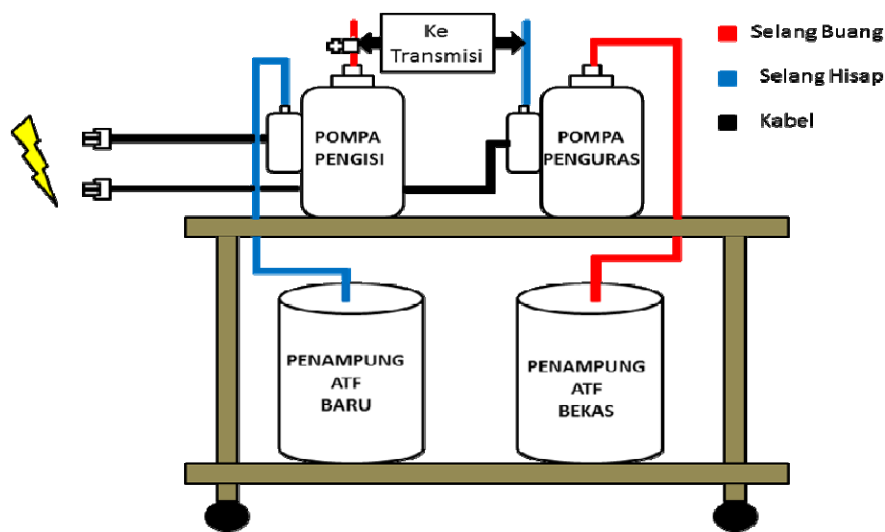
Dari debit yang dihasilkan diatas, maka kecepatan aliran ATF ( v ) yang mengalir melalui selang adalah :

$$\begin{aligned} \text{Diameter selang} &= 0.9 \text{ cm} = 0.009 \text{ m} \\ \text{Luas penampang} &= A = \pi r^2 \\ &= 3.14 \cdot 0.0045^2 \\ &= 0.0000636 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= Q/A \\ v &= 0.0285/0.0000636 \\ v &= 448.11 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Berikut langkah-langkah pembuatan alat bantu ganti ATF :

1. Menyiapkan alat dan bahan untuk membuat alat bantu ganti ATF
2. Lalu menghubungkan kabel kontak listrik kedua pompa AC dengan dua buah switch yang sudah disediakan (jika kabel kurang panjang, sambung dengan kabel yang telah disediakan)
3. Membagi selang menjadi 4 buah yaitu 2 buah ukuran 2 meter dan 2 buah ukuran 3 meter
4. Lalu menyiapkan pompa AC yang akan digunakan untuk menguras ATF, kami hubungkan port hisap dengan selang ukuran 3 meter dan port buang dengan selang ukuran 2 meter
5. Menyiapkan pompa AC yang akan digunakan untuk mengisi ATF, kami hubungkan port hisap dengan selang ukuran 2 meter dan port buang dengan selang ukuran 3 meter, selang ukuran 3 meter disambungkan dengan kran
6. Lalu bor meja sesuai ukuran baut yang sudah disediakan untuk memasang pompa di meja, lalu kami pasang kedua pompa pada meja yang sudah dibor dan baut dengan kuat
7. Menempatkan kedua wadah penampung ATF di bawah meja



Gambar 2. Sket Gambar Alat Bantu Ganti ATF

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk penggantian ATF secara manual :

1. Menarik/melepas terlebih dahulu stik oli transmisi dari lubangnya, kemudian kendaraan diangkat dengan lift pada posisi datar/rata
2. Menyiapkan bak penampung untuk menampung ATF bekas
3. Membuka baut pengeluaran ATF
4. Meniriskan ATF ke bak penampung agar ATF keluar sampai habis
5. Setelah meniriskan ATF, membuka carter ATF bila perlu untuk menguras oli yang masih tersisa, lalu carter dibersihkan ATF
6. Setelah bersih, pasang kembali carter dan baut pengeluaran ATF
7. Menurunkan kendaraan dari lift lalu mengisi transmisi dengan ATF baru menggunakan corong kecil melalui lubang stik oli transmisi
8. Memeriksa tinggi permukaan ATF, jika sudah sesuai menaruh kembali stik oli transmisi ke lubangnya

Berikut data-data yang didapat dari hasil pengamatan pada penggantian ATF secara manual :

Tabel 1. Data Penggantian ATF Secara Manual

Bengkel	Waktu Penggantian ATF	Jumlah ATF yang Dibutuhkan
Bengkel X	45-60 Menit	4-8 Liter
Bengkel Y	45-60 Menit	4-8 Liter
Bengkel Z	30-45 Menit	4-8 Liter
Rata-rata	45 Menit	4-8 Liter

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan pada penggantian ATF dengan menggunakan alat bantu ganti ATF :

1. Memposisikan kendaraan pada posisi datar/rata, menyiapkan alat bantu ganti ATF, melepas stik oli transmisi dari salurannya
2. menyiapkan pompa penguras, memasukkan selang penguras (ukuran 3 meter) ke saluran hingga masuk ke bagian terdalam transmisi
3. menghidupkan pompa penguras, kuras ATF hingga habis, setelah habis matikan pompa, ATF bekas akan mengalir ke wadah penampung ATF bekas
4. Menyiapkan pompa pengisi, memasukkan selang pengisi (ukuran 3 meter) ke saluran transmisi
5. Menghidupkan pompa pengisi, pengaturan pengisian menggunakan selang yang sudah dipasang pada selang pengisi, isi sesuai ukuran standar kendaraan

6. Memeriksa tinggi permukaan *ATF*, jika sudah sesuai taruh kembali stik oli transmisi ke lubangnya

Berikut data-data yang didapat dari hasil percobaan pada penggantian *ATF* dengan alat bantu ganti *ATF* pada transmisi jenis x mobil merk x tipe x :

Tabel 2. Data Penggantian *ATF* Dengan Alat Bantu

Bengkel	Waktu Penggantian <i>ATF</i>	Jumlah <i>ATF</i> yang Dibutuhkan
Percobaan 1	12.35 Menit	4 Liter
Percobaan 2	11.24 Menit	4 Liter
Percobaan 3	10.45 Menit	4 Liter
Percobaan 4	12.37 Menit	4 Liter
Percobaan 5	11.56 Menit	4 Liter
Rata-rata	11.59 Menit	4 Liter

Dari data data yang didapatkan maka nilai efisiensi waktu yang tercapai adalah :

$$\begin{aligned} \text{Nilai Efisiensi} &= \frac{45}{45} - \frac{11.59}{45} = \frac{33.01}{45} \\ &= \frac{33.01}{45} \times 100\% \\ &= 74.25 \% \end{aligned}$$

#### IV. KESIMPULAN

Dari Hasil Pecobaan yang telah dilakukan maka kesimpulan yang dihasilkan adalah :

1. Penggantian *ATF* dengan alat bantu ganti *ATF* dapat mengefisiensikan waktu penggantian *ATF*. Nilai efisiensi waktu yang dicapai dari penelitian ini adalah 74.25%.
2. Penggantian *ATF* dengan alat bantu ganti *ATF* dapat memperkecil jumlah *ATF* yang yang tumpah pada saat pergantian.
3. Pembuatan alat bantu ganti *ATF* ini sangat mudah, murah, dan bahan yang diperlukan dapat dengan mudah ditemukan di pasaran.

#### Saran

Jika ingin membuat alat ini disarankan agar memilih bahan dengan kualitas yang bagus agar alat yang dihasilkan dapat bekerja dengan baik dan awet. Dengan bahan yang bagus alat ini bisa dipakai hingga 3 tahun. Pemilihan pompa AC disarankan untuk menggunakan pompa dengan kekuatan minimal  $\frac{1}{2}$  HP agar penyedotan *ATF* lebih efektif. Pemakaian *ATF* dengan kualitas yang bagus juga sangat disarankan agar tranmisi otomatis lebih awet dan dapat bekerja dengan baik. Dengan adanya alat ini diharapkan mekanik dibengkel bisa dapat mengefisiensikan kerjanya pada saat penggantian *ATF*.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daihatsu Training Center. (tanpa tahun). “**Basic 1 – Sistem Penggerak**”. *Transmisi Otomatik*, (6 : 1-21). Jakarta : Daihatsu
- [2] P.T. Toyota-Astra Motor. (tanpa tahun). “**TOYOTA Materi Pelajaran Chassis Grup – Step 2**”. *Pemindah Daya*, (1 : 1-100). Jakarta : Toyota
- [3] P.T. Toyota-Astra Motor. (tanpa tahun). “**TOYOTA Teknik-Teknik Service Dasar -3**”. *Transmisi Otomatik*, (13-14). Jakarta : Toyota



## Analisa Penyebab Vibrasi pada Pompa Sentrifugal Kapasitas 150 M<sup>3</sup>/Jam dan Head 90 Meter untuk Pompa Hidran

Arsy Kusumagraha, Dani Hardimas, Seto Tjahyono, Dianta Mustofa K.

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

[dani7hardimas@gmail.com](mailto:dani7hardimas@gmail.com)

### Abstrak

Vibrasi pada pompa sentrifugal adalah suatu gejala yang sering terjadi dimana pada setiap jenis pompa terdapat standar nilai vibrasi. Vibrasi yang melebihi standar dapat mengakibatkan kerusakan komponen-komponen pompa selain itu dapat mengurangi kinerjanya. Penyebab terjadinya vibrasi pada *rotating equipment* diantaranya *unbalance* dan gesekan berlebih.

Pada penelitian ini bertujuan untuk menentukan akar permasalahan vibrasi yang terjadi pada pompa sentrifugal, Metode yang digunakan: observasi, pengambilan data awal, mengganti impeller, mengganti kopling, mengecek kondisi vibrasi motor listrik tanpa beban, mengecek permasalahan dan mengambil solusi dari vibrasi pada pompa yang lain dengan type yang sama, melakukan solusi dan kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian vibrasi pada pompa sentrifugal timbul karena adanya gesekan yang berlebih sehingga terjadi pembesaran *clearance* pada bearing depan pompa dengan *bearing housing*, sehingga dilakukan penambahan daging pada housing bearing dengan menambahkan *bushing* kemudian di-*machining* sesuai dimensi standar awal, agar *clearance* antara bearing dengan bearing housing sesuai standar.

Kata kunci : Vibrasi, Pompa Sentrifugal, Standar Nilai Vibrasi, *Clearance*, Penyebab Vibrasi, Bearing.

### Abstract

Vibration on centrifugal pump is an indication and often the case, every type of pump have a standard of vibration value. Vibration higher than the standard could makes the component damage and reduces pump performance. Vibration causes on rotating equipment unbalance and more friction.

The aim of this research determines the root case of vibration in centrifugal pump, experiments were carried out: observation, replacement impeller, replacement coupling, test the electric motor solo-run, check trouble and take solution vibration on other pump with type same, execute solution and conclusion.

The results shows that the vibration of centrifugal pumps because of excessive friction resulting in enlargement of the bearing clearance in front of the pump to the bearing housing, so that the addition bushing on the bearing housing by machining process to standard dimensions, in order to clearance between bearing with bearing housing appropriate with standard.

Keywords: Vibration, Centrifugal Pump, Standard of Vibration Value, Clearance, Vibration Cause, Bearing.

## I. PENDAHULUAN

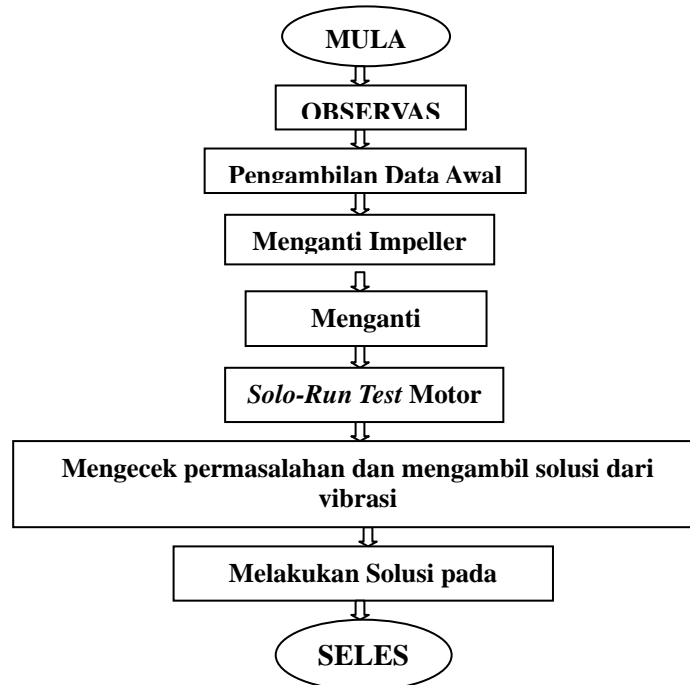
Pompa adalah salah satu mesin fluida yang digunakan untuk memindahkan fluida dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan fluida tersebut (*Bachus, 2003*). Pompa digunakan sebagai alat transportasi fluida secara horizontal maupun vertical. Jenis pompa yang sering digunakan adalah pompa sentrifugal. Hal ini terkait karena keunggulannya dibandingkan dengan pompa yang lain, yaitu: harga yang murah, konstruksi sederhana, pemasangannya mudah, kapasitas debit dan head yang tinggi serta kemudahan operasional. Karena keunggulan ini pompa sentrifugal banyak digunakan oleh berbagai industri, namun dalam pengoperasian dilapangan sering terjadi kegagalan atau kerusakan, salah satunya vibrasi yang berlebih pada pompa tersebut. Akibat dari vibrasi tersebut dapat mengakibatkan terjadi getaran berlebih, dari getaran tersebut mengakibatkan kerusakan poros, bantalan, timbul suara bising, penurunan head, penurunan kapasitas hingga penurunan efisiensi dari pompa tersebut.

Vibrasi adalah suatu gejala yang terjadi pada setiap pompa, tetapi vibrasi yang melebihi standar itu yang menjadi permasalahan. Penyebab vibrasi secara garis besar berasal dari keusan suatu komponen atau tidak *balance* suatu komponen. Pada pembahasan dijelaskan penyebab vibrasi dari *troubleshooting* buku manual salah satu pompa.

Tujuan penelitian adalah menentukan penyebab vibrasi pada pompa sentrifugal Allweiler type NT 65-250. Dengan kapasitas 150 m<sup>3</sup>/jam, head 90 m, 2900 RPM dan 51,4 KW.

## II. METODE PENELITIAN

Untuk menentukan penyebab terjadinya vibrasi pada pompa tersebut, maka dilakukan percobaan-percobaan dengan *troubleshooting* vibrasi dan pengalaman teknisi ahli pompa, berikut diagram alur percobaan.



Gambar 1. Diagram Alir penelitian

## III. LANDASAN TEORI

Pompa Sentrifugal adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain menggunakan Impeller di dalam *casing* pompa dan melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga penggerak menjadi tenaga kinetis, dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran. Vibrasi diambil dari 3 titik yaitu : Vertikal, Horizontal dan Axial pada setiap bearing pompa.

Faktor-faktor penyebab vibrasi :

1. Pipa Suction tidak terisi
2. Terhalang Katup Suction, pipa suction kurang dalam masuk ke air atau pipa suction terlalu kecil
3. Tekanan pada Suction terlalu rendah dari tekanan minimum
4. Pipa suction terangkat terlalu tinggi
5. Operasi dibawah ketentuan
6. Kavitasi
7. Impeller terhalangi benda asing
8. Pondasi tidak *rigid*
9. Kondisi Bearing *housing* dingin
10. Tekanan oli rendah
11. Kesalahan pelumas atau terlalu sedikit
12. System pelumas tidak baik
13. Kotoran pada pelumas atau bearing
14. Filter oli tersumbat

15. Terdapat uap pada pelumas atau pada bearing *housing*
16. Terdapat penghalang pada proses pendinginan
17. Pelumas berlebih
18. Tegangan pipa
19. Perubahan temperatur
20. *Misalignment*
21. Pemasangan kopling tidak sesuai
22. Kerusakan pada impeller
23. Tidak *balance* setelah *repair*
24. Poros bengkok
25. Daya putaran pompa berlebih
26. Adanya gesekan antara Komponen berputar dengan yang diam
27. Kesalahan pemasangan bearing

Tabel 1. Typical pumps vibration levels in accordance with ANSI/HI and API standards

<i>Pump Type</i>	<i>Pump Size</i>	<i>Vibration RMS</i>
End Suction ANSIB73	< 20 hp ( 15 KW )	0,12 in/s ( 3,0 mm/s )
	> 100 hp ( 75 KW )	0,18 in/s (4,6 mm/s )

Pada pompa ini dengan daya 51,4 KW maksimal nilai vibrasi 4,0 mm/s

#### IV. EKSPERIMEN

Setiap percobaan sebelum *Running test* dilakukan *Alignment* kopling, berikut langkah-langkah *Alignment*.

1. Pompa dan penggerak (motor listrik) diletakkan pada *baseplate*
2. Kopling dipasang pada penggerak dengan satu baut pengunci
3. baut – baut dipasang pada kaki pompa dan kaki motor
4. Pompa diposisikan pada tempatnya dengan benar karena pompa sebagai acuan
5. Baut pengikat pada kaki pompa dikunci, dan baut pengikat pada motor dikendorkan
6. Dudukan motor diatur mengikuti kelurusan posisi kopling motor terhadap kopling pompa
7. Dengan memakai pisau perata pada permukaan radial kedua kopling, posisi kanan kiri motor diatur dengan menggesernya ke atas - bawah motor, jika kurang tinggi ditambah dengan shim sampai terlihat rata pada pisau perata
8. Lalu dudukan dial indicator dipasang pada kopling pompa dan tangkai dial ke motor
9. Salah satu dial indicator menyentuh 90° dipasang pada permukaan radial kopling motor dan satunya lagi dial indicator menyentuh 45° permukaan axial kopling motor.
10. Putar pada arah jam 3 ke arah jam 9 atau sebaliknya dan lihat penyimpangan dial untuk menggeser posisi kanan kiri (horizontal)
11. Lalu putar arah jam 6 ke arah jam 12 atau sebaliknya dan melihat penyimpangan pada dial untuk menambah atau mengurangi (shim) ketinggian posisi motor (vertikal)
12. Utamakan penyimpangan axial dan radial bidang vertical terlebih dahulu
13. Gunakan rumus untuk penambahan shim pada kaki depan dan kaki belakang motor
14. Atur penambahan atau pengurangan shim sampai nilai penyimpangan masuk toleransi  $\pm 0,1$  mm, jika belum lihat penyimpangan dari arah jam 6 ke arah jam 12 atau sebaliknya kemudian ke langkah 11
15. Jika terjadi kendala, cek *soft foot* pada setiap kaki motor tempelkan dial indicator pada kaki pompa kencangkan baut pengunci kaki dan kendorkan baut tersebut lalu lihat penyimpangannya pada dial, tambahkan atau kurangkan shim sesuai nilai penyimpangan.
16. Jika posisi vertikal motor sudah masuk toleransi
17. Lalu cek penyimpangan horizontal



18. Putar dial dari arah jam 3 ke arah jam 9 atau sebaliknya, lihat nilai penyimpangan pada dial radial dan axial
  19. Geser posisi kaki depan dan kaki belakang pompa dengan jack untuk menggeser kaki pompa
  20. Cek berulang langkah 18
  21. Jika nilai penyimpang horizontal sudah masuk toleransi  $\pm 0,1$  mm, semua baut pengunci kaki – kaki motor dikecangkan dengan menyilang
  22. Lalu cek keseluruhan pada arah jam 6 sebagai titik nol ke arah jam 9 ke 12 ke 3 atau sebaliknya
  23. Pada langkah 22 lihat nilai penyimpangan pada kedua dial jika ada penyimpangan diluar toleransi atur kembali ke langkah 11
  24. Jika nilai pada penyimpangan langkah 22 sudah masuk toleransi buat gambar penyimpangan untuk *report Alignment*
  25. Kemudian kopling *guard* dipasang dan selesai.
- Pengambilan data awal Vibrasi
1. *Alignment* pada kopling sesuai standar sampai nilai penyimpangan masuk toleransi (lihat Langkah-langkah *Alignment*)

Tabel 2. Data Awal Vibrasi [mm/s]

		2000 RPM			2500 RPM			
		V	H	A		V	H	A
P	DE	2.8	5.0	2.7	DE	5.8	8.0	1.7
	NDE	2.7	2.5	3.7	NDE	5.1	3.5	3.5
M	DE	2.5	5.7	4.5	DE	2.8	9.2	4.0
	NDE	2.8	4.8	4.7	NDE	1.1	8.8	3.4

Keterangan :

P = Pompa

M = Motor

V = Vibrasi pada sisi Vertikal

H = Vibrasi pada sisi Horizontal

A = Vibrasi pada sisi Axial

DE = Bearing depan terhadap kopling

NDE = Bearing belakang terhadap kopling

Data vibrasi awal melebihi standar nilai vibrasi

2. *stop running* pompa
  3. Pompa dilepas dan dibongkar dari baseplate
- Mencari penyebab vibrasi dan percobaan ke-1
1. Melihat daftar *troubleshooting* vibrasi
  2. Mencoba mengganti dengan impeller yang baru
  3. Melakukan TIR (*Total Indicator Run-out*) poros pompa dengan terpasang impeller
- Kondisi TIR



Gambar 2. TIR Poros pompa

4. Kondisi TIR poros pompa tersebut bagus
5. Komponen – komponen pompa tersebut kembali dipasang
6. Test pompa tersebut kembali ke pengambilan data vibrasi
7. Lakukan *Alignment* kembali ketika perpipaan sudah terpasang, *Alignment* sesuai standar (lihat Langkah-langkah *Alignment*)
8. *Running* pompa
9. Ambil data vibrasi ke-2 pada titik setiap bearing pompa dan motor listrik

Tabel 3. Nilai Vibrasi pada Percobaan ke-1 [mm/s]

		2000 RPM			2500 RPM			
		V	H	A	V	H	A	
P	DE	3.0	5.6	2.9	DE	5.6	7.9	1.7
	NDE	2.9	2.5	3.7	NDE	5.1	3.5	3.5
M	DE	2.6	5.5	4.3	DE	2.6	9.0	3.9
	NDE	2.6	4.8	4.7	NDE	1.1	8.8	3.4

Vibrasi yang terjadi masih melebihi nilai toleransi vibrasi yang diizinkan

10. *Stop running* pompa

- Percobaan ke-2
  1. Setelah percobaan diatas ganti kedua kopling tersebut ada kemungkinan kopling tidak *balance*
  2. Lalu *Alignment* kembali (lihat Langkah-langkah *Alignment*), sampai nilai penyimpangan *alignment* masuk toleransi
  3. *Running* pompa
  4. Ambil data vibrasi ke -3 pada titik setiap bearing pompa dan motor listrik

Tabel 4. Nilai Vibrasi pada Percobaan ke-2

		2000 RPM			2500 RPM			
		V	H	A	V	H	A	
P	DE	5.0	5.6	2.1	DE	5.6	7.4	1.7
	NDE	2.9	3.5	5.7	NDE	5.1	3.5	3.5
M	DE	2.6	5.5	4.3	DE	2.6	9.0	3.9
	NDE	2.6	4.8	4.7	NDE	1.1	8.8	3.4

Vibrasi yang terjadi masih melebihi nilai toleransi vibrasi yang diizinkan

5. *Stop running* pompa

- Percobaan ke-3

1. Mengecek kondisi vibrasi *Solo Run* motor listrik tanpa kopling dan tanpa berdiri di *baseplate* melainkan di *testbed* dan di kunci baut pengunci kaki motor listrik tersebut
- Kondisi Solo-Run Motor Listrik



Gambar 3. Running test motor no load

2. Menambah *grease* pada kedua bearing motor listrik tersebut
3. Ambil data vibrasi pada titik setiap bearing pompa tersebut
4. Mendata nilai vibrasi pada kecepatan 2992 RPM

Tabel 5. Nilai Vibrasi pada Percobaan ke-3

		Ke-1			Ke-2			
		V	H	A		V	H	A
M	DE	2.1	2.5	1.4	DE	2.3	2.1	1.3
	NDE	1.4	2.0	2.5	NDE	1.4	2.1	2.4

Data vibrasi masuk toleransi standar vibrasi

5. Pasang kembali motor listrik ke *baseplate*

- Percobaan ke-4

Pompa dengan type yang sama dan spesifikasi yang sama hanya penggunaannya yang berbeda dan waktu pengoperasian yang sudah lama, didapat permasalahan yang sama yaitu vibrasi yang berlebih. Dilakukan percobaan sebagai berikut:

1. *Running test* pompa tersebut
2. Cek vibrasi dengan *full performance test* sesuai spesifikasi pada 2940 RPM
3. Pengambilan data vibrasi dan menyesuaikan dengan standar

Tabel 6. Nilai Vibrasi pada Percobaan ke-4

		Ke-1			Ke-2			
		V	H	A		V	H	A
P	DE	4.8	2.9	2.3	DE	4.7	2.7	2.5
	NDE	3.1	1.0	3.3	NDE	2.7	1.5	3.1
M	DE	13.1	4.3	3.4	DE	13.6	3.4	2.3
	NDE	11.7	0.9	4.4	NDE	12.4	1.3	4.3

Nilai vibrasi yang terjadi lebih tinggi dari pompa sebelumnya dan melebihi toleransi standar vibrasi

4. Pompa dilepas dari motor listrik dan *baseplate*
  5. Komponen-komponen pompa dibongkar
  6. Didapat tampak kondisi pada bearing depan pompa (DE) tampak gosong dan bearing housing gosong yang menandakan adanya gesekan yang berlebih antara outner bearing (kanan) dengan bearing housing (kiri)
- Kondisi Permukaan Bearing



Gambar 4. Bearing mengalami keausan karena gesekan

7. Mengecek kondisi keausan/*clearance* bearing *housing* di dapat *clearance* menjadi +0.07 mm

Solusi percobaan ke-4

1. Didapat keausan sudah melebihi toleransi, sehingga dapat dilakukan *tambah daging* dengan menambah *bushing* pada bearing *housing* tersebut kemudian *finishing* sesuai dimensi standart atau menekan outer bearing dengan menambah ring pada sisi axial *cover* bearing atau sisi tekan outer bearing di perpanjang.
2. Dilakukan sisi tekan dari *cover* bearing ke outer bearing diperpanjang +0.5 mm
3. Komponen-komponen pompa tersebut dirakit kembali
4. *Running test* pompa tersebut dengan 2940 RPM, *pressure suction* -0.23 bar dan *pressure discharge* 7.8 bar
5. Pengambilan nilai vibrasi pompa tersebut

Tabel 7. Nilai Vibrasi pada Solusi Percobaan ke-4

	t °C	V	H	A
DE	52.0	2.6	1.9	1.3
NDE	52.5	1.8	1.0	1.2

Nilai vibrasi yang terjadi menurun dari sebelumnya dan sesuai toleransi standar vibrasi

- Percobaan ke-5

Solusi Dari percobaan ke-4 pada pompa yang berbeda dengan type dan spesifikasi yang sama, diterapkan pada pompa hidran yang sebelumnya.

1. *Running test* pompa tersebut dan pengambilan nilai vibrasi ke-4
2. Lakukan *alignment* sampai nilai penyimpangan *alignment* masuk toleransi (lihat Langkah-langkah *Alignment*)

Tabel 8. Nilai Vibrasi pada Percobaan ke-5

No	Pressure [bar]		Speed [RPM]	Vibrasi V/H/A [mm/s]	
	Suction	Discharge		DE	NDE
1.	- 0.35	9	2900	3.6/3.2/1.3	1.8/1.6/1.8
2.	- 0.35	9	2900	3.6/3.3/1.3	1.8/1.7/1.7

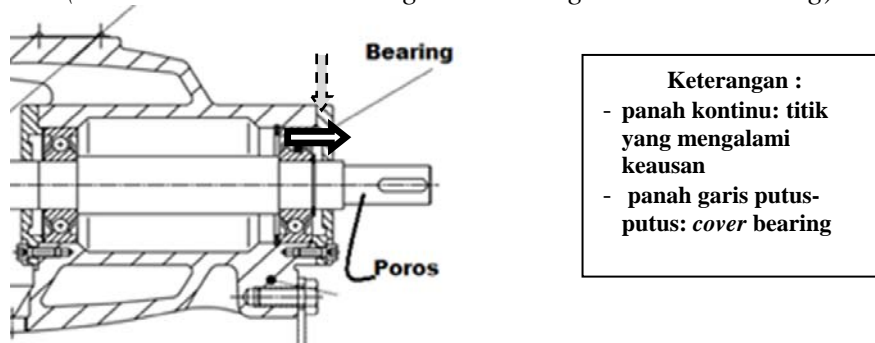
Nilai vibrasi yang terjadi menurun dari sebelumnya dan sesuai toleransi standar vibrasi

## V. PEMBAHASAN

Percobaan yang dilakukan untuk mencari penyebab vibrasi yang terjadi :

- Mengganti impeller
- Mengganti kopling
- Cek *solo-run* motor listrik
- Dan modifikasi *cover bearing*

Dari percobaan tersebut, vibrasi yang terjadi karena adanya perbesaran *clearance* antara outer bearing DE dengan bearing *housing* (panah kontinu). Dilakukan pengukuran *clearance* pada pompa hidran tersebut didapat nilai *clearance* 0,04 mm dari diameter bearing *housing* 90,04 mm dengan bearing yang digunakan *deep groove ball bearing* no 6308zz dengan diameter outer bearing 90 mm. Toleransi diameter lubang bearing *housing* untuk pompa K7 dengan diameter 90 mm adalah +0,01 mm dan -0,025 mm (*tolerance between bearing and housing bore NSK bearing*)



Gambar 5. Posisi *outer bearing* dan *cover bearing*

Untuk mengurangi besarnya vibrasi yang terjadi dilakukan modifikasi *cover bearing* pada bagian sisi tekan ke *outer bearing* ditambah 0,5 mm lebih panjang atau pada bagian tersebut ditambah ring. *Cover bearing* setelah proses bubut



Gambar 6. *cover bearing* pada sisi tekan (panah putih) ke outer ditambah 0,5 mm

## VI. KESIMPULAN

1. Vibrasi pada pompa sentrifugal timbul karena adanya gesekan yang berlebih sehingga terjadi pembesaran *clearance* pada bearing depan pompa dengan *bearing housing*, sehingga dapat dilakukan penambahan daging pada housing bearing dengan menambahkan *bushing* kemudian di-*machining* sesuai dimensi standar awal atau memperpanjang sisi axial tekan *cover bearing* terhadap outer bearing.
2. Kondisi *Run-Out* poros pompa, *balance* poros dan impeller sesuai standar
3. Kondisi vibrasi Solo Run motor listrik tidak melebihi standar.

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zakinura M., 2012, Diktat perkuliahan Teknik Perawatan dan Perbaikan, Depok
- [2] Bachus L., Custodio A., 2003, Know and Understand Centrifugal Pumps, Elsevier.

- [3] tolerance between bearing and housing bore NSK bearing.
- [4] Typical pumps vibration levels di API 610 standard
- [5] Typical pumps vibration levels di ANSI/HI 9.6.4 standard.





## Balancing Rotor AC Menggunakan Mesin Schenck AG CAB 590

Baharsyah Arrijal ; Uwais Qurni ; Tri Wijatmaka  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[bahaliyah@gmail.com](mailto:bahaliyah@gmail.com)

### Abstrak

*Balancing* merupakan suatu proses untuk mengurangi getaran. Getaran tinggi pada mesin akan mengakibatkan ketidakseimbangan massa yang terjadi pada rotor. Hal ini disebabkan oleh rotor yang mempunyai massa di tiap-tiap kutub tidak seimbang. Salah satu cara untuk mengatasinya adalah penambahan atau pengurangan massa pada rotor, misalnya dengan pengeboran, penggerindaan, penambahan *ring*, penambahan *compound*, dan penambahan plat. Metode yang digunakan adalah observasi secara langsung pada rotor dan mesin *Schenk AG CAB 590* kapasitas 440 Kg. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja mesin *balancing* tersebut serta pengoperasiannya dengan cara memutar rotor sesuai *grade* dan kecepatan yang telah ditentukan, serta dapat mengoperasikan mesin tersebut dengan baik dan benar sehingga dapat menyeimbangkan rotor yang tidak seimbang. Berdasarkan hasil penelitian, *balancing* dengan menggunakan mesin *Schenk AG CAB 590* lebih mudah pengoperasiannya dibandingkan dengan mesin *balancing* lain yang kapasitasnya lebih besar.

Kata Kunci: balancing, rotor, tidak seimbang

### Abstract

Balancing is a process for reducing the vibration. High vibration on the engine will result in a mass imbalance occurred in the rotor. This is caused by the rotor having an unbalance mass at each pole. One way to overcome it is done by the addition or reduction of mass of the rotor, for example by drilling, grinding, addition of ring, addition of compound, and addition of plate. The method used is direct observation on the rotor and Schenk AG CAB 590 machine 440 Kg capacity. This research aims to find out how to work the balancing machine and its operation by rotating the rotor according to grade and speed which has been determined, and can operate the machine properly so as to balance the unbalanced rotor. Based on the result of research, using the balancing machine Schenk AG CAB 590 is easier to operate than the other balancing machine that has larger capacity.

Keyword: balancing, rotor, unbalanced

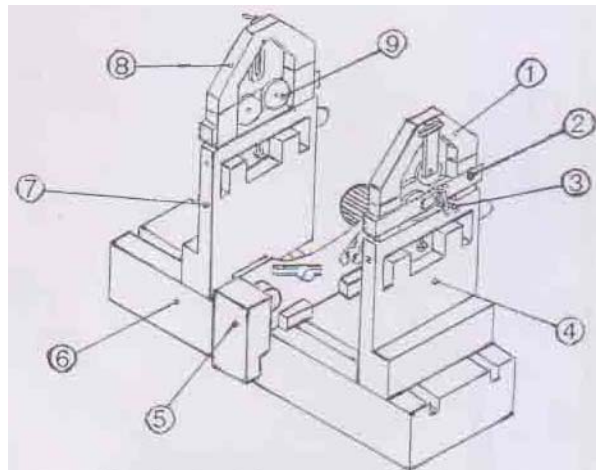
## I. PENDAHULUAN

Rotor merupakan komponen terpenting pada generator. Rotor adalah bagian generator yang berputar dan bekerja sebagai kumparan yang membangkitkan medan magnet. Prinsip kerja rotor adalah berputar, maka massa setiap kutub harus seimbang. Jika tiap – tiap kutub tersebut tidak seimbang, maka akan menimbulkan vibrasi yang berlebihan pada generator tersebut. Jika vibrasi itu terjadi, maka rotor menjadi tidak seimbang. Oleh karena itu, diperlukan proses *balancing* untuk mengetahui ketidakseimbangan rotor tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara kerja mesin *balancing Schenck AG CAB 590* serta pengoperasiannya sehingga dapat menyeimbangkan rotor yang tidak seimbang.

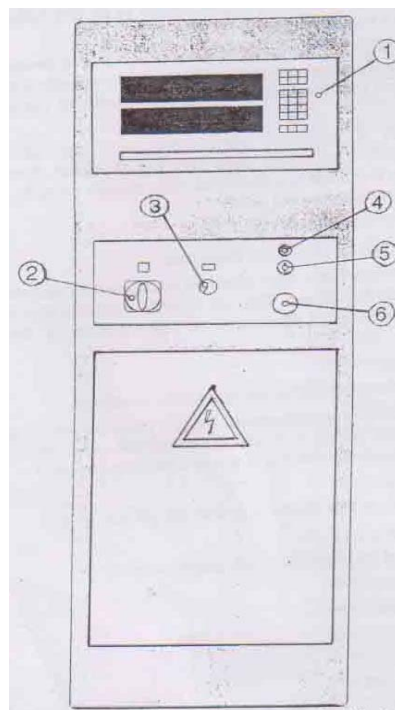
## II. TEORI

Pada bab ini berisi penjelasan tentang bagian - bagian mesin *balancing*, bagaimana langkah - langkah *balancing* rotor, serta tipe - tipe rotor yang nantinya akan diinput pada *control cabinet*. Bagian – bagian dari mesin balancing *Schenk AG CAB 590* yaitu:



Gambar 1. Bagian-bagian mesin balancing

- (1) Counter bearing with roller, untuk pengunci shaft dengan roller.
- (2) Roller carriage, untuk menggerakkan tumpuan keatas dan kebawah.
- (3) Axial thrust stop, untuk pengaman.
- (4) Bearing pedestal, untuk tumpuan bearing.
- (5) Belt drive with motor, untuk menggerakkan rotor yang dipasang oleh sabuk.
- (6) Balancing machine bed, untuk dudukan mesin.
- (7) Bearing pedestal, untuk tumpuan bearing.
- (8) Counter bearing with pressure element, untuk pengunci shaft agar tidak lepas.
- (9) Roller, untuk bantalan shaft.



Gambar 2. Control cabinet

- (1) *Measuring instrumentation*, untuk input data berupa angka, dan lain-lain.
- (2) *Master switch*, untuk mematikan dan menghidupkan mesin.
- (3) *Speed selector*, untuk pemilihan kecepatan pada motor.
- (4) *Operating voltage display*, adalah lampu indikator ketika mesin hidup.

(5) *Pushbutton motor on*, untuk menjalankan motor.

(6) *Pushbutton motor off*, untuk menghentikan motor.

Sebelum melakukan *balancing*, mesin harus *disetting* sesuai dengan rotor yang akan *dibalancing*.

Data – data yang dibutuhkan yaitu:

- Diameter jurnal *bearing*
- Massa rotor
- Diameter rotor
- Panjang rotor

Setelah itu mesin *balancing* *disetting* sesuai dengan data yang telah dihitung. Jika semua sudah *disetting*, naikkan rotor ke atas mesin *balancing*. Sebelum melakukan pengecekan awal, harus memilih tipe rotor yang sesuai kemudian melakukan pengukuran panjang A, B, C, jari – jari 1, dan jari – jari 2. Pasang *belt* dan tutup pengaman. Setelah itu nyalakan mesin dengan cara sebagai berikut:

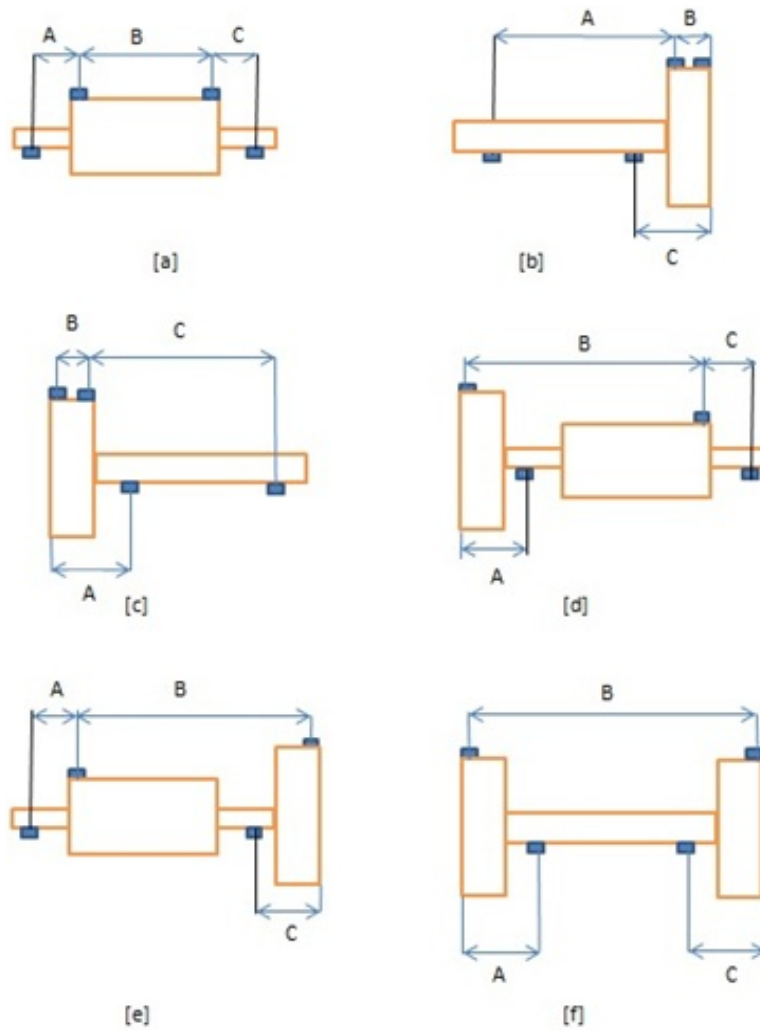
- Putar tombol *on*
- Masukkan kode “I” “D” kemudian tekan *enter*
- Pilih tipe rotor yang akan *dibalancing* sesuai pada gambar di layar
- Lakukan pengukuran A, B, C, R1, R2
- Masukkan toleransi *unbalance* dan kecepataannya

Jika semua sudah siap, rotor siap diputar. Putar rotor sampai kecepatan yang sudah ditentukan dan muncul sudut dan berat bagian yang tidak seimbang. Kemudian dapat menambahkan *unbalance* atau mengurangi *unbalance*, lakukan pengecekan dan penambahan atau pengurangan *unbalance* sampai masuk batas toleransi.

Jika rotor sudah selesai *dibalancing* bersihkan mesin dari sisa – sisa pengerjaan dan matikan mesin dengan cara sebagai berikut:

- Masukkan kode “I” “D” kemudian tekan *enter*
- Lalu putar tombol *off*

Jenis – jenis rotor yang ada pada layar *control cabinet*:



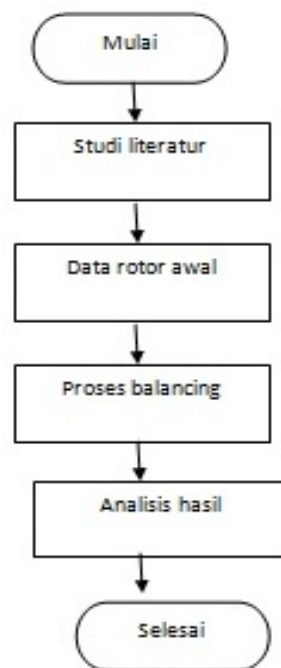
Gambar 3. Tipe – tipe rotor

Penjelasan:

- (1) Jarak dari tumpuan *centre bearing* atau *roller* ke titik *unbalance* bagian kiri.
- (2) Jarak dari *unbalance* bagian kiri ke *unbalance* bagian kanan.
- (3) Jarak dari *unbalance* bagian kanan ke tumpuan *centre bearing* atau *roller* dan sebaliknya.

### III.METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi secara langsung pada rotor maupun mesin *Schenk AG CAB 590* kapasitas 440 Kg. Berikut diagram alirnya.



Gambar 4. Diagram alir

Tahap awal studi literatur untuk memahami proses *balancing*, dan cara kerja mesin *balancing*. Tahap kedua pengambilan data awal rotor seperti massa, diameter rotor, panjang rotor, dan diameter jurnal *bearing*. Tahap ketiga proses *balancing* yang meliputi penyetelan mesin *balancing*, *in out* data ke *control cabinet*, persiapan sebelum rotor diputar, memutar rotor, menambahkan dan mengurangi massa di sudut *unbalance*, memutar rotor kembali. Tahap selanjutnya adalah analisis hasil *balancing*.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada percobaan ini, dilakukan pengecekan pada rotor AC milik PT. Anugrah Teknik menggunakan mesin *balancing* *Schenck GA CAB 590* dengan kapasitas 440 [Kg].

Tahap awal yang dilakukan adalah pengambilan data sebagai berikut:

- Berat rotor: 48 [Kg]
- Diameter jurnal *bearing* depan: 50 [mm]
- Diameter jurnal *bearing* belakang: 60 [mm]
- Panjang rotor: 152 [mm]

Tahap kedua adalah *setting* mesin *balancing* sesuai hasil pengukuran, kemudian rotor dipasang ke mesin *balancing*.

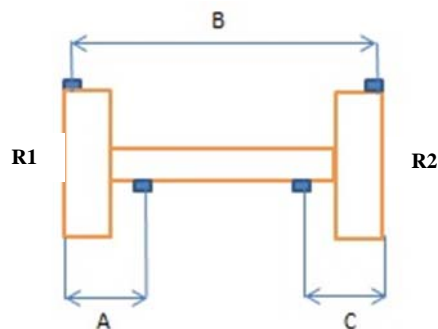


Gambar 4. Rotor sebelum naik ke mesin *balancing*



Gambar 5. Rotor sesudah naik ke mesin *balancing*

Nyalakan mesin *balancing* lalu pilih jenis rotor pada gambar kemudian lakukan pengukuran. Jenis rotor yang dipilih adalah jenis [f].



Gambar 6. Rotor jenis f

Lalu ukur panjang A, B, C, R1, dan R2.

Hasil pengukurannya adalah sebagai berikut :

- Panjang A: 265 [mm]
- Panjang B: 775 [mm]
- Panjang C: 68 [mm]
- R1: 121 [mm]
- R2: 135 [mm]
- Toleransi: 655 [mg]
- Speed: 643

Jika semua data sudah diinput, maka rotor siap untuk dirunning. Pada *running* pertama diperoleh data sesuai pada Gambar 7 sebagai berikut:



Gambar 7. Display monitor pada control cabinet hasil running pertama

Tabel 2. Data hasil running kedua

	Plane 1	Plane 2
<i>Unbalance</i>	637 [mg]	609 [mg]
Sudut	189°	256°

Pada *plane 1* terdapat *unbalance* sebesar 637 [mg] di sudut 189° dan pada *plane 2* terdapat *unbalance* sebesar 609 [mg] di sudut 128°.

Pada *plane 1*, dilakukan pengurangan massa dengan cara digerinda. Sedangkan Pada *plane 2* dilakukan penambahan massa dengan cara dibor lalu diberikan mur, baut dan *ring*, karena yang dipakai adalah metode pengurangan massa, maka untuk menambahkan massa letakkan di sudut yang berseberangan.



Gambar 8. sudut pengerindaan plane 1



Gambar 9. sudut penambahan plane 2

Setelah selesai, lakukan *running* kedua. Pada *running* kedua diperoleh data sebagai berikut:



Gambar 10. Display monitor pada control cabinet hasil *running* kedua

Tabel 2. Data hasil *running* kedua

	Plane 1	Plane 2
<i>Unbalance</i>	637 [mg]	609 [mg]
Sudut	189°	256°

Pada *plane* 1 terdapat *unbalance* sebesar 637 [mg] di sudut 189° dan pada *plane* 2 terdapat *unbalance* sebesar 609 [mg] di sudut 128°.

Sesuai pada Tabel 2, *plane* 1 sudah masuk batas toleransi karena toleransi yang dipakai adalah 655 [mg] sedangkan berat *unbalance* adalah 637 [mg].



Gambar 11. Hasil pengerjaan pada *plane* 1 yang sudah masuk batas toleransi

Sesuai pada Tabel 2, *plane* 2 sudah masuk batas toleransi.





Gambar 12. Hasil pengerjaan pada plane 2 yang sudah masuk batas toleransi

Jika semua sudah masuk dalam batas toleransi, maka lakukan *finishing* pada setiap *plane*. Pada *plane* 1 dilakukan pengamplasan, sedangkan untuk *plane* 2 dilakukan pengolesan lem baut atau *loctite threadlocker* tipe 609 pada *unbalance* yang ditunjukkan pada Gambar 13, agar baut tidak kendur karena vibrasi.



Gambar 13. Loctite threadlocker tipe 609

## V. KESIMPULAN

- Setiap benda yang berputar seperti rotor haruslah seimbang, jika tidak akan menimbulkan vibrasi atau getaran yang berlebih pada benda yang berputar tersebut dan bisa mengurangi umur pakai.
- Pada kasus rotor milik PT. Anugrah Teknik, rotor tersebut memiliki *unbalance* sebesar 36,3 [gr] pada sudut 240° dan 27,0 [gr] pada sudut 128°, dan setelah dilakukan penambahan dan pengurangan massa hasil akhirnya adalah 637 [mg] pada sudut 189° dan 609 [mg] pada sudut 256°.
- Pada penggunaan mesin *balancing Schenck GA CAB 590* sudah cukup mudah dalam melakukan *balancing* suatu benda berputar hanya saja pada mesin tipe ini belum bisa mencetak laporan ketidakseimbangan tersebut, maka dari itu harus menulis hasil pengujian di buku terpisah.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dede Graha, 2008, "Standard Operasional Prosedur Balancing Machine".
- [2] SCHENCK Ro Tec GmbH, Darmstadt (29.04.1997).
- [3] ISO 1940-1:2003, "Mechanical Vibration – Balance quality requirements for rotors in a constant (rigid) state", Jakarta: Badan Standardisasi Nasional



## Penghematan Energi pada Sistem Pemompaan dengan Membandingkan Hasil Antara Throttling Control Valve Dengan Variable Speed Driver

Hotrimmel Salalahi ; M.Ramdhan Arrasyid ; Randy Bagoes Setiawan ; Tania Selviana

Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

[silalahi.toba@gmail.com](mailto:silalahi.toba@gmail.com)

### Abstrak

Untuk mengatasi permasalahan konsumsi energi pompa, dibutuhkan cara untuk menghemat pemakaian tenaga listrik, khususnya dalam pengendalian motor listrik dengan pemasangan *Variable Speed Driver* (VSD) sebagai pengendali daya. Eksperimen ini bertujuan untuk meneliti seberapa besar penghematan energi yang dapat dilakukan dengan menggunakan VSD. Metode yang digunakan untuk melihat seberapa besar penghematan yang didapat adalah dengan cara membandingkan pemakaian listrik [kW] antara Pompa dengan VSD dan non VSD (*Throttling Control Valve*).

Penelitian ini dimulai dengan menginstalasi pompa secara keseluruhan, menghubungkan sensor dengan variable speed driver untuk mengontrol kecepatan putaran pompa, pompa yang pada umumnya menggunakan kecepatan 2850 rpm akan berkurang seiring dengan naiknya level air pada toren bila menggunakan VSD dan akan berputar pada kecepatan konstan pada naiknya level air bila non VSD.

Dengan menggunakan metode pengumpulan data, pengolahan data, optimalisasi pompa dan hasil optimalisasi, hal ini akan menghemat penggunaan listrik karena pompa menggunakan daya dengan kecepatan yang berbeda sesuai *volume* air. Dengan mengaplikasikan sistem ini pada industri akan menghemat penggunaan listrik sebesar 35% dibanding pompa yang menggunakan sistem *ON / OFF*.

Kata kunci: variable speed driver, throttling control valve, penghematan energy

### Abstrak

To overcome the problem of energy consumption of pumps, needed a way to save on electricity consumption , particularly in the control of electric motors with the installation of Variable Speed Driver ( VSD ) as a power controller . This experiment purpose to examine how much of the energy savings that can be done by using VSD . The method used to see how much savings are obtained by comparing the power consumption [ kW ] between the pump VSD and the non VSD ( Throttling Control Valve ) .

The study begin by installing the pump as a whole , linking sensors with variable speed driver to control the rotation speed pump, which generally use a 2850 rpm speed will be reduced in line with the rise in water level at toren when using VSD and will rotate at a constant speed at an increased level water when the non VSD .

By using the method of data collection , data processing , optimization of the pump and the optimization results, it will save the use of electricity as using a pump power at different speeds according to the volume of water . By applying this system in the industry will save 35% the use of electricity compared to the pump using the system ON / OFF .

Key words: variable speed driver, throttling control valve, saving energy.

## I. PENDAHULUAN

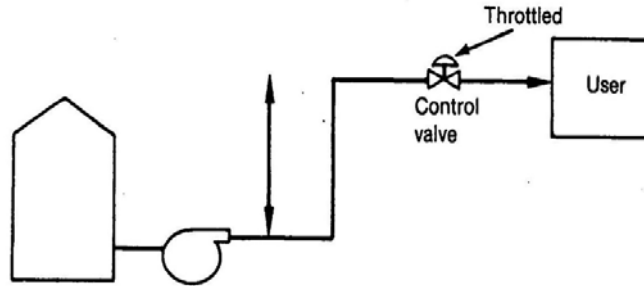
### 1. Latar belakang

Pompa adalah suatu perangkat keras yang berfungsi mengalirkan, memindahkan, bahkan dapat pula mensirkulasikan fluida cair dengan cara menaikkan tekanan dan kecepatan melalui gerak piston (torak) atau impeller.

Pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan tekanan antara bagian masuk (suction) dengan bagian keluar (discharge). Dengan kata lain, pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran

Pada sistem pemompaan umumnya pompa berkerja dengan menggunakan sistem ON/OFF, penggunaan energi listrik tidak efisien dikarenakan sistem ON/OFF menggunakan daya yang besar pada saat starting awal. Sehingga dalam kasus ini akan mengoptimalkan penghematan energi listrik dengan menggunakan sistem Variable Speed Driver. Dimana penggunaan VSD jauh lebih menguntungkan dibandingkan sistem ON/OFF.

Gambar 1 mengilustrasikan sebuah sistem pemompaan sentrifugal *single user* di mana *control valve* digunakan untuk mendisipasi debit aliran untuk mengatur aliran ke user.



Gambar 1 System pompa dengan katup pengaturan aliran

Dalam aplikasinya dimana aliran aktual lebih kecil dari aliran desain (sekitar 60%), sehingga *control valve* harus membuang sejumlah energi hidrolik untuk menjaga aliran yang diinginkan padahal daya input motor bekerja 100%. Penggunaan *variable speed drive* yang hanya menghasilkan energi hidrolik yang diperlukan untuk beban akan mengurangi konsumsi energi dan akan menggantikan fungsi dari *control valve*, Sehingga tujuan dari penelitian ini untuk menghitung perbandingan konsumsi energi pompa yang menggunakan VSD dan tanpa menggunakan VSD.

## II. EKSPERIMEN

Metode yang digunakan pompa pada umumnya menggunakan sistem ON/OFF yang sebagian menggunakan pelampung.

Sedangkan pompa yang akan dimodifikasi menggunakan sistem VSD sebagai pengatur kecepatan putaran motor, *variable speed driver* dipengaruhi oleh tingginya level air pada toren. Tinggi air maksimal akan menurunkan kecepatan putaran pada motor hingga pompa tidak memiliki daya hisap, tetapi pompa tetap bekerja pada putaran rendah.

Studi ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menginstalasi pompa standar dengan sensor dan *variable speed driver*.
2. Mengamati level air pada penampungan yang mengontrol kecepatan pompa.
3. Hasil kerja pemakaian *variable speed driver* dan kinerja pompa

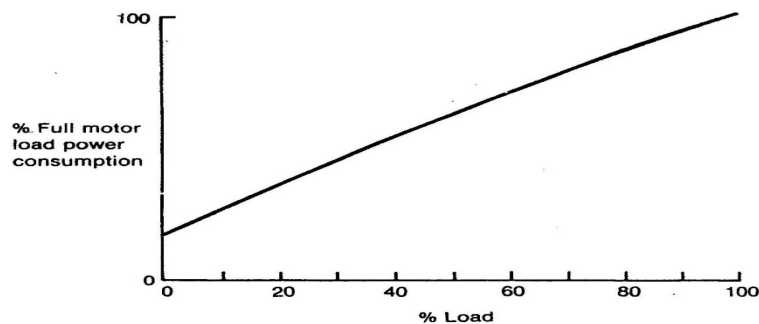
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Power Consumption

Konsumsi daya motor listrik pada kondisi tanpa beban diperkirakan sebesar 15 - 33% dari konsumsi daya pada beban penuh, tergantung pada ukuran dan konstruksi motor, di mana motor besar mengkonsumsi persentase yang lebih kecil dari daya beban penuh.

Asumsi ini menjadi dasar di mana konsumsi daya dapat diperkirakan sebagai fungsi dari konsumsi daya beban penuh saat motor dioperasikan pada kondisi beban yang bervariasi.

Di bawah kondisi operasi beban penuh, efisiensi motor adalah sekitar 75 - 93%, tergantung pada ukuran motor dan konstruksi, di mana motor besar menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan hubungan antara perkiraan kapasitas motor dan daya input ketika motor terbebani penuh.



Gambar 2. Grafik konsumsi daya vs beban

Tabel 1. Motor Capacity

Motor Capacity		$\Delta\eta$
0-3 hp	0-2.2 kW	0.18
5-10	3.7-7.5	0.15
15-25	11.2-18.7	0.12
30-40	22.4-44.8	0.09
50-60	37.3-44.8	0.06
75-100	56.0-74.6	0.03
over 125	over 93.3	0.00

Dari gambar 2 dan tabel 1 maka, hubungan antara konsumsi daya dari beban motor sebagian dan kapasitas motor dapat diperkirakan secara matematis pada persamaan 1:

$$Power\ Consumption = \left[ \frac{(0.15 + \Delta\eta) + (0.85 - \Delta\eta) \left( \frac{Actual\ Load}{Motor\ Capacity} \right)}{(0.93 - \Delta\eta)} \right] (Motor\ Capacity) \dots\dots Pers. 1$$

Desain sistem kontrol aliran fluida pada makalah ini dilakukan dua skenario yaitu :

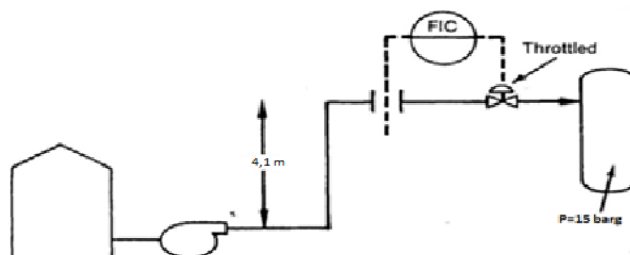
Skenario 1 Pengontrolan aliran dengan mengatur bukaan *throttling control valve*

Skenario 2 Pengontrolan aliran dengan mengatur putaran pompa dengan menggunakan *Variable Speed Driver*

Kedua skenario ini akan dibandingkan dan dioptimasi berdasarkan kriteria biaya operasional minimum.

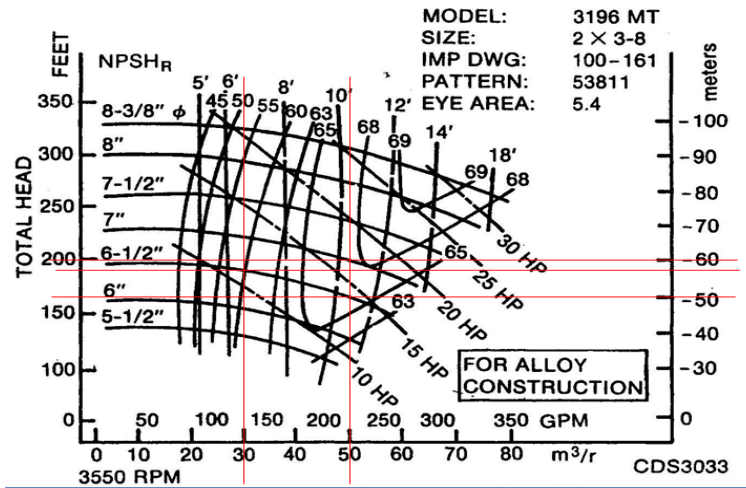
**Skenario 1 : Pengontrolan aliran dengan mengatur bukaan *throttling control valve***

Jenis *flow control loop* yang mengalirkan air ke *user* dikendalikan melalui *throttling control valve*. Spesifikasi pompa dan informasi tentang *impeller* bisa dilihat pada name plate dan manual book; literatur manufaktur



Gambar 2 Pengontrolan aliran dengan mengatur bukaan *throttling control valve*

Diameter *impeller* pompa 6½ inch (165 mm), didesain untuk memproduksi aliran sebanyak 35 m<sup>3</sup>/jam pada tekanan discharge 31 m, dan memerlukan daya sekitar 2,5 hp (1,84 kW). Pompa digerakkan secara terus-menerus oleh motor yang memiliki daya 2,5 hp (1,84 kW). Aliran aktual ke *user* dikendalikan pada 20 m<sup>3</sup>/jam. Tekanan di dalam *vessel* adalah 0,7 barg dan ketinggian *vessel* 4,1 m di atas pompa.



Kurva karakteristik pompa sentrifugal

Tekanan *discharge pompa* pada kondisi aliran aktual ditentukan dari kurva pompa sekitar 25 m, atau diestimasi sebagai berikut :

- $P_{Desain} = 19 \text{ m}$
- $P_{Deadhead} = 40 \text{ m}$
- $Q = 20 \text{ m}^3/\text{jam}$
- $Q_{Desain} = 35 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$P_{100\% \text{ Speed}} = P_{Desain} + (P_{Deadhead} - P_{Desain}) \sqrt{\left(1 - \frac{Q}{Q_{Desain}}\right)}$$

$$= 19 \times (40 - 19) \sqrt{\left(1 - \frac{20}{35}\right)}$$

$$= 25 \text{ m (dari data grafik karakteristik pompa sentrifugal)}$$

Oleh karena itu, *control valve* dan pipa harus membuang head sebesar (25m – 4,1m – 9m), atau 34 m. Losses pada pipa sangat kecil untuk mereduksi aliran ini, sehingga *control valve* harus membuang sebagian besar energi. Kurva pompa dapat digunakan untuk memperkirakan kebutuhan daya pada 20 m<sup>3</sup>/jam, yaitu sekitar 1,8 hp, di mana konsumsi energi dapat diperkirakan sebagai berikut :

- $\Delta\eta = 0,18$
- Actual load = 1,8 hp
- Motor capacity = 2,5 hp

$$Power \text{ consumption} = \left[ \frac{(0,15 + \Delta\eta) + (0,85 - \Delta\eta) \left( \frac{Actual \text{ load}}{Motor \text{ capacity}} \right)}{(0,93 - \Delta\eta)} \right]$$

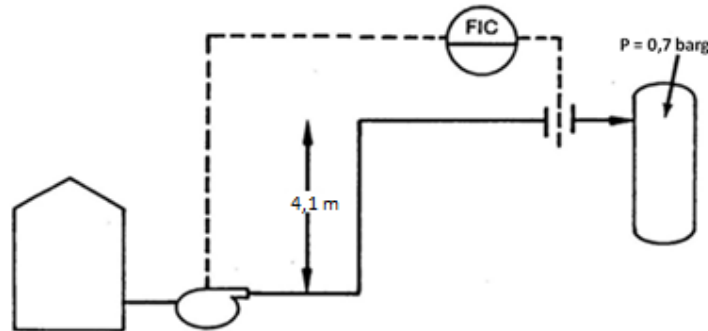
$$\times Motor \text{ capacity}$$

$$= \left[ \frac{(0,15 + 0,18) + (0,85 - 0,18) \left( \frac{1,8 \text{ hp}}{2,5 \text{ hp}} \right)}{(0,93 - 0,18)} \right] \times (2,5 \text{ hp}) \left( \frac{0,746 \text{ kW}}{\text{hp}} \right) = 2,020168 \text{ kW}$$

Jika harga listrik diasumsikan Rp. 5.227.200,- /kW.tahun, maka biaya operasi tahunan sistem adalah sekitar ~~2020168 kW~~  $\times$  Rp. 5.227.200/kW.yr atau sebesar Rp. 10.559.822,-

**Scenario 2 : Pengontrolan aliran dengan mengatur putaran pompa dengan menggunakan Variable Speed Driver**

Sistem yang diusulkan di mana loop kontrol aliran akan bervariasi terhadap kecepatan pompa, dan akan mengeliminasi katup kontrol. energi hidrolis yang dihasilkan akan mengikuti beban bukannya melebihi beban (seperti dalam skenario I), kebutuhan energi akan lebih kecil dari pada sistem yang ada.



Gambar 3 Pengontrolan aliran dengan menggunakan Variable Speed Driver

Tekanan discharge pompa pada aliran desain dapat ditentukan dengan perhitungan rinci dari losses sistem perpipaan atau diperkirakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{Desain} &= 19 \text{ m} \\
 P_{Statis} &= 4,1 \text{ m} + 9 \text{ m} = 13,1 \text{ m} \\
 P_{Required} &= 0,595 P_{Desain} + 0,3 P_{Statis} \\
 &= (0,595)(19 \text{ m}) + (0,3)(13,1 \text{ m}) = 15,235 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Tekanan discharge pompa pada  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{jam}$  dapat diestimasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= P_{Statis} + \left( \frac{Q}{Q_{Desain}} \right)^2 (P_{Required} - P_{Statis}) \\
 &= 13,1 + \left( \frac{20}{35} \right)^2 (15,235 - 13,1) = 14,32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Putaran operasi pompa adalah :

$$\frac{N}{N_{Desain}} = \left( \frac{P}{P_{100\% \text{ Speed}}} \right)^{1/2} = \left( \frac{14,32 \text{ m}}{25 \text{ m}} \right)^{1/2} = 75,68 \%$$

Brake horsepower yang diperlukan adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Brake horsepower} &= \left( \frac{N}{N_{Desain}} \right)^3 \text{ bhp}_{Desain} \\
 &= (0,7568)^3 (2,5 \text{ bhp}) = 1,0836 \text{ hp}
 \end{aligned}$$

Power consumption dapat diestimasi sebagai berikut :

$$\Delta\eta = 0,18$$

$$\text{Actual load} = 1,8 \text{ hp}$$

$$\text{Motor capacity} = (0,7568)(2,5 \text{ hp}) = 1,892 \text{ hp}$$

Power consumption

$$= \left[ \frac{(0,15 + \Delta\eta) + (0,85 - \Delta\eta) \left( \frac{\text{Actual load}}{\text{Motor capacity}} \right)}{(0,93 - \Delta\eta)} \right] \times \text{Motor capacity}$$

$$= \left[ \frac{(0,15 + 0,18) + (0,85 - 0,18) \left( \frac{1,8 \text{ hp}}{1,892 \text{ hp}} \right)}{(0,93 - 0,18)} \right] \times (1,892) \left( \frac{0,746 \text{ kW}}{\text{hp}} \right) = 0,7097 \text{ kW}$$

Jika harga listrik diasumsikan Rp. 5.227.200,- /kW.tahun, maka biaya operasi tahunan sistem adalah sekitar  $0,7097 \text{ kW} \times \text{Rp. } 5.227.200/\text{kW.tahun}$  atau sebesar Rp. 3.710.261,-

#### IV. IV. KESIMPULAN

Jika harga Variable Speed Drive berikut instalasinya adalah Rp. 5.037.500,- maka :

Skenario	Biaya VSD	Biaya Operasi	Saving
1	Rp. 0,-	Rp. 10.559.822,-	Rp. 0,-
2	Rp. 5.037.500,-	Rp. 3.710.261,-	Rp. 6.849.561,-

1. Dengan menggunakan sistem Variable Speed Drive maka akan menambah biaya investasi sebesar Rp. 5.037.500,- tapi akan menghemat biaya operasional sebesar (Rp. 10.559.822,- – Rp. 3.710.261,-) atau Rp. 6.849.561,-.
2. Dengan penghematan sebesar itu maka biaya VSD akan kembali setelah operasi sekitar Rp. Rp. 5.037.500,-/ Rp. 6.849.561 yaitu 0,735 tahun atau 7 bulan.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] <http://bisnis.news.viva.co.id/news/read/378900-ini-besaran-kenaikan-tarif-listrik-2013>
- [2] R.K. Rajput, **A Textbook of Hydraulic Machines in SI Units**. S. Chand & Company LTD, 2003.
- [3] B.R. Gupta, Vandana Singhal, **Electrical Science**. S. Chand & Company LTD, 2003.
- [4] David William Spitzer. *Variable Speed Drives, Principles and Applications for 1. Energy Cost Savings*. Second Edition Revised. ISA-The Instrumentation, Systems, and Automation Society.
- [5] R.K. Rajput, **A Textbook of Hydraulic Machines in SI Units**. S. Chand & Company LTD, 2003.).

## Modifikasi Zeolit Alam Bayah untuk Prasintesa Benzena, Toluena, Xilena (BTX) dari Minyak Goreng Bekas

Elfi Nur Rohmah

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

E-mail :elfinurrohmah@gmail.com

### Abstrak

Kebutuhan BTX terus meningkat setiap tahunnya. Sumber utama BTX diperoleh dari minyak bumi yang cadangannya semakin menipis. Pada penelitian ini akan dikembangkan mengenai sintesa BTX dengan bahan baku minyak goreng bekas melalui reaksi perengkahan dan dehidrogenasi katalitik menggunakan reaktor batch Autoclave 1L pada fasa cair, tekanan 1Mpa, temperatur reaksi 400°C dengan katalis yang digunakan adalah katalis alam Bayah dengan modifikasi Zn. Penelitian ini terdiri dari empat tahapan proses yaitu preparasi katalis, blank test, reaksi perengkahan dan dehidrogenasi katalitik, analisis produk gas dan cair. Data hasil penelitian kemudian di analisa menggunakan analisa GC. Variasi yang dilakukan adalah rasio katalis 1:50, 1:75, dan 1:100. Dengan waktu selama 30-90 menit Dari penelitian ini diperoleh yield Benzene tertinggi sebesar 4,63%, Toluene 1,04%, dan Xylene sebesar 0,48% pada kondisi tekanan awal 1 Mpa, suhu reaksi 400°C, rasio katalis 1/75 dan waktu reaksi 60 menit.

**Kata Kunci** : Minyak Goreng Bekas, BTX, perengkahan dan dehidrogenasi, Zeolit Alam Bayah

### Abstract

Benzene, Toluene, Xylene (BTX) is one of the most important raw material in petrochemical industry. A demand of BTX more increased every year. Raw material of BTX came from a less petroleum. In this researched, it will be developed synthesis BTX with cooking oil material by cracking and dehydrogenation catalyst bayah with modification of Zn. It used 1 liter volume a batch reactor autoclave, 1Mpa of pressure, temperature 400°C. This research divided into four steps. First, it is prepared of catalyst, second step was blank test, cracking and catalytic dehydrogenation reaction in third step, and the last was product analysis. Data was being result then analyst used gas chromatography at various condition catalyst, 1:50, 1:75, 1:100 and reaction time are 30, 60, 90 minutes using natural zeolite Bayah catalyst which has been modified use Zn metal. From this study obtained the highest yield of 4,63% Benzene, Toluene 1,04% and Xylene 0,48% on the condition of the initial pressure 1 MPa, 400°C reaction temperature, catalyst ratio of 1 / 75 and a reaction time of 60 minutes.

**Keyword** : Waste cooking oil, Benzene, Toluene, dan Xylene (BTX), Dehydrogenation catalytic, Bayah Natural Zeolith

## I. PENDAHULUAN

Sumber utama BTX diperoleh dari minyak bumi yang merupakan sumber daya alam tak dapat diperbaharui yang kini cadangannya sudah semakin menipis. Perlu dipikirkan suatu cara dan sumber bahan baku alternatif yang dapat menunjang ketersediaan BTX untuk berbagai industri petrokimia. Pada penelitian ini yang akan dilakukan adalah mengembangkan penelitian terhadap minyak goreng bekas menjadi BTX dengan pemanfaatan katalis Zeolit Alam Bayah yang banyak terdapat di Provinsi Banten dengan modifikasi Zn. Penggunaan zeolit alam Bayah sebagai katalis dilakukan karena zeolit alam Bayah memiliki karakterisasi sama dengan katalis ZSM-5 yaitu memiliki karakteristik asam dengan keberadaan 2 jenis sisi asam, yaitu sisi asam Bronsted dan sisi asam Lewis, selain itu zeolit alam bayah memiliki kelebihan antara lain memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang unik yaitu sebagai penyerap, penukar ion, penyaring molekul dan sebagai katalisator sehingga zeolit alam bayah cocok digunakan pada proses aromatisasi. Untuk meningkatkan selektivitas zeolit alam Bayah terhadap hidrokarbon aromatik adalah dengan melakukan modifikasi pemasukan logam-logam. Pada penelitian ini logam yang digunakan adalah logam Zn yang memang banyak digunakan dalam kilang minyak untuk memodifikasi katalis pada proses aromatisasi. Minyak goreng bekas merupakan turunan dari CPO yang sebagian besar terdiri dari trigliserida yang memiliki senyawa hidokarbon rantai panjang seperti pada minyak bumi. Minyak goreng bekas merupakan sisa dari hasil industri penggorengan dan memiliki sifat *non-edibel*, sehingga penggunaan minyak goreng bekas tidak mengganggu kebutuhan pangan seperti CPO serta dapat mengurangi dampak limbah dari industri penggorengan karena dalam minyak

goreng bekas terdapat sekitar 400 senyawa kimia yang umumnya bersifat karsinogenik (Boyd & Margaret, 1996).

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 1. Minyak Goreng Bekas (Waste Cooking Oil)

Penggunaan minyak goreng berulang kali sangat membahayakan kesehatan. Hal ini dikarenakan selain semakin banyaknya kotoran yang terkandung dalam minyak goreng akibat penggorengan bahan makanan sebelumnya dan semakin banyaknya senyawa – senyawa asam karboksilat bebas di dalam minyak serta warna minyak goreng yang semakin tidak jernih jika dipakai berulang kali. Selama proses penggorengan, terjadi pemanasan dan minyak berubah menjadi berwarna gelap karena terjadinya reaksi kimia yang dapat menghasilkan sekitar 400 senyawa kimia yang umumnya bersifat karsinogenik. Oleh karena itu minyak goreng yang telah dipakai atau minyak jelantah (waste cooking oil) menjadi barang buangan atau limbah dari industri penggorengan. (Ketaren, 1986).

Perbandingan komposisi minyak goreng bekas dan CPO, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Perbandingan Karakteristik CPO dan Minyak Goreng Bekas

Fatty Acid	CPO (Gubitz, Mittelbach, & Trabi 1999)	Minyak Goreng Bekas (Sidjabat, 2004)
Miristic	0,9 – 1,5	-
<u>Palmitat</u>	<u>39,2 – 45,8</u>	<u>14,939</u>
Tearic	3,7 – 5,1	-
Arachidic	0 – 0,04	2,585
Behenic	NA	-
Palmitoleic	0 – 0,4	-
<u>Oleat</u>	<u>37,4 – 44,1</u>	<u>32,192</u>
Margarat	-	3,959
<u>Stearat</u>	-	<u>13,121</u>
Linoleat	8,7 – 12,5	5,022
Linolenic	0 – 0,6	-

Dari Tabel 2.1 dapat diketahui bahwa kandungan asam lemak yang terbesar pada minyak goreng bekas adalah asam Oleat dan asam Palmitat. Asam lemak tak jenuh (oleat) dan asam lemak jenuh (palmitat) yang lebih banyak ini memungkinkan dilakukannya proses perengkahan dengan lebih mudah. Hal ini disebabkan asam lemak tak jenuh memiliki kestabilan yang kurang sehingga untuk merengkahnya, dibutuhkan energi yang lebih sedikit. Karenanya proses perengkahan dapat berlangsung lebih mudah dan diharapkan dapat menghasilkan hidrokarbon aromatik dalam jumlah banyak.

### 2. Zeolit Alam Bayah

Kemampuan zeolit sebagai katalis berkaitan dengan tersedianya pusat-pusat aktif dalam saluran antar zeolit. Pusat-pusat aktif tersebut terbentuk karena adanya gugus fungsi asam tipe Bronsted maupun Lewis. Perbandingan kedua jenis asam ini tergantung pada proses aktivasi zeolit dan kondisi reaksi. Pusat-pusat aktif yang bersifat asam ini selanjutnya dapat mengikat molekul-molekul basa secara kimiawi.

Sifat-sifat katalis zeolit :

#### *Selektivitas*

Berikut ini adalah perbedaan selektivitas katalis yang dipengaruhi bentuk oleh Haag (1994) :

1. Selektivitas dipengaruhi difusi
2. Selektivitas dipengaruhi penyerapan



### **Keasaman**

Bentuk asam dari zeolit merupakan faktor penting dari aplikasi katalitik zeolit. Jika ion aluminium yang trivalen disubstitusi secara isomorphous dengan ion silicon yang quadrivalen, dalam susunan kristal silica yang membentuk tetrahedral, total muatan negatif yang ada perlu distabilisasi dengan ion positif seperti proton. Ion positif ini dapat diperoleh dari disosiasi molekul air, membentuk gugus hidroksil pada atom aluminium. Struktur yang terbentuk, dimana ion aluminium dan silicon terkoordinasi secara tetrahedral, merupakan asam bronsted. Jika struktur ini dipanaskan, molekul air pada susunan akan hilang, dan lokasi asam bronsted akan terkonversi menjadi asam lewis.

### **3. Logam Seng (Zn)**

Seng merupakan salah satu jenis logam transisi. Logam transisi seperti diketahui merupakan kelompok logam yang memiliki orbital d yang tidak penuh ataupun dapat membentuk ion stabil dengan orbital d tersebut. Pada logam Zn, aktivitas katalitik untuk proses aromatisasi sebagian besar dilakukan oleh spesi ionik  $Zn^{2+}$ .

Pada dasarnya, katalis zeolit yang dimodifikasi dengan logam seng (Zn) akan menghasilkan redistribusi kekuatan sisi asam dan pembentukan sisi asam yang relatif kuat pada zeolit tersebut. Disamping itu, zeolit yang mengandung logam transisi Zn akan memiliki 2 fungsi yaitu fungsi asam (perengkahan) pada zeolit dan fungsi dehidrogenasi pada logam (Marcilly 2003). (Marcilly 2003). Pemanfaatan sifat ini sendiri telah dilakukan pada berbagai proses katalitik seperti reaksi aromatisasi butane dan butene (Aseftei, *et al.*, 2009), aromatisasi n-Hexena yang telah dilakukan oleh Bhattacharya dan Sivasanker (2003) telah menunjukkan kemampuan Zn sebagai logam dehidrogenasi dengan hasil katalis dengan tambahan logam Zn akan menghasilkan hidrokarbon aromatik BTX dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan dengan H-ZSM-5 tanpa modifikasi logam atau H-ZSM-5 dengan modifikasi logam Ga, Fe dan Cr.

## **III. EKSPERIMEN**

Pada penelitian ini dikembangkan sintesa BTX dengan bahan baku minyak goreng bekas melalui reaksi perengkahan dan dehidrogenasi katalitik menggunakan reaktor *batch* Autoclave 1L pada fasa cair, tekanan 1Mpa, temperatur reaksi 400°C dan waktu reaksi 30, 60, 90 menit, dengan katalis yang digunakan adalah katalis alam Bayah dengan modifikasi Zn dimana ratio katalis/MGB 1/50, 1/75 dan 1/100. Penelitian ini terdiri dari empat tahapan proses yaitu preparasi katalis, *blank test*, reaksi perengkahan dan dehidrogenasi katalitik, analisis produk gas dan cair. Data hasil penelitian kemudian di analisa menggunakan analisa GC.

### **1. Preparasi Katalis**

Modifikasi ini dilakukan dengan menambahkan logam Zn ke dalam struktur Zeolit Alam melalui metode *impregnasi*. Katalis yang telah terimpregnasi ini kemudian dikeringkan selama 5 jam dalam oven untuk menghilangkan kandungan air yang masih tersisa (dengan suhu diatas titik didih air yaitu 120 °C), Proses selanjutnya, katalis dikalsinasi selama 4 jam pada suhu 500°C, Untuk mengetahui karakteristik dari katalis zeolit alam bayah yang sudah dimodifikasi dengan logam Zn dilakukan uji AAS untuk mengetahui apakah impregnasi yang dilakukan berhasil dan terdapat kandungan logam Zn dalam katalis sehingga hasil reaksi dengan katalis merupakan hasil yang diperoleh dengan pengaruh keberadaan logam Zn. Dari hasil AAS, diperoleh bahwa kandungan logam Zn dalam katalis adalah 5,79%. Hasil ini menunjukkan bahwa impregnasi logam Zn terhadap zeolit alam bayah pada tahap preparasi katalis berhasil.

### **2. Blank Tes**

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui hasil konversi minyak goreng bekas tanpa menggunakan katalis. Pada blank test ini, minyak mengalami perubahan warna dan kekentalan yang menunjukkan bahwa terjadi perubahan komposisi dan banyak terbentuk produk berat. Hasil Analisa GC-MS pada Blank test menunjukkan pada blank test terdapat produk berat akan tetapi untuk senyawa BTX

tidak terdapat sama sekali. Fraksi berat yang banyak terbentuk pada blank test adalah senyawa  $C_{17}H_{36}$  (Heptadecane) dan  $C_{20}H_{42}$  (Eicosane)

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Analisa Produk

###### Analisa GC-MS

Analisa ini dilakukan di FMIPA UGM Yogyakarta, menggunakan GCMS-QP2010S SHIMADZU kolom Restek Stabilwaxr-DA, panjang kolom 30 meter, ID 0,25 mm, dan Gas Pembawa Helium dengan kondisi *Column Oven Temp* 60°C, *Column Flow* 0,50 mL/min, *Linear Velocity* 25,8 cm/sec, *injection temperature* 215°C, *total flow* 80 mL/min. Dari *chromatogram* dapat diidentifikasi senyawa hidrokarbon rantai lurus  $C_9$  sampai dengan  $C_{28}$  berdasarkan *library* yang ada pada GC-MS tersebut.

###### Analisa GC-FID

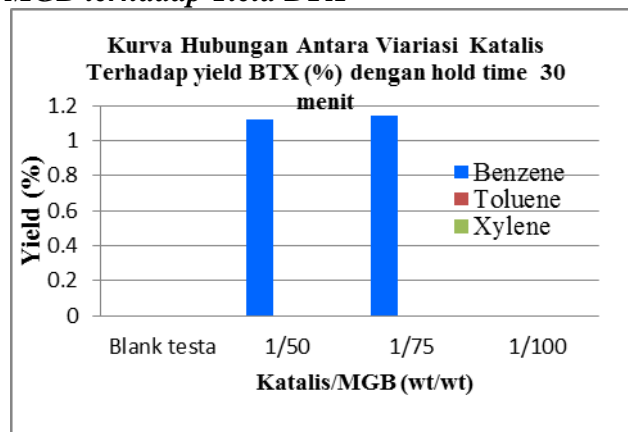
Analisa GC-FID dilakukan untuk mencari kesesuaian rentang *peak* produk BTX yang dihasilkan dengan BTX komersial. Analisa GC dilakukan di LPB PTPSE PUSPIPTEK Serpong menggunakan *Yamaco Gas Chromatograph GC-2800*, *Column initial temp* 40°C, *hold time* 5 min, *Column Final Temp* 329 °C, *detector* FID, produk ini memiliki senyawa yang berat molekulnya sesuai dengan rentang berat molekul senyawa dalam BTX.

Tabel 4.1 Chromatogram GC-FID BTX Dehidrogenasi Katalitik

No.	Ret. Time	Area	Conc.(%)	Peak Name
1	0,681	9809	1,108	CH4
2	1,105	1738	0,000	
3	1,253	8772	0,424	C2H6
4	2,769	7603	0,248	C3H8

Analisa GC ini dilakukan untuk mengetahui jumlah produk BTX yang terkandung dalam produk cair dehidrogenasi katalitik. *Yield* dihitung berdasarkan luasan *peak* pada rentang waktu 1 menit.

###### Pengaruh Rasio Katalis/MGB terhadap Yield BTX

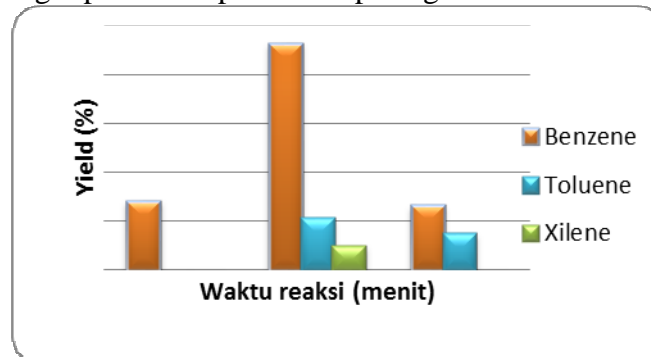


Gambar 4.1 Grafik pengaruh rasio katalis/MGB terhadap yield BTX

Pada gambar 4.1 dapat dilihat pengaruh jumlah katalis terhadap *yield* BTX proses dehidrogenasi katalitik minyak goreng bekas. Pada kondisi rasio katalis 1/50, diperoleh *yield benzene* sebesar 1,12%, dan *yield* untuk *toluene* dan *xylene* tidak terdapat sama sekali, untuk rasio 1/75, diperoleh *yield benzene* lebih meningkat sebesar 1,14% namun *yield* untuk *toluene* dan *xylene* tidak terdapat kembali, semakin kecil perbandingan katalis/MGB maka semakin banyak katalis yang bereaksi sehingga *yield benzene* meningkat. Semakin tinggi jumlah katalis berarti semakin banyak sisi aktif untuk reaksi sehingga menghasilkan fraksi ringan yang lebih besar, sedangkan untuk *blank test* dan rasio 1/100, tidak diperoleh *yield benzene*, *toluene* dan *xylene* sama sekali.

### ***Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Yield Benzene, Toluene dan Xylene***

Waktu reaksi sangat mempengaruhi terhadap reaksi perengkahan dan dehidrogenasi MGB dengan menggunakan katalis zeolit Alam Bayah. Waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 30 menit, 60 menit dan 90 menit pada kondisi standar kemudian produk yang dihasilkan dianalisis dengan GC-MS. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Waktu Reaksi terhadap Yield BTX

Pada gambar 4.2 di atas dapat diketahui bahwa pada waktu reaksi 30 menit, suhu 400°C, tekanan *initial* 1MPa dan rasio katalis 1/75, yield *benzene* yang diperoleh 1,4%, waktu reaksi 60 menit diperoleh yield 4,63% dan waktu reaksi 90 menit diperoleh yield 1,31%. Untuk produk *toluene* dengan kondisi operasi tekanan *initial* 1MPa dan rasio katalis 1/75 dengan waktu reaksi 30 menit diperoleh yield 0%, waktu reaksi 60 menit diperoleh yield sebesar 1,04% dan waktu reaksi 90 menit diperoleh yield sebesar 0,72%. sedangkan untuk produk *xylene* dengan kondisi operasi tekanan *initial* 1MPa dan rasio katalis 1/75 dengan waktu reaksi 30 menit diperoleh yield 0%, waktu reaksi 60 menit diperoleh yield sebesar 0,48% dan waktu reaksi 90 menit diperoleh yield sebesar 0%. Jika dilihat dari waktu reaksi, yield produk yang dihasilkan cenderung mengalami peningkatan sampai waktu tertentu dan kemudian mengalami penurunan. Peningkatan ini terjadi karena pada awal reaksi masih terdapat cukup banyak ikatan rangkap tidak stabil yang mudah terengkah dan terdehidrogenasi. Seiring dengan berjalannya waktu, ikatan rangkap ini semakin berkurang sehingga sulit direngkah dan digantikan oleh ikatan tunggal yang lebih sulit terhidrogenasi, ditambah lagi dengan proses deaktivasi katalis oleh *coking*, karenanya yield produk mengalami penurunan.

### ***Kondisi Optimum Reaksi***

Berdasarkan hasil reaksi perengkahan dan dehidrogenasi minyak goreng bekas dengan katalis zeolit alam Bayah yang dimodifikasi logam Zn dalam reaktor batch dengan tekanan 1 Mpa pada rasio massa katalis/minyak goreng bekas 1:75 dan suhu reaksi 400°C, diperoleh kondisi optimum sebagai berikut:

Table 4.2 Kondisi Optimum Reaksi Perengkahan dan Dehidrogenasi

Waktu Reaksi	60 menit
Konversi Cair	92,34%
Konversi Gas	7,65%
<b>Komponen Produk Cair</b>	<b>Yield (%)</b>
Benzene	4,63
Toluene	1,04
Xilene	0,48

Kondisi optimum reaksi tersebut dipilih karena menghasilkan yield produk Benzene, Toluene dan Xilene tertinggi.

### ***Perbandingan Hasil Terhadap Penelitian Terdahulu***

Untuk mengetahui efektifitas penggunaan katalis zeolit alam bayah dan minyak goreng bekas dalam mensintesa produk benzene, toluene dan xylene (BTX), maka dilakukan perbandingan terhadap penelitian terdahulu yang di tunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Penelitian

Parameter	Penelitian Sekarang		Penelitian Terdahulu (Nerissa,2009)	
Waktu	60 Menit		48 Menit	
Temperatur	400°C		310°C	
Rasio Katalis	1/75		1/75	
Kandungan Zn dalam katalis	5,79%		7,17%	
Bahan Baku	Zeolit Alam Bayah	MGB	ZSM-5	Minyak Jarak
Harga	Rp. 4000/kg	Rp. 3000/ltr	Rp. 100000/kg	Rp. 4000/ltr
Total Yield BTX	6,15%		5,56%	

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa penggunaan katalis zeolit alam Bayah yang tidak terlalu dikenal masyarakat luas dan dengan memanfaatkan minyak goreng bekas yang merupakan limbah dari industri penggorengan serta dengan kandungan logam Zn pada katalis sebesar 5,79% mampu meningkatkan yield BTX sebesar 0,59%, dibandingkan pada penggunaan katalis ZSM-5 dan minyak jarak dengan kandungan logam Zn pada katalis sebesar 7,17% atau lebih tinggi 1,38%. Melihat dari sisi ekonomi walau harga katalis zeolit alam Bayah dan minyak goreng bekas jauh lebih murah dibandingkan harga katalis ZSM-5 dan minyak jarak, tetapi karena pada penelitian ini menggunakan waktu dan temperatur yang lebih tinggi sehingga akan menambah ongkos produksi maka dapat dikatakan biaya produksi seimbang terhadap hasil yang diperoleh tetapi dengan menggunakan bahan baku yang lebih tidak termanfaatkan dengan baik.

## V. KESIMPULAN

- Hidrokarbon aromatik BTX dapat diproduksi dari minyak goreng bekas melalui reaksi perengkahan dan dehidrogenasi katalitik dengan menggunakan katalis zeolit alam Bayah yang dimodifikasi oleh logam Zn.
- Yield tertinggi diperoleh pada kondisi operasi 60 menit yaitu: Benzene 4,63%, Toluene 1,04% dan Xylene 0,48%.
- Semakin lama waktu reaksi yield produk yang dihasilkan cenderung mengalami peningkatan sampai waktu tertentu dan kemudian mengalami penurunan.
- Penggunaan katalis zeolit alam Bayah dan minyak goreng bekas mampu meningkatkan total yield BTX menjadi 6,15% dibandingkan pada penggunaan katalis ZSM-5 dan minyak jarak yang hanya sebesar 5,56%.
- Keberadaan logam Zn dalam katalis zeolit alam Bayah mampu meningkatkan kemampuan katalis dalam melakukan reaksi perengkahan dan dehidrogenasi (aromatisasi).

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

- Laboratorium LPB PTPSE BPPT PUSPIPTEK Serpong atas support tempatnya
- Melani, Sarwani, dan Rolland Mahasiswa Untirta atas support waktunya

## VII. VII.DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arviana, Nerissa.,**"Produksi Benzene, Toluene, dan Xilene (BTX) dari Minyak Jarak melalui Reaksi Simultan Perengkahan dan Dehidrogenasi Menggunakan Katalis Zn-ZSM-5"**. Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok,2009
- [2] Asaftei, I.V., Nicolae B., Lucian M.B. & Gheonghe I. **" Aromatization of Industrial Feedstock Mainly with Butanes and Butenes over HZSM-5 and Zn/HZSN-5 Catalyst"**. *Acta Chemica IASIA*. . 2009.
- [3] Bhattacharya,D.&S.Sivasanker.**"Aromatization Of n-hexane over H-ZSM-5: Influence of promoters and added Gases"**. *Aplied Catalysis A: General*.,2003.
- [4] Chemical Division Manufacturing Industries Bureau.**"Forecast Of Global Supply And Demand Trends for Petrocheimical Product"**, 2004.
- [5] Gilson, P. & M. Gisnet.**"Zeolites for Cleaner Technologies"**.USA: Imperial College Press,2003.
- [6] Ketaren, S.**" Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan "**, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta, 1986
- [7] Khopkar .S.M.**" Konsep Dasar Kimia Analitik"** , University of Indonesia. Jakarta, 1990
- [8] Marcilly, C.,**"Present Status and Future Trends in Catalysis for Refining and Petrochemical"**. *Journal of Catalysis* 216,47-62. . 2003
- [9] Mravec, D.,Hudec J. & I.Janotka.**" Some Possibilities of Catalytic and NonCatalytic Utilization of Zeolite"s**. *Chem. Pap.*, 59,62-69.2003
- [10] Mao, L.V., T.S. Lee, M. Fairbairn,A. Muntasar, S. Xiao & G. Denes,**" Zeolit with Enhanced Acidic Properties"**. *Applied Catalysis A: General*, 185,41-52. 1999



**BIDANG MANUFAKTUR, KONRUKSI DAN PERAWATAN**

## Analisis Pengaruh Sequence Time Flapper Valve Terhadap Pendinginan Klinker dan Dusty Condition di Cooler

Aditya Pitra Wahyutama<sup>1</sup>; Sugeng Mulyono<sup>2</sup>;

1. Mahasiswa Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
adityapitrawahyutama@gmail.com , sugeng\_mulyono30@yahoo.com

### Abstrak

*Flapper valve* di *cooler* berfungsi sebagai pengatur proporsi fine clinker. *Fine clinker* berada di *under-grate* kompartemen, *apron conveyor*, dan ruang antara dua *flapper valve*. Pengaturan *sequence time flapper valve* sering tidak sesuai dengan kondisi produksi. Fokus studi ini menganalisa pengaruh *sequence time flapper valve* terhadap pendinginan *clinker* dan *dusty condition*.

Eksperimen dimulai dengan mengubah setting awal buka tutup flapper valve. Hasil perubahan dipantau selama 5 hari. Parameter-parameter yang diamati seperti: panas rekuperasi *clinker*, suhu *clinker*, volume material *under-grate*, dan emisi debu.

Hasil analisa pengamatan digunakan sebagai dasar untuk melakukan perubahan *set timer* pada eksperimen selanjutnya. Agar jumlah material *under-grate* sesuai dengan yang diharapkan diperlukan *set timer* yang tepat. Hal ini akan berpengaruh terhadap panas rekuperasi dan suhu *clinker*.

Hasil analisa ini akan meningkatkan panas rekuperasi dan optimasi pendinginan *clinker* serta mengurangi paparan debu ke lingkungan.

Kata kunci: *Sequence time*, *clinker*, debu, *flapper valve*.

### Abstract

*Flapper valve* in the *cooler* are used to regulating the proportion of *fine clinker*. *Fine clinker* are in *under-grate* compartment, *apron conveyor*, and space between two *flapper valves*. *Flapper valve sequence time setting* often does not conform the conditions of production. The studies focus on analyzing influence of *flapper valve sequence time setting* to *clinker cooling* and *dusty condition*.

The experiments start with change the value of initial setting of open and close *flapper valve*. The changes were monitored for 5 days. Parameters which need to observe: *clinker heat recuperation*, *clinker temperature*, the volume of material *under-grate*, and dust emission.

The result of the analysis of the observation are used as the basis to change the *set timer* for the next experiments. In order to control *under-grate material volume* as we wanted, we need to set appropriate *set timer*. This will affect temperature of heat recuperation and *clinker*.

The results of this analysis will improve the *clinker recuperation heat* and optimization of *clinker cooling* and reduce dust exposure to the environment.

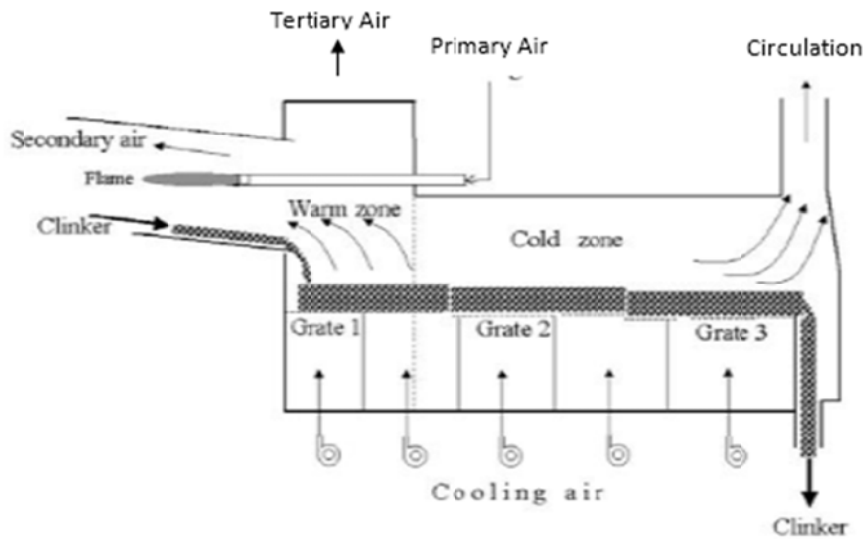
Keywords: *Sequence time*, *clinker*, dust, *flapper valve*.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Cooler merupakan pendingin *clinker* pada proses manufacturing semen (Gambar 1). *Flapper valve* di *cooler* berfungsi sebagai pengatur jumlah *clinker* halus. *Clinker* halus berada di *undergrate*, di ruang antara *double flapper valve* dan di *apron conveyor*. *Setting set timer* yang terlalu lama menyebabkan terjadi penumpukan material *undergrate*. Penumpukan material menyebabkan suplai udara *quenching* terhambat dan mengganggu gerak *grate cooler*. Suplai udara *quenching* maksimal akan menurunkan suhu *clinker*. Selain itu, suhu *tertiary air* akan meningkat. *Tertiary air* ini akan digunakan untuk membantu pemanasan di *precalciner* [1]. Sebaliknya, saat material terlalu sedikit udara bertekanan akan masuk melalui celah-celah di ruang antara *flapper valve*. Dampaknya, debu *clinker* halus akan terpapar ke lingkungan saat *flapper* bawah terbuka dan masalah kesehatan. Pengaturan *set timer* yang tepat akan mengurangi paparan debu ke lingkungan dan optimasi pendinginan di *cooler*.





Gambar 1 Skema aliran udara di cooler [2]

## 2. TUJUAN

Menganalisa pengaruh perubahan setting sequence time flapper valve terhadap pendinginan clinker dan dusty condition di cooler.

## II. EKSPERIMEN

Studi ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Melakukan pengamatan di area cooler, terutama di kompartemen dan kondisi material.
2. Mencatat *setting* awal *set timer*, suhu *clinker* dan suhu *tertiary air*
3. Menganalisa dampak yang mungkin terjadi.
4. Melakukan percobaan dengan mengubah *setting set timer*.
5. Mengamati hasil percobaan dan mencatat perubahan suhu *clinker* dan suhu *tertiary air duct* yang terjadi.
6. Menganalisa dampak perubahan suhu *clinker* dan suhu *tertiary air duct* setelah percobaan sudah dilakukan.
7. Melakukan percobaan lagi hingga memperoleh hasil maksimal.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Riwayat perubahan set timer dan modifikasi sistem kerja flapper valve

#### *Eksperimen I*

Tabel 1 menunjukkan *setting* awal set timer dan urutan *step* buka tutup *flapper valve*. Pertama, *flapper* atas akan terbuka selama 5 detik, sedangkan *flapper* bawah masih posisi *close*. Kedua, *flapper* atas *close* selama 15 detik. Ketiga, *flapper* bawah terbuka selama 5 detik dan selanjutnya *flapper* bawah tertutup selama 15 detik. Setelah itu, kembali ke *step* pertama.

Setelah melakukan penelitian serta menganalisa dampak yang mungkin terjadi, maka hal pertama yang dilakukan adalah merubah *setting timer* awal dari *flapper valve*. Dasar penentuan perubahan *set timer* belum ditentukan. Sehingga, perubahan dimulai dengan memperlambat siklus buka tutup semua kompartemen. Hal ini dilakukan dengan asumsi agar *fine clinker* di kompartemen cukup banyak untuk meredam udara *undergrate*.

Tabel 1: *Setting awal sequence dan timer sebelum dilakukan perubahan yang digunakan pada flapper valve*

Posisi Flapper Valve	Nomor Kompartemen								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX
Waktu (detik)									
<i>Top (open)</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Top (close)</i>	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<i>Bottom (open)</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Bottom (close)</i>	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Setelah merubah set timer, dilakukan pengamatan selama 5 hari masing masing 8 jam untuk mengetahui perubahan-perubahan yang mungkin terjadi seperti suhu akhir clinker, suhu tertiary air duct, dan paparan debu. Tabel 2 menunjukkan perubahan yang dilakukan pada set timer. Waktu tutup diperlambat menjadi 20 detik dan waktu buka dipercepat menjadi 3 detik.

Tabel 2: Perubahan *set timer* yang dilakukan di percobaan kedua

Posisi Flapper Valve	Nomor Kompartemen								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX
Waktu (detik)									
<i>Top (open)</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Top (close)</i>	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Bottom (open)</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Bottom (close)</i>	20	20	20	20	20	20	20	20	20

### ***Eksperimen II***

Berdasarkan data suhu clinker, suhu tertiary air duct, paparan debu dan pengamatan yang dilakukan di percobaan pertama. Disimpulkan kondisi material di tiap-tiap kompartemen berbeda. Sehingga di percobaan selanjutnya, lama waktu tutup memperhatikan kondisi distribusi fine material di tiap kompartemen. Yang perubahannya sebagai berikut:

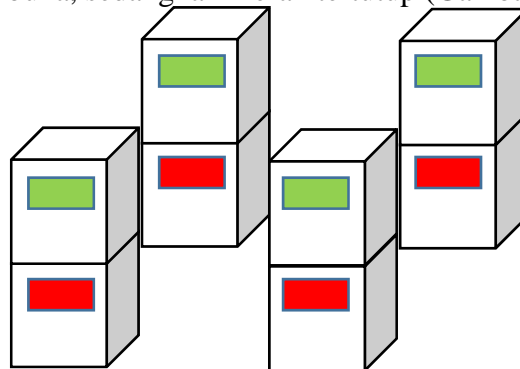
Tabel 3: Perubahan *set timer* di percobaan kedua

Posisi Flapper Valve	Nomor Kompartemen								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX
	Waktu (detik)								
<i>Top (open)</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Top (close)</i>	40	40	20	20	20	18	15	15	15
<i>Bottom (open)</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Bottom (close)</i>	40	40	20	20	20	18	15	15	15

**Eksperimen III**

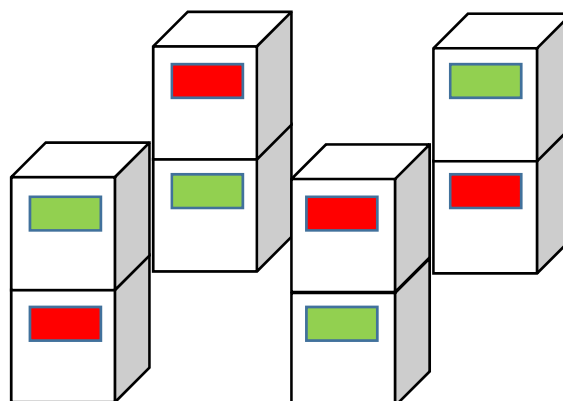
Setelah melakukan perubahan terhadap set timer dari percobaan I dan II, perubahan dilakukan terhadap sistem kerja flapper valve.

Pada desain awal, setiap kompartemen memiliki 4 jalur dust. Tiap jalur dilengkapi double flapper valve yang bekerja bersamaan. Konfigurasi awal, 4 flapper atas terbuka sedangkan flapper bawah tertutup. Lalu bergantian flapper atas tertutup sedangkan flapper bawah terbuka sesuai set timer. Warna hijau menunjukkan terbuka, sedangkan merah tertutup (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Sistem kerja *flapper valve* awal

Perubahan yang dilakukan yakni 2 flapper atas dan 2 flapper bawah terbuka sedang yang lain tertutup, kemudian bergantian sesuai set timer (gambar 4.1). Perubahan sistem dilakukan dengan menukar silang jalur angin untuk tiap piston yang merupakan penggerak flapper. Perubahan siklus buka-tutup pun dapat dilakukan.



Gambar 1.2 Sistem kerja *flapper valve* setelah dimodifikasi

**Eksperimen IV**

Berdasarkan data dan pengamatan selama percobaan pertama hingga ketiga, percobaan keempat dimaksudkan sebagai penyempurnaan sistem. Berikut setting sequence flapper valve (tabel 4):

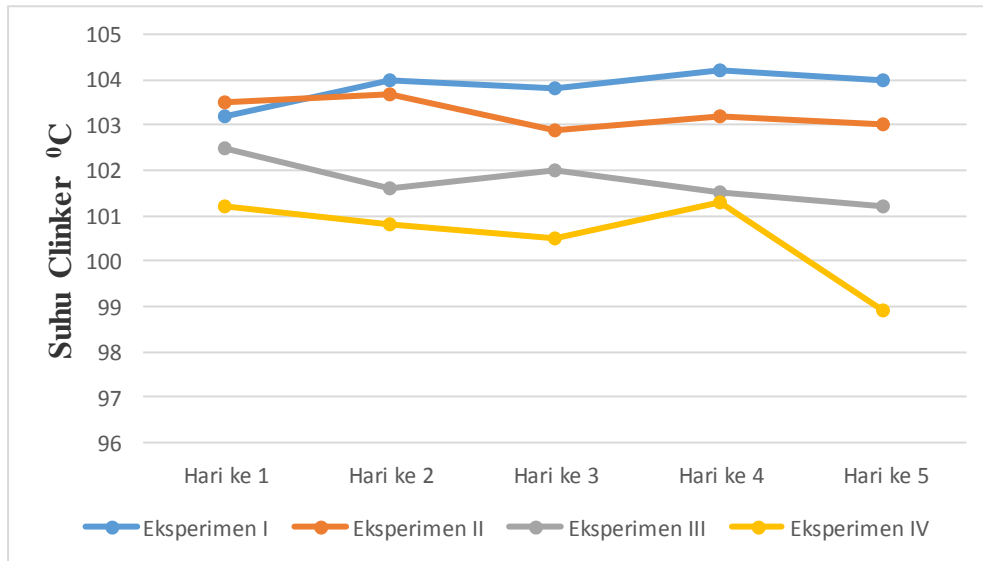
Tabel 4: Hasil penyempurnaan *setting timer flapper valve*

Posisi Flapper Valve	Nomor Kompartemen								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX
Waktu (detik)									
<i>Top (open)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Top (close)</i>	150	150	55	55	75	75	75	25	25
<i>Bottom (open)</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Bottom (close)</i>	150	150	55	55	75	75	75	25	25

Pada percobaan keempat, lama waktu buka tiap flapper dipersingkat hanya 1 detik (tabel 4). Pertimbangannya adalah kondisi fine clinker yang panas dan kering sehingga tidak akan ada hambatan ketika jatuh ke ruang antara dua flapper valve. Berbeda ketika material lembab dan basah yang memungkinkan terjadi plug up (penempelan). Sedangkan waktu tutup bervariasi menurut distribusi fine clinker di kompartemen.

**2. Pengaruh set timer terhadap pendinginan cooler**

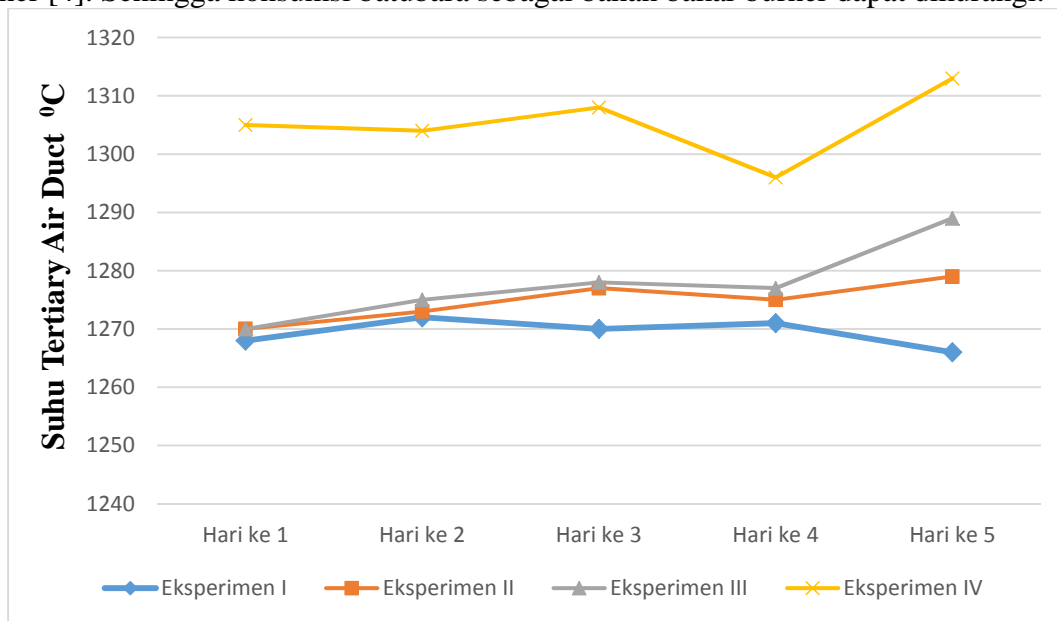
Suhu clinker dan udara akan berangsur-angsur turun ketika clinker semakin mendekati outlet [3]. Pada percobaan pertama, masih sering terjadi penumpukan material di kompartemen (tabel 2). Penumpukan terjadi karena setting timer yang tidak sesuai dengan distribusi fine clinker. Sehingga di percobaan kedua, perubahan setting timer memperhatikan volume fine material di undergrate (tabel 3). Percobaan ketiga (gambar 4.1) dan percobaan keempat (tabel 4) bertujuan untuk penyempurnaan sistem. Dari percobaan yang sudah dilakukan ternyata dapat mengatasi perbedaan distribusi fine clinker dan penumpukan material yang berpengaruh ke udara quenching. Hal ini dibuktikan dengan perubahan suhu akhir clinker sebagai berikut:



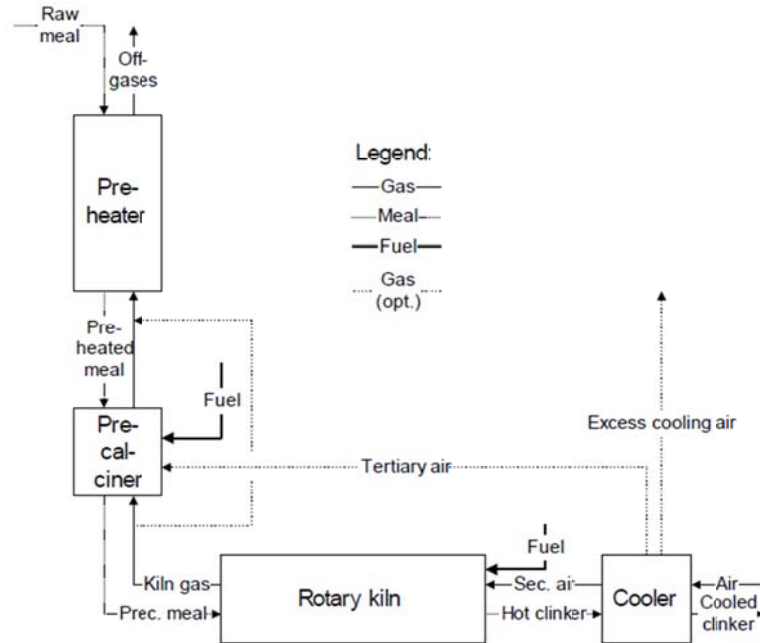
Gambar 2. Perubahan suhu *clinker* selama percobaan

### 3. Pengaruh *set timer* terhadap suhu *tertiary air*

Selain berhasil menurunkan suhu *clinker*, ternyata suhu *tertiary air* juga meningkat (Gambar 4.3). Walau peningkatan tidak signifikan. *Tertiary air* akan digunakan untuk membantu pemanasan di *precalciner* [4]. Sehingga konsumsi batubara sebagai bahan bakar burner dapat dikurangi.



Gambar 3.1 Perubahan suhu *tertiary air* selama percobaan



Gambar 3.2 Proses *manufacturing* semen di Kiln

#### 4. Pengaruh set timer terhadap *dusty condition*



Gambar 4.1 Kondisi awal *cooler*

Berdasarkan pengamatan di area sekitar cooler (Gambar 4.1), debu berasal dari fine clinker yang terpapar ke lingkungan saat flapper bawah terbuka. Masalah tersebut disebabkan fine clinker terlalu sedikit di kompartemen. Padahal fine clinker diperlukan untuk meredam udara agar ketika flapper terbuka, debu tidak terpapar ke lingkungan. Sehingga dari asumsi tersebut waktu tutup semua kompartemen diperlambat.

Tabel 1 (lihat di bagian riwayat perubahan set timer flapper valve) menunjukkan setting awal set timer dan urutan step buka tutup flapper valve. Posisi flapper valve menunjukkan letak flapper, sedangkan close dan open menunjukkan gerakan yang dilakukan flapper valve. Waktu menunjukkan lama flapper valve terbuka atau tertutup. Pertama, flapper atas akan terbuka selama 5 detik, sedangkan flapper bawah masih posisi close. Kedua, flapper atas close selama 15 detik. Ketiga, flapper bawah terbuka selama 5 detik dan selanjutnya flapper bawah tertutup selama 15 detik. Setelah itu, kembali ke step pertama.

### Eksperimen I

Tujuan dari percobaan pertama yaitu meningkatkan volume fine clinker di kompartemen dan ruang antara dua flapper valve untuk meredam udara. Sehingga saat flapper terbuka udara dan material tidak terpapar ke lingkungan. Tabel 2 (lihat di bagian riwayat perubahan set timer flapper valve) menunjukkan perubahan set timer, waktu tutup diperlambat dari 15 detik ke 20 detik. Sedangkan waktu buka dipercepat dari 5 detik ke 3 detik. Pengamatan akan dilakukan selama 5 hari. Pengamatan di kompartemen menunjukkan ada kecenderungan penumpukan material di kompartemen. Jumlah fine clinker di kompartemen 6-9 cenderung lebih banyak daripada kompartemen lainnya. Selain itu, paparan debu masih belum berkurang signifikan saat flapper valve bawah terbuka (gambar 4.2).



Gambar 4.2 Kondisi cooler setelah percobaan I

### Eksperimen II

Berdasarkan hasil pengamatan di area cooler (gambar 4.1-4.2) yang dilakukan di percobaan pertama, kondisi material di tiap-tiap kompartemen berbeda. Sehingga perubahan set timer mempertimbangkan distribusi fine material masing-masing kompartemen. Tabel 3 (lihat di bagian riwayat perubahan set timer flapper valve) menunjukkan perubahan set timer selama percobaan kedua.

Setelah melakukan pengamatan selama 5 hari, paparan debu berkurang namun masih belum maksimal. Terutama di sekitar apron conveyor saat flapper valve bawah terbuka. Sedangkan kecenderungan terjadi penumpukan material di kompartemen 6-9 berkurang.



Gambar 4.3 Kondisi paparan debu di sekitar apron conveyor

### Eksperimen III

Berdasarkan data suhu clinker, suhu tertiary air duct, paparan debu dan pengamatan dari percobaan I dan II, perubahan dilakukan terhadap sistem kerja flapper valve.

Pada desain awal, setiap kompartemen memiliki 4 jalur dust. Tiap jalur dilengkapi double flapper valve yang bekerja bersamaan. Konfigurasi awal, 4 flapper atas terbuka sedangkan flapper bawah tertutup. Lalu bergantian flapper atas tertutup sedangkan flapper bawah terbuka sesuai set timer. Warna hijau menunjukkan terbuka, sedangkan merah tertutup (Gambar 3.4). Perubahan yang dilakukan yakni 2 flapper atas dan 2 flapper bawah terbuka sedang yang lain tertutup, kemudian bergantian sesuai set timer (gambar 3.5). Perubahan sistem dilakukan dengan menukar silang jalur angin untuk tiap piston yang merupakan penggerak flapper. Perubahan siklus buka-tutup pun dapat dilakukan.

Setelah pengamatan selama 5 hari. Area di sekitar cooler menjadi lebih bersih. Walaupun paparan debu masih terlihat. Penyebab berkurangnya paparan debu (gambar 4.4) karena fine clinker bercampur udara yang semula dikeluarkan secara bersamaan (gambar 4.3) sesuai siklus lama (gambar 1.1) menjadi bergantian menurut siklus kerja baru (gambar 1.2).



Gambar 4.4 Kondisi cooler setelah perubahan siklus kerja *flapper valve*

### Eksperimen IV

Mengacu dari data dan pengamatan yang diperoleh percobaan-percobaan sebelumnya akan digunakan sebagai dasar penyempurnaan di percobaan keempat. Hasil perubahan set timer bisa dilihat di Tabel 4.

Perubahan sistem kerja flapper valve (gambar 1.2) pada percobaan ketiga berhasil memaksimalkan nilai set timer. Namun tetap harus mengacu pada distribusi fine clinker. Berdasarkan percobaan sebelumnya, semakin mendekati outlet cooler, volume fine clinker meningkat. Sehingga waktu tutup harus dipersingkat. Pengecualian di kompartemen 3-4, karena kondisi grate cooler yang berlubang. Dampaknya yaitu fine clinker jatuh tidak melewati gap antara grate cooler melainkan jatuh langsung melewati lubang.

Berdasarkan pengamatan selama percobaan keempat dilakukan, paparan debu ke lingkungan sudah banyak berkurang jika dibandingkan dengan sebelumnya (gambar 4.1-4.4).





Gambar 4.5 Kondisi akhir cooler setelah eksperimen IV

#### IV. KESIMPULAN

Perubahan *set timer flapper valve* berhasil menurunkan suhu *clinker* hingga 98,9°C, meningkatkan suhu *tertiary air duct* hingga 1313°C dan mengurangi paparan debu.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bin Liu, Meiqi Wang, Yan Wen, Xiaochen Hao, & Xingfeng Fan. (2013). Research on Control Mechanism Model of Grate Cooler Based on Seepage Heat Transfer Theory. *Journal of Computational Information Systems*, 8281-8288.
- [2] D. Touil, H. F Belabed, C. Frances, & S. Belaadi. (2005). Heat Exchange Modeling of a Grate Clinker Cooler and Entropy Production Analysis. *Journal of Heat and Technology*, Vol 23, 61-68.
- [3] Raziuddin Ahmad, Tasmee Ahmad Khan, & Vedika Agarwal. (2013). Mass and Energy Balance in Grate Cooler of Cement Plant. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 631-637.
- [4] N.A Madloul, R. Saidur, & N.A Rahim. (2012). Investigation of Waste Heat Recovery in Cement Industry: A Case Study. *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, 665-667.

## Modifikasi Sistem *Dust Collector* 564 – BF1 untuk Mengurangi Frekuensi Stop *Finish Mill* 4

Ahmad Nawawi<sup>1</sup>; Fatahula<sup>2</sup>

1. Teknik Mesin Politeknik Negri Jakarta
2. Teknik Elektro Politeknik Negri Jakarta  
[Awi\\_skiel106@gmail.com](mailto:Awi_skiel106@gmail.com)

### Abstrak

Meningkatnya frekuensi *stop finish mill* merupakan kerugian besar bagi perusahaan. *Failure control dust collector* merupakan penyebab meningkatnya frekuensi stop finish mill. Modifikasi ini merupakan sistem berbasis PLC, digunakan untuk mengontrol alat pemisah material semen dengan udara. Proses pemisahan material semen dengan udara merupakan tahap akhir proses produksi semen. Proses pembersihan bag (purgung) pada *dust collector*, menggunakan *programmable logic control* untuk menghasilkan urutan purgung sesuai posisi bag. Modifikasi dimulai dengan merubah spesifikasi alat dan program terdahulu. Setelah merubah sistem *dust collector*, frekuensi *stop finish mill* menurun 90 %.

*Kata kunci: frekuensi stop, modifikasi, finish mill, failure control, dust collector, PLC, purgung.*

### Abstract

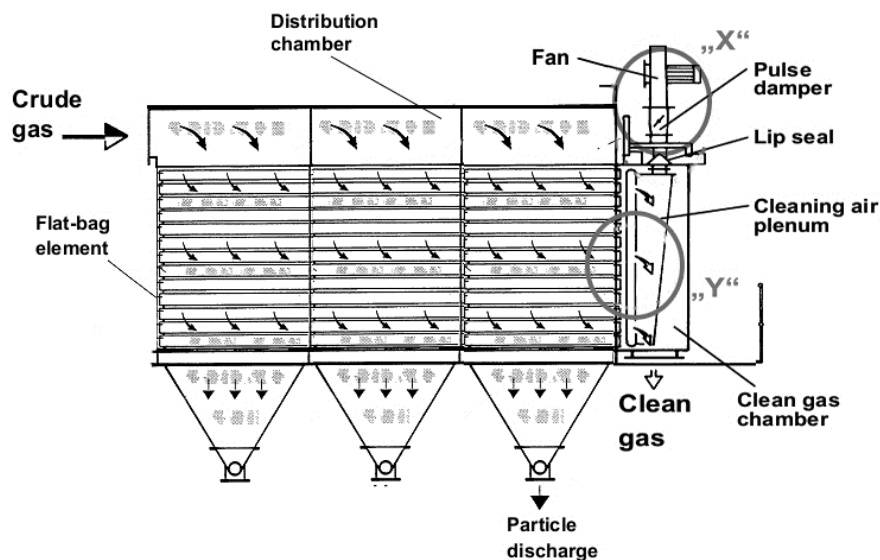
Increasing of mill stop frequency is a disadvantages for company. failure control of dust collector is one of increased finish mill stop frequency, This modification used system base of PLC. It used for controlling the separator between cement and air. Separating process between cement and air is a final step of cement transport, bag cleaning process (purgung) in dust collector used Programmable Logic Control for controlling the purgung base on bag position modification begin by changing equipment specification and the old program, after changing dust collector system. Finish mill stop frequency can be decreased 90%.

Key words : frequency stop, modification, finish mill, failure control, dust collector, PLC, purgung

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Dust Collector berfungsi memisahkan udara dengan material semen. Material hasil pemisahan dust collector dikembalikan ke proses produksi, sedangkan udara bersih dilepaskan ke lingkungan.



Gambar 1. Flow diagram dust collector [1]

Dust collector tipe horizontal yang digunakan di finish mill NAR1 memiliki HAC (Holcim Asset Code) 564-BF1. Hasil pemisahan dari 564-BF1 merupakan semen jadi yang siap dipasarkan. 564-BF1 menggunakan Programmable Logic Control sebagai kontrol proses pembersihan bag (purgung). 564-BF1 menggunakan 3 motor listrik untuk proses purgung. Motor Fan untuk menghasilkan udara

bertekanan. Motor flapper untuk membuka gate valve. Motor CG untuk berpindah. 564-BF1 terdiri dari 4 kompartement. Satu kompartement terdiri dari 50 filter bag, motor Fan, motor CG, motor Flapper. Ketika 564-BF1 mengalami masalah hingga berhenti beroperasi, berdampak pada operasi Ball Mill. Ball Mill merupakan tempat penggilingan material semen (Clinker, Limestone, Gypsum). Purgung 564-BF1 dalam 1 kompartement menggerakkan 3 motor listrik. Motor Fan, flapper dan CG melakukan 50 kali start/ stop setiap 10 menit untuk proses purgung. Satu kompartemen, motor melakukan start/ stop 7200 kali dalam satu hari. Frekuensi start/ stop motor menyebabkan magnetic contactor dan motor terbakar.

Malfungsi pada control 564-BF1 menimbulkan indikasi control failure pada CCR. Ketika dilakukan penggantian motor atau MC sering kali mematikan operasi finish mill. Terdapat interlock system dimana operasi ball mill dipengaruhi oleh 564-BF1. Ketika 564-BF1 berhenti beroperasi selama 10 menit, ball mill akan berhenti beroperasi. Berhentinya operasi ball mill menimbulkan kerugian bagi perusahaan.

Penanganan maintenance 564-BF1 tanpa mematikan operasi finish mill 4 dibutuhkan dalam sistem terdahulu. Sehingga dibutuhkan modifikasi sistem 564-BF1 untuk mengurangi frekuensi stop Finish Mill 4.

## II. TEORI

Dust Collector memisahkan debu (negatif pressure) dari campuran udara pada proses pengaliran material semen, raw meal, kiln feed, klinker. Aliran udara dan material akan tersaring oleh Bag Filter dan meninggalkan material di bag. Sementara aliran udara bersih akan dilepaskan ke udara luar. Selanjutnya material yang menempel pada bag akan di bersihkan (purgung) menggunakan udara bertekanan. Material yang dibersihkan akan kembali ke proses.[1]

Proses perawatan kebersihan bag dilakukan dengan metode mekanikal blower, dimana terdapat 3 buah motor yang memiliki fungsi masing-masing sebagai pemutar impeller, flapper, dan menggerakkan posisi blower (moving). Dalam kontrol blower terdapat 2 buah sensor proximity sebagai pendeteksi untuk memberhentikan posisi blower selama 5 detik pada posisi tertentu sehingga proses pembersihan bag terjadi. Saat proximity 1 mendeteksi adanya metal maka motor moving akan berhenti, lalu motor flapper akan berputar yang menimbulkan efek pukulan dan tarikan, secara tidak langsung bag akan bergetar dan merontokkan debu yang menempel pada bag, sedangkan untuk motor impeller akan terus aktif selama sistem bag filter dalam kondisi ON. Sedangkan fungsi proximity 2 untuk mendeteksi motor moving telah mencapai ujung rel, dan harus kembali ke arah yang berlawanan.[1]

PLC (Programmable Logic Controller) merupakan rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang beroperasi secara digital, menggunakan programmable memory untuk menyimpan instruksi yang berorientasi kepada pengguna, untuk melakukan fungsi khusus seperti logika, sequencing, timing, arithmetic, melalui input baik analog maupun discrete / digital, untuk berbagai proses permesinan.[4] Komponen Utama atau perangkat keras penyusun PLC adalah Catu Daya / Power Supply, CPU (Central Processing Unit) yang didalamnya terdapat prosesor, dan memori, Modul Masukan (Input Modul), dan Modul Keluaran (Output Modul), dan Perangkat Pemrograman.[5]

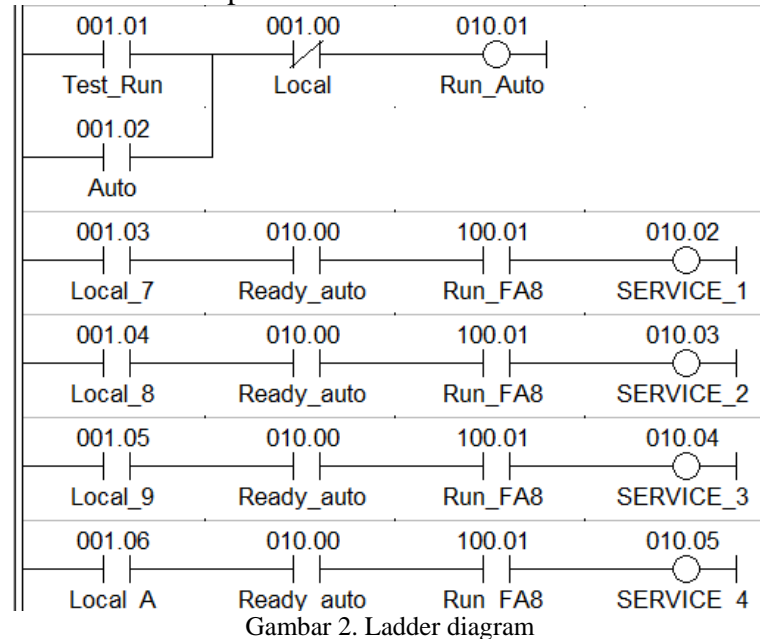
Proximity Switch merupakan sensor atau saklar yang dapat mendeteksi adanya target jenis logam tanpa adanya kontak fisik. Proximity switch bekerja berdasarkan jarak dan objek yang berasal dari logam. Ketika proximity mendeteksi logam, maka sensor akan bekerja dan menghubungkan kontakannya.

## III. EKSPERIMEN

Metode yang dilakukan dalam modifikasi system 564-BF1 adalah sebagai berikut :

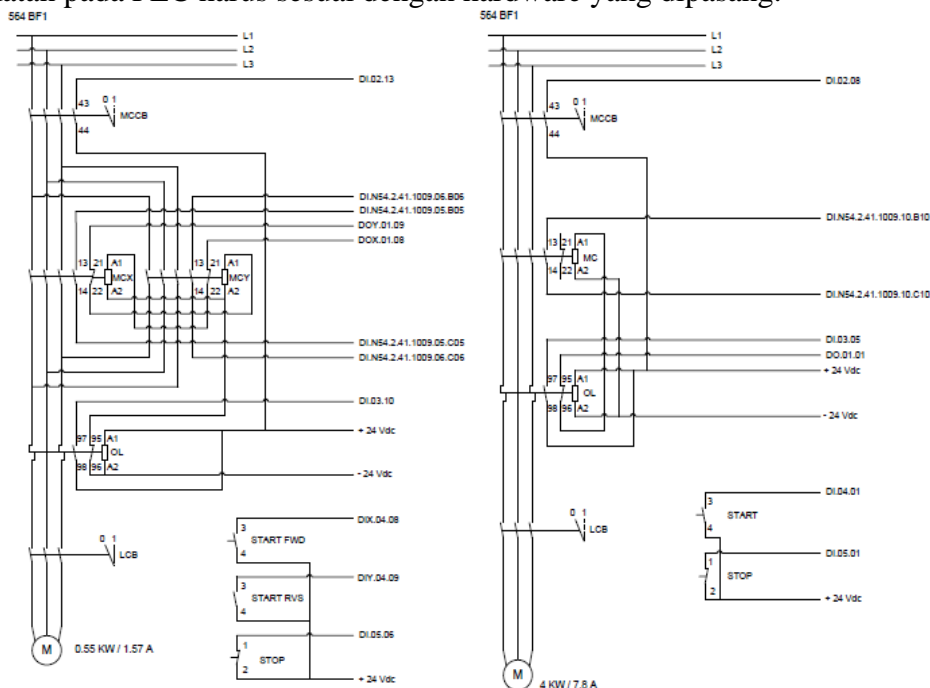
- Pembuatan ladder diagram

Ladder diagram hasil modifikasi memberikan fasilitas *service*, bertujuan untuk penanganan *trouble* tanpa mematikan proses. Hasil modifikasi juga memberikan fasilitas pengetesan komponen 564-BF1 dalam 1 kompartemen.



- Wiring Diagram

Diagram pengkabelan dilakukan setelah pembuatan program selesai. Pengalamatan pada PLC harus sesuai dengan hardware yang dipasang.



- Test auto local

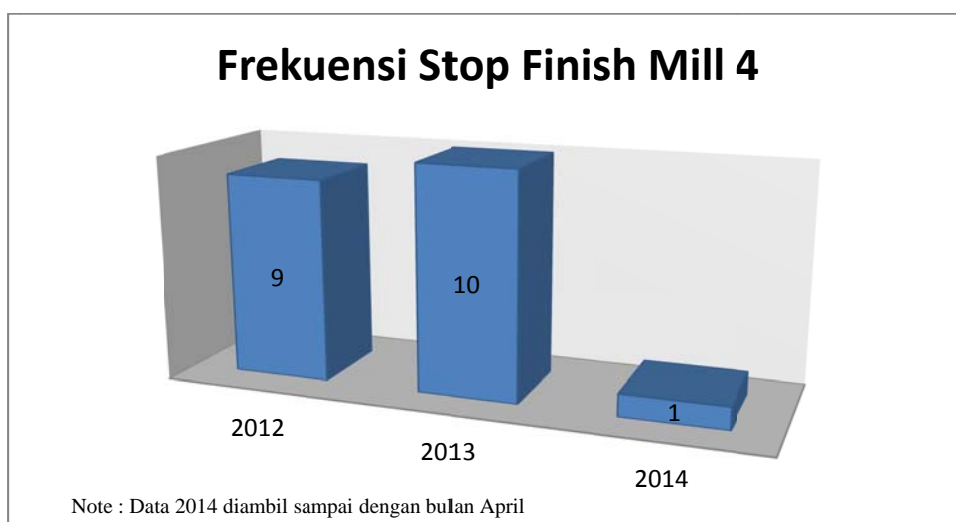
Setelah program selesai di upload kedalam PLC selanjutnya dilakukan pengetesan mode auto local untuk memastikan sistem bekerja dengan benar. Mode local dapat dilakukan pengetesan motor pada masing masing kompartemen. Parameter yang harus diperhatikan pada saat test 564-BF1 adalah sebagai berikut :

- Program bekerja sesuai cara kerja 564-BF1

- Fungsi counter harus sesuai set value yaitu 70
  - Timer untuk moving motor CG harus 5 detik
  - Timer untuk stay yaitu 100 detik
  - Timer untuk kembali ke posisi home yaitu 250.
  - Proximity berfungsi sebagai inputan Go, Home dan finger.
  - Arah putaran motor tidak terbalik
- Pembuatan SOP  
Langkah terakhir adalah pembuatan standard operasional prosedur 564-BF1. Bertujuan untuk petunjuk pengoperasian alat agar tercipta lingkungan kerja yang aman.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Modifikasi sistem telah dibuat dan diuji, hasilnya dibandingkan dengan sistem terdahulu. Aspek perbandingan yaitu, hasil data frekuensi stop finish mill 4 yang disebabkan oleh 564-BF1. Penangan maintenance tanpa mematikan proses dapat dilakukan setelah modifikasi selesai dibuat. Berkurangnya frekuensi stop finish mill 4 dapat meningkatkan produksi semen finish mill 4.



Gambar 4. Grafik frekuensi stop finish mill 4

Grafik diatas menunjukkan frekuensi stop finish mill 4. Pada tahun 2012 finish mill stop sebanyak 9 kali, tahun 2013 sebanyak 10 kali, dan pada tahun 2014 finish mill stop sebanyak 1 kali yaitu bulan januari. menurunnya frekuensi stop Finish Mill 4 yang disebabkan oleh 564-BF1. Tahun 2014 merupakan data yang diambil setelah modifikasi sistem diterapkan.

#### V. KESIMPULAN

- Modifikasi sistem 564-BF1 telah mengurangi frekuensi *stop finish mill* 4 sebesar 90 %.
- Penanganan *maintenance* dapat dilakukan tanpa mematikan proses *finish mill* 4.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] FILTER, LUHR. (2009). Operating and Maintenance Manual.
- [2] Tung Yan, Tang. (2010). Simulator PLC (Software), Malaysia.
- [3] Guo, Liping. (2009). Design Projects in a Programmable Logic Controller (PLC) Course in Electrical. Department of Technology
- [4] Northern Illinois University.
- [5] Elkha. (2011). Implementasi Pengendali PLC pada system motor
- [6] Tiga phasa.
- [7] Setiawan, Iwan. (2008). Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kontrol. Edisi Pertama. Yogyakarta.
- [8]
- [9]

## Analisis Blocking Material di Inlet Chute Secondary Crusher untuk Mengurangi Lack of Feed

Ahmad Sunandar<sup>1</sup>; B.S Rahayu Purwanti<sup>2</sup>;

1. Teknik Mesin, EVE Holcim-Politeknik Negeri Jakarta

1. EVE Teacher, EVE Holcim-Politeknik Negeri Jakarta

[Ahmad\\_sunandar18@yahoo.com](mailto:Ahmad_sunandar18@yahoo.com)

### Abstrak

Penelitian ini untuk mempelajari pengaruh ukuran material terhadap *blocking* material di *Secondary Crusher (SC)*. Solusi *blocking* material dengan mematikan SC untuk menghindari kerugian biaya produksi.

Penghancuran material merupakan salah satu bagian untuk memproduksi *Aggregate*. Penghambat produksi *aggregate* adalah *blocking* material di SC. *Blocking* material menyebabkan *Lack of Feed* atau ketidadaannya *feeding*. Faktor-faktor penyebab *blocking* perlu dianalisis agar perbaikan dapat dilakukan sesuai dengan target produksi. Salah satu penyebab *blocking* material adalah ukuran batuan yang diumpun ke SC terlalu besar sehingga perlu pengaturan ukuran material.

Pengaturan ukuran material dilakukan di dalam *Jaw Crusher* atau *Primary Crusher*. Cara pengaturannya dengan memperkecil jarak antara *Fixed Jaw Plate (FJP)* dan *Movable Jaw Plate (MJP)*. Metode tersebut untuk mereduksi ukuran material menjadi lebih kecil. *Sampling* material merupakan cara untuk mengetahui gradasi material setelah dilakukan setting *Jaw Crusher*.

Penelitian ini akan mengurangi frekuensi *blocking* menjadi  $\leq 3$  kali dan *Blocking* bulan Desember 2013-Maret 2014 menjadi  $\leq 0,42$  jam. Kerugian produksi akibat terhentinya SC dapat diminimalkan.

Kata kunci : *Blocking, Lack of Feed, Jaw Crusher, sampling, mengurangi, frekuensi*

### Abstract

This research is to study the effect of the size of the material to the blocking of material in the Secondary Crusher (SC). Solution of Material blocking is with deadly SC for avoid loss of production.

Destruction of the material is one part to produce Aggregate. Inhibiting the production aggregate is blocking material in the SC. Blocking Lack of feed material causing feeding or lack thereof. Factors that cause the blocking needs to be analyzed so that the repair can be carried out in accordance with the production target. One cause blocking material is the size of the rocks that is feed into the SC is too big so need setting the size of material.

Setting the size of the material in the Primary Crusher or Jaw Crusher. The settings by narrowing the gap between the Fixed Jaw Plate ( FJP ) and Movable Jaw Plate ( MJP ). The method for reducing the size of the material becomes smaller. Sampling material is a way to know the material gradation after setting Jaw Crusher.

This study will reduce the frequency of blocking be  $\leq 3$  times and Blocking from month Desember 2013 to March 2014 be  $\leq 0,42$  hours. Loss of production due to interruption of the SC can be minimized.

Keywords : *Blocking, Lack of feed, Jaw Crusher, sampling, reducing, frequency*

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Dua tahap penghancuran material batuan andesite di dalam crusher adalah Primary Crusher (PC) dan Secondary Crusher (SC). Penghancuran material diawali dari PC, dilanjutkan ke SC. Gangguan penghancuran pada tahap SC adalah Lack of Feed. Penyebab Lack of Feed diantaranya blocking material, stock pile makadam kosong, dan pengerjaan house keeping. Blocking material dikarenakan jumlah material berukuran terlalu banyak. Ketidak adaan feeding menyebabkan kekosongan produktivitas aggregate di SC.

Lack of Feed bagian dari utilization index. Ketika SC siap pakai, Utilization index berperan penting untuk Feeding. Jika Belt Conveyor tetap bergerak tanpa feeding, berpengaruh terhadap penurunan Production Rate Index.

Ukuran material perlu diatur dan dikondisikan agar tidak blocking material di SC. Semakin banyak material berukuran terlalu besar berpeluang blocking. Salah satu cara untuk menanggulangi blocking adalah dengan pengecekan ukuran material di Jaw Crusher atau Primary Crusher. Open

Side Setting (OSS) merupakan metode pengaturan ukuran material di Primary Crusher (Jaw Crusher) ketika Movable jaw plate terbuka (menjauhi Fix Jaw plate). Jarak antara Movable Jaw Plate dan Fix jaw plate diukur. Hasil pengukurannya merupakan batas ukuran maksimal material yang akan dihancurkan ke SC. Perbedaan Antara OSS dan Close Side Setting (CSS) adalah cara pengukurannya. Metode pengukuran CSS dilakukan pada saat tertutup (Movable Jaw Plate mendekati Fix Jaw Plate).

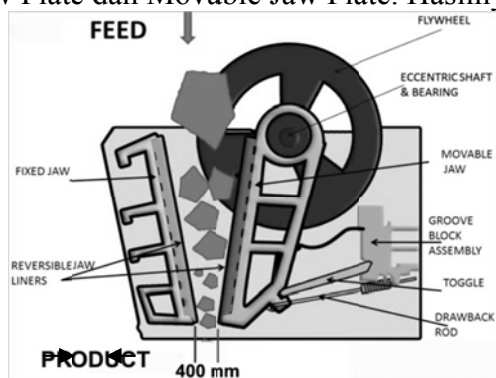
## II. EKSPERIMEN

Studi ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah-langkah

### Pengujian 1

#### 1. Mengukur Open Side Setting (OSS)

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui ukuran material sebelum di setting. Caranya dengan mengukur Jarak antara Fix Jaw Plate dan Movable Jaw Plate. Hasilnya yaitu 400 mm.



Gambar 1. Open Side Setting Jaw Crusher dengan 400 mm

#### 2. Pengambilan Sampel Primary Crusher

Sampel diambil di Belt Conveyor setelah discharge Chute Primary Crusher. Sampel yang diambil sebanyak 1 meter Belt Conveyor dan ditimbang beratnya.

#### 3. Sieve Test

Sampel yang telah diambil di kelompokkan kedalam gradasinya.

- Sampel diatas 50 mm di ukur menggunakan Vernier.
- Sampel di bawah 50 mm di ayak menggunakan sieve shacker dan sieve test dengan ukuran sieve 0-50 mm



Tabel 1. Ukuran Sieve diatas 50 mm

Sieve ( mm )
400
(-400+300)
(-300+200)
(-200+100)
(-100+75)
(-75+50)



Tabel 2. Ukuran Sieve dibawah 50 mm

Sieve (inchi)	Sieve (mm)
1 ½	(-50 + 37.5)
1	(-37.5 + 25)
¾	(-25 + 19)
½	(-19 + 12.5)
⅜	(-12.5 + 9.5)
#4	(-9.5 + 4.75)
#8	(-4.75 + 2.36)
#16	(-2.36 + 1.18)
#30	(-1.18 + 600)
#50	(-600 + 300)
#100	(-300 + 0.125)
#200	(0.125 + 0.075)
PAN	PAN

## Pengujian 2

Pengujian tahap 2 yaitu memperkecil jarak antara *Fix Jaw Plate* dan *Movable Jaw Plate* dengan jarak 230 mm. Selanjutnya pengambilan sampel dan *sieve test* ( seperti pengujian 1)

## III.HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembahasan

Proses penghancuran material batuan di Primary Crusher menggunakan jaw crusher yaitu KS 7060 Single Toogle. Spesifikasi alatnya adalah :

Primary Crusher

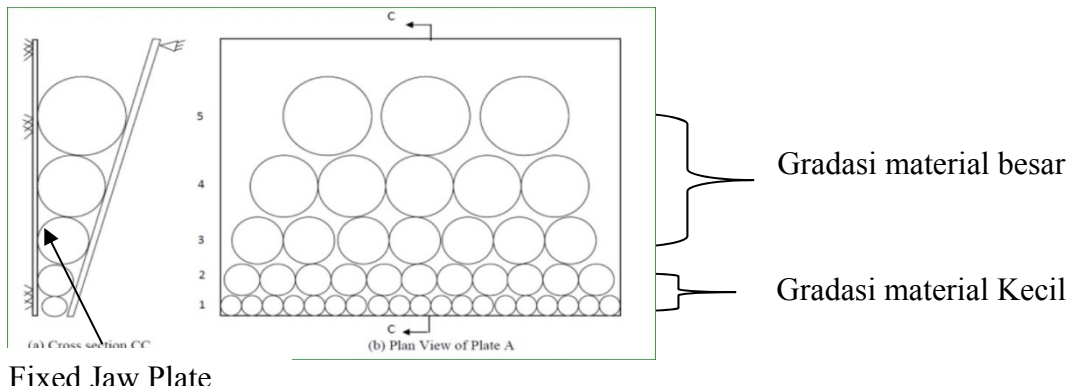
Type	: KS- 7060 ( single toogle jaw crusher )
Effective feeding opening	: 1800- 1500 mm
Revolution	: 160 rpm
Driving method	: V- Belt
Motor	: 500 kw x 10 P wound rotor type
Power Source	: AC 3 phase 380/220 v 50 Hz

Material yang akan dihancurkan :

Jenis	: Andesite
Compressive strength	: 1000 kg/cm <sup>2</sup> Approx
Max. Feed size	: 1200 mm x 800 mm x 600 mm
Moisture	: Less than 2 %
Kapasitas	: 450 t/h
Jam Operasi	: 10 hour / day x 25 days / month
Temp	: 26- 28 oC
Kecepatan angin	: 40 m/sec

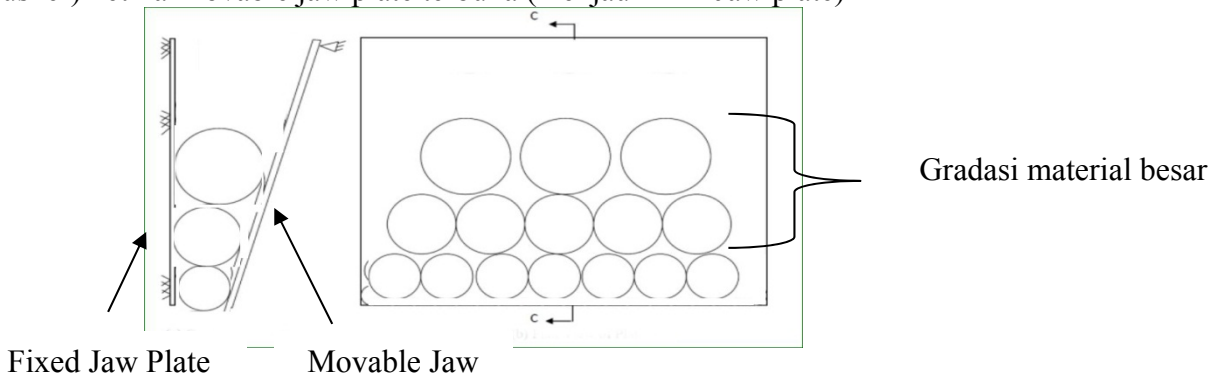
Primary Crusher sebagai penghancuran pertama di Aggregate Crushing Plant yang berfungsi untuk mereduksi batuan hasil fragmentasi dari proses peledakan di Quarry. Ukuran material bergantung pada setting. Metode pengukuran CSS dilakukan pada saat tertutup (Movable Jaw Plate mendekati Fix Jaw Plate).





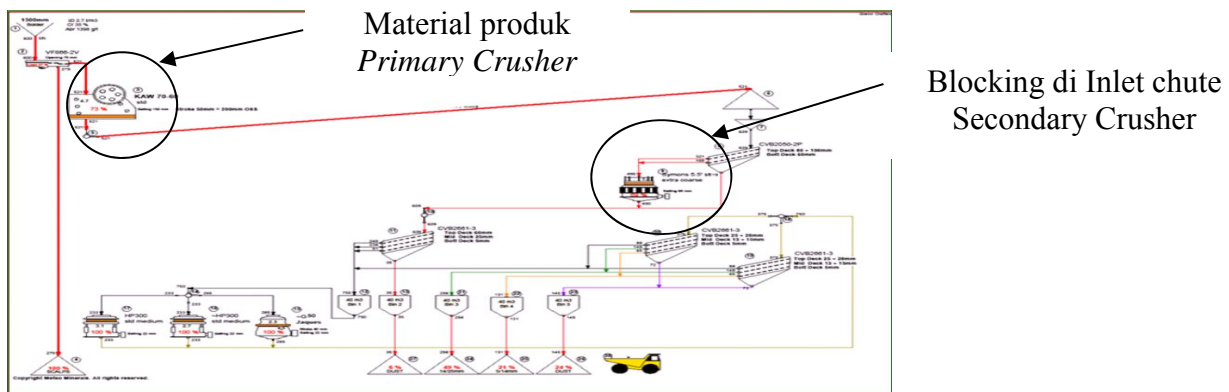
Gambar 2. Close Side Setting(CSS) Jaw Crusher

OSS (Open Side Setting ) merupakan metode pengaturan ukuran material di Primary Crusher (Jaw Crusher) ketika Movable jaw plate terbuka (menjauhi Fix Jaw plate)



Gambar 3. Open Side Setting (OSS) Jaw Crusher

**Pembahasan Masalah**

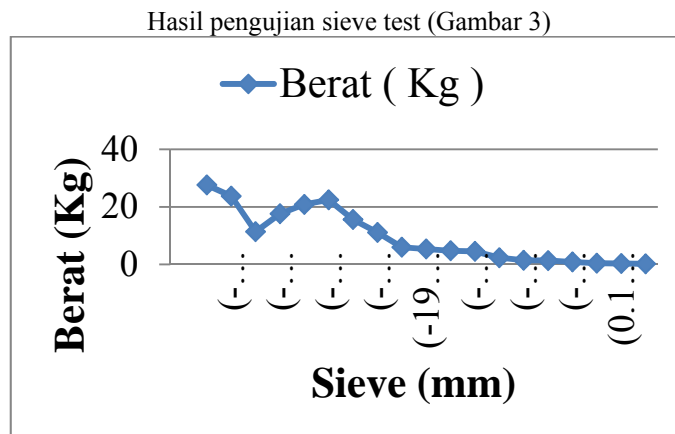


Gambar 4. Flowsheet Maloko Aggregate CrushingPlant

Dikarenakan Blocking terjadi akibat dari material terlalu besar, maka perlu dilakukan pengecilan gradasi ukuran material. Pengecilan ukuran dengan mempersempit gap antara Fix jaw plate dan Movable jaw plate di Primary Crusher. Pengecilan dilakukan dari ukuran jarak 400 mm menjadi 230 mm untuk mendapatkan ukuran material yang kecil dan mengurangi Blocking Rate.

**Hasil Analisis**

## Pengujian 1



Gambar 5. Sieve Test dengan OSS 400 mm

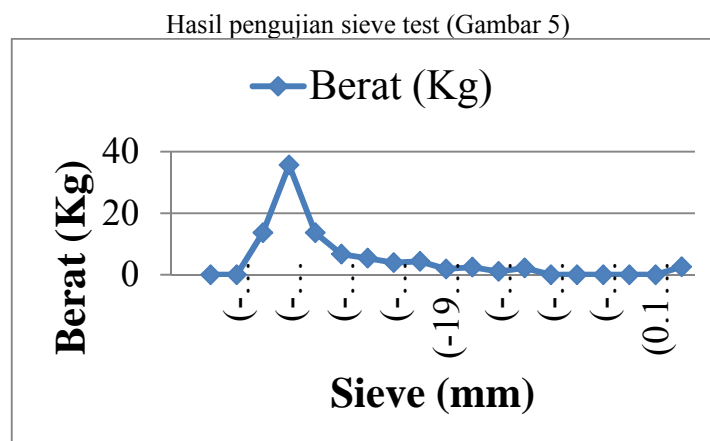
Grafik menunjukkan Setting Jaw Crusher dengan 400 mm menghasilkan ukuran gradasi material di atas 50 mm yaitu 123,66 Kg (69,48%) dan Dibawah 50 mm yaitu 54,32 Kg (30,52%). Material berukuran besar berpeluang terjadinya Blocking di Secondary Crusher.



Gambar 6. Blocking Inlet chute Secondary Crusher

Gambar 4 menunjukan keadaan *Inlet Chute Secondary Crusher* dengan gradasi ukuran material yang besar dan terjadi *blocking*.

## Pengujian 2



Gambar 7. Grafik Sieve Test dengan OSS 230 mm

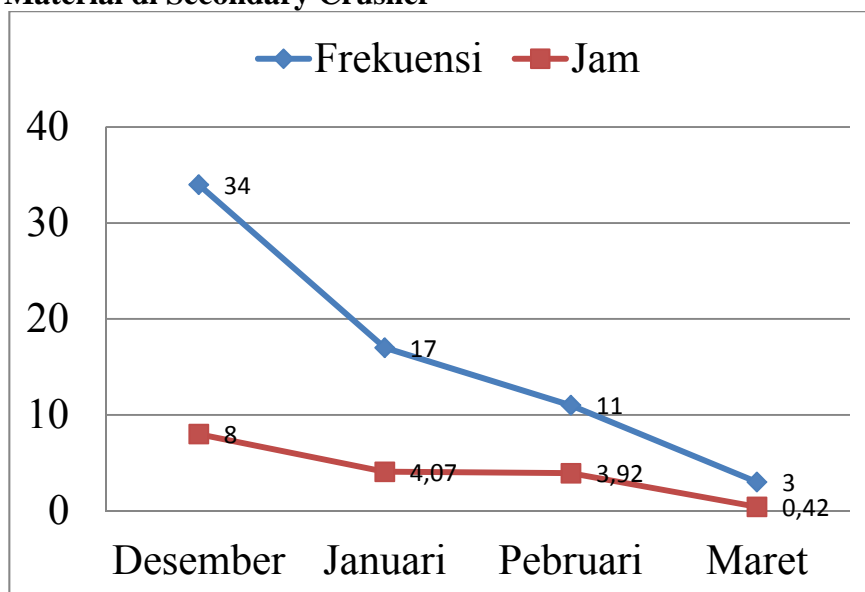
Grafik menunjukkan Setting Jaw Crusher dengan 230 mm menghasilkan ukuran gradasi material diatas 50 mm yaitu 69,66 Kg (74,44%) dan dibawah 50 mm yaitu 23,92 Kg (25,56%). Material berukuran kecil lebih banyak dan peluang terjadinya blocking diminimalkan.



Gambar 8. Penurunan blocking di Inlet chute

Gambar 6 menunjukan keadaan Inlet Chute Secondary Crusher dengan gradasi ukuran material yang kecil setelah di setting 230 mm. Peluang Blocking diperkecil.

#### Data Blocking Material di Secondary Crusher



Gambar 9. Penurunan Blocking Material di Secondary Crusher setelah di setting 230 mm

Berdasarkan grafik, Penurunan terhadap blocking Secondary Crusher adalah :  
Blocking frekuensi = 34 kali (Desember 2013) menjadi 3 kali (Maret 2014)  
Blocking dalam jam = 8 jam (Desember 2013) menjadi 0,42 jam (Maret 2014)

#### IV. KESIMPULAN

1. Semakin *setting Jaw Crusher* diperkecil, semakin kecil pula ukuran material yang akan di umpan ke *Secondary Crusher*.
2. Penelitian ini mengurangi frekuensi *Blocking* dari 34 kali menjadi 3 kali dan *Blocking* bulan Desember 2013-Maret 2014 dari 8 jam menjadi 0,42 jam.

3. Ketidak adaan *feeding* akibat *blocking* di *Secondary Crusher* diminimalkan. Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan produksi.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Holcim Maloko. (2013). *REE-HARP Definition*. Bogor: Report for REE ACM OPIs-Generic REE Secondary.
- [2] Kessler, Franz. 2009. DEM-Simulations of Conveyor Transfer Chute. *FME Transactions Vol 37 No 4*. Belgrade, hal 185-192.
- [3] Fernand Gervais, Joseph Lucien. 2012. *Rock Crusher Attachment*. USA.
- [4] Puvanasvaran, Perumal, Y.S. Teoh, C.C. Tay. 2012. *Consideration of demand rate in Overall Equipment Effectiveness (OEE) on equipment with constant process time*. University Technical Malaysia Melaka. Malaysia.
- [5] V.Deniz. (2011). Effects of Two Important Parameters on Capacity of a Laboratory Jaw Crusher of Different Coals: Choke Feed Level and Effective. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*. Department of Chemical Engineering , Hitit University , Çorum, Turkey.
- [6] Ramkrushna S. More, S. J. (2013). A Review on Study of Jaw Plate Of Jaw Crusher. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*.



## Perancangan Sistem Pergudangan Bahan Baku dengan Metode FIFO untuk Memaksimalkan Pengurangan Kadar Air

Anisa Latifah<sup>1</sup>; Sugeng Mulyono<sup>2</sup>

1. Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta

2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

[anisalatifah93@yahoo.co.id](mailto:anisalatifah93@yahoo.co.id)

### Abstrak

Studi ini adalah Perancangan terhadap gudang bahan baku *Limestone filler* dan *pozzolan* di PT. Holcim Indonesia, Tbk. *limestone filler* dan *pozzolan* merupakan bahan baku yang akan digiling bersama clinker, gypsum, dan *fly ash* guna mengurangi pemakaian clinker di dalam semen. Studi dimulai dengan pengamatan terhadap sistem yang diterapkan didalam gudang. Permasalahan yang ada adalah pada penempatan bahan baku yang tidak teratur, dan sistem penyimpanan bahan baku yang ditumpuk begitu saja. Sehingga sistem FIFO (*First In First out*) tidak dapat diterapkan yang menyebabkan. Ketika sistem FIFO tidak diterapkan, perputaran material tidak terkendali, sehingga material yang baru datang dan mengandung kadar air yang tinggi akan langsung diumpukan dan material yang lama akan ditumpuk yang lama kelamaan akan mengeras. Salah satu tujuan diterapkannya siste FIFO didalam gudang bahan baku adalah untuk menurunkan kadar air pada bahan baku. Penelitian ini diperkuat dengan analisis terhadap kadar air masing-masing bahan baku terhadap waktu. Dalam penerapannya, ketika kadar air material berkurang maka akan mengurangi klinker faktor yang sangat menguntungkan dari segi ekonomi bagi perusahaan. Perancangan dilakukan dengan mendesain ulang *layout* gudang ketika penerapan FIFO dilakukan. Perancangan *layout* akan mengatur tata letak bahan baku di dalam gudang. Kesedian material dan kebutuhan produksi menjadi pertimbangan penting ketika mebuat perancangan dan menerapkan sistem FIFO. Maka analisis terhadap persediaan dilakukan pula agar apabila FIFO diterapkan terhindar dari keadaan *stock out*.

Kata kunci : *Limestone filler*, *Pozzolan*, FIFO, Kadar Air, Gudang

### Abstract

The study is an observation on raw material storage for limestone filler and pozzolan in Holcim Indonesia Limited. Limestone filler and pozzolan are mineral in component used in cement. Its grinding with clinker, gypsum and fly ash. The number of limestone filler and pozzolan can decrease the number of clinker content in cement. So the benefit is in economical. The study begin from observed the system that used in raw material storage. The raw material storage not used FIFO (First In First Out) method. FIFO used for stock rotation in this storage, can decrease moisture of raw material. Analysis moisture of raw material concern with time. Observations of this study was to test the influence of moisture raw material concern with cement process. The result is design layout raw material storage with FIFO method in Holcim Indonesia Limited.

Keyword : Limestone filler, Pozzolan, FIFO, Moisture, Storage

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Sebagai bahan baku tambahan pada pembuatan semen, limestone filler dan pozzolan atau trass harus mendapatkan penanganan yang tepat agar tepat guna. Handling gudang perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi kualitas bahan baku. Kadar air bahan baku adalah salah satu parameter yang diawasi dalam proses pembuatan semen. Bentuk pengawasan yang dilakukan adalah dengan menerapkan handling gudang yang tepat. Sebagai upaya meningkatkan pengurangan kadar air sistem FIFO (First In First Out) harus diterapkan. Sistem FIFO merupakan sistem pergudangan yang mengatur antrian bahan baku didalam gudang. FIFO mengatur bahan baku yang pertama masuk ke dalam gudang maka pertama kali pula keluar. Sistem ini akan membantu dalam pengurangan kadar air pada bahan baku karena ketika material yang masuk mengandung kadar air yang tinggi, akan disimpan dahulu didalam gudang dengan tujuan air akan menguap atau meresap ke bawah tanah sehingga kadar air pun berkurang. Sistem FIFO dapat diterapkan dengan merubah layout gudang atau tata letak bahan baku di dalam gudang. Pengaturan ulang tata letak gudang dapat dilakukan dengan mengatur stok di dalam gudang agar tidak terjadi overload dan stock out.

## 2. Teori

### Pozzolan

Pozzolan (trass) adalah batuan alami vulkanik dan memiliki kandungan silika dan alumina oksida tetapi hampir seluruhnya tidak terkandung lime [1]. Pozzolan di industri semen digunakan sebagai bahan campuran yang digiling bersamaan dengan klinker, gypsum. Pozzolan dapat mengurangi komposisi klinker yang digunakan dalam proses pembuatan semen. Secara teknologi, hal ini sangat efisien pada sisi ekonomi. Pozzolan merupakan aditif yang aktif. Aditif aktif akan mengurangi komposisi klinker di dalam semen dengan menurunkan calcium hydrate dan memperbaiki komposisi kimia, acidic, dan stabilitas sulfat. Kandungan Pozzolan disajikan dari tabel berikut : [2]

Table 1. Chemical analysis of trass.

Oxides	LI	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
%	3,19	71,80	12,57	0,27	0,40	1,68	0,38	5,25	1,88

Sumber : "Influence Of The Pozzolanic Additives Trass And Zeolite On Cement Properties" Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 261-266.

Berdasarkan tabel 1 Secara umum pozzolan mengandung senyawa SiO<sub>2</sub>, dan senyawa senyawa campuran lainnya seperti Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, Na<sub>2</sub>O dan lain-lain.

### Limestone filler

Secara umum, limestone merupakan material dari alam yang sebagian besar mengandung carbonate (CaCO<sub>3</sub>) dengan campurannya SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan MgCO<sub>3</sub> [3] Limestone filler merupakan salah satu bahan campuran yang digunakan di proses akhir pembuatan semen. Hal tersebut dilakukan agar mengurangi komposisi klinker yang digunakan untuk membuat semen. Penambahan limestone dapat meningkatkan kuat tekan awal, hal ini terjadi karena limestone memiliki bentuk fisik yang mudah halus. Sehingga dengan nilai kehalusan tersebut, limestone dapat menutup rongga rongga yang terdapat didalam semen. Akan tetapi penggunaan limestone filler dibatasi di dalam semen karena akan menambah nilai LOI pada semen sehingga dapat mengurangi kuat tekan akhir semen

### Kadar Air

Kadar air atau moisture content adalah jumlah air terdapat dipermukaan luar material. Kadar air ini tidak memiliki ikatan kimia dengan material. Kadar air akan hilang jika dipanaskan di suhu 105o celcius. Maka untuk mengukur kadar air suatu material diperlukan pemanasan di oven dengan suhu ±105o celcius atau setara dengan titik didih air. Air yang hanya ada dipermukaan material akan menguap karena pemanasan di dalam oven. Penimbangan bobot material setelah pemanasan dilakukan beberapa kali sampai bobot material stabil. Bobot yang stabil menunjukkan kadar air yang telah hilang di permukaan material. [5]

### Metode FIFO (First In First Out)

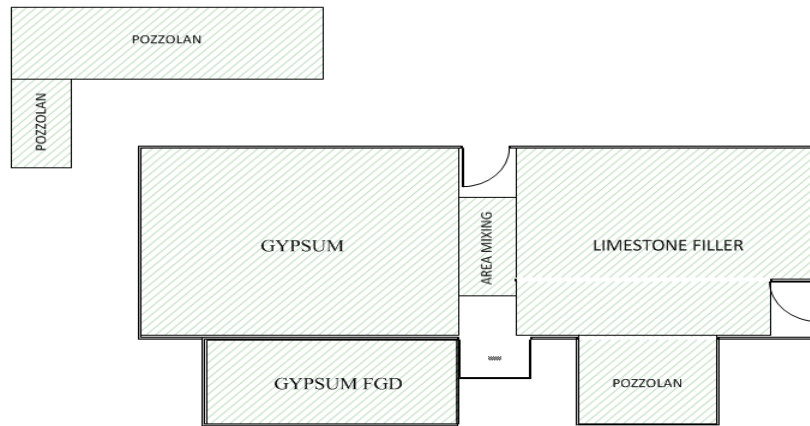
Metode penilaian First In First Out mengasumsikan bahwa barang yang pertama kali dibeli adalah barang yang pertama digunakan [4] Metode FIFO merupakan metode alur / flow yang lazim digunakan untuk menunjukkan cara suatu barang diambil dari inventory gudang. Dengan FIFO alur perputaran stok nya adalah dengan mendahulukan penggunaan material yang pertama datang. FIFO digunakan sebagai pedoman untuk handling material di dalam gudang penyimpanan. Terdapat beberapa alasan didalam sebuah gudang penyimpanan dilakukan sistem FIFO salah satunya untuk mengurangi kadar air pada material sebelum digunakan untuk proses selanjutnya.



## II. EKSPERIMEN

### 1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengamatan awal di gudang pozzolan dan limestone filler untuk melihat letak material. Pengamatan dilakukan dari receiving hingga process unloading di lakukan di gudang. Data yang diperoleh adalah sistem pergudangan yang digunakan dan layout gudang sebelum perbaikan yang akan dilakukan.



Gambar 1. Layout Gudang Limestone filler dan Pozzolan yang sedang di terapkan

### 2. Studi Pustaka

Data dan informasi dikumpulkan terkait dengan pozzolan dan limestone, baik dalam buku, jurnal, maupun sumber informasi lainnya.

### 3. Studi Lapangan

Observasi proses yang berlangsung di gudang limestone dan pozzolan. Meneliti sistem handling yang dilakukan di gudang.

### 4. Penelitian laboratorium

Tahap penelitian laboratorium dilakukan dengan menganalisa langsung kadar air bahan baku. Analisis kadar air dilakukan untuk membuktikan adanya pengaruh kadar air terhadap waktu tinggal di dalam gudang.

### 5. Perancangan

Tahap perancangan dilakukan setelah adanya studi lapangan. Pada tahap perancangan, dibuat desain layout gudang limestone filler dan pozzolan dengan menerapkan metode FIFO.

### 6. Pengumpulan Data

Pada tahap ini pengumpulan data dilakukan untuk membantu dalam proses analisis. Data yang dapat diambil dan ditampilkan adalah data kadar air pozzolan dan limestone. Serta data kedatangan material pozzolan dan limestone.

### 7. Analisis

Pada tahap ini akan dilakukan analisa terhadap beberapa aspek. Diantaranya aspek cost, aspek kualitas dan aspek lingkungan. Analisis terhadap workflow dan keuntungan yang diperoleh dari beberapa sudut juga perlu dianalisa.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

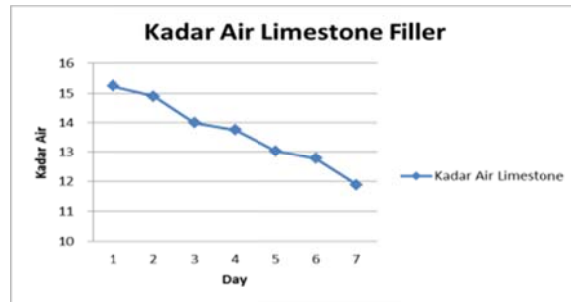
### 1. ANALISIS

#### 1. Analisis kadar air

Analisis ini dilakukan untuk membuktikan adanya hubungan antara kadar air material terhadap waktu penyimpanan di dalam gudang.

Berikut grafik hasil analisa kadar air limestone filler dan pozzolan terhadap waktu penyimpanan di dalam gudang.





Grafik. 1. Kadar Air Limestone filler Terhadap Waktu Penyimpanan

Dari grafik 1 dapat disimpulkan bahwa kadar air limestone filler menurun seiring dengan lamanya penyimpanan di dalam gudang atau disebut dengan aging. Hal itu dikarenakan adanya serapan air ke bawah di dalam gudang sehingga kadar air yang ada di dalam material jika di simpan dalam jangka waktu tertentu akan menurunkan kadar airnya. Hal ini dapat dilihat pula pada grafik 2 kadar air bahan baku pozzolan.



Grafik 2. Kadar Air Pozzolan Terhadap Waktu Penyimpanan

Dari grafik 2 pula mengalami hal yang sama, yaitu pozzolan kadar airnya akan menurun seiring dengan lamanya disimpan didalam gudang.

2. Perhitungan kebutuhan produksi

Kebutuhan terhadap limestone dan pozzolan perharinya dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel. 1. Pemakaian limestone dan pozzolan rata-rata perhari

Produksi	Clinker	Gypsum	Limestone	Pozzolan	Fly Ash
8,537.4	6,070.4	354.6	1,091.2	545.6	321.3
8,797.3	6,508.9	359.5	1,209.0	604.5	296.5
9,706.2	7,126.6	397.6	1,311.3	655.7	302.2
9,540.6	7,048.4	368.6	1,269.6	634.8	315.1
9,519.7	7,035.8	376.6	1,303.4	651.7	340.8
9,704.8	7,029.6	389.3	1,258.6	629.3	301.7
9,727.3	7,059.7	399.8	1,314.6	657.3	295.3
9,567.4	6,896.5	402.0	1,312.1	656.1	266.0
9,575.5	6,897.6	414.7	1,335.8	667.9	322.8

Dari tabel 1 dapat diperoleh kesimpulan bahwa rata rata konsumsi limestone perhari adalah ±1300 ton, sedangkan untuk limestone adalah rata ±600 ton perhari.

3. Perhitungan stok minimum

Stok minimum harus dianalisa ketika membuat perancangan gudang, karena perancang harus memperhitungkan stok yang harus ada di dalam gudang agar tidak terjadi stock out dikemudian hari

4. Perancangan layout gudang

Perancangan dibuat untuk memaksimalkan pengurangan kadar air di dalam gudang. Karena berdasarkan data yang diperoleh bahwa kadar air akan semakin menurun seiring lamanya di dalam gudang. Perancangan layout dibuat berdasarkan perhitungan, analisis dan sistem FIFO yang akan diterapkan.

Pada layout gudang lama (Gambar. 1), penyimpanan material di acak sehingga tidak ada identitas atau ciri material baru atau lama. Bahkan material baru yang kadar airnya masih

tinggi langsung ditaruh di mixing area, karena mixing area lebih dekat dengan pintu masuk. Tentu area yang lebih dekat akan dipilih operator karena memudahkannya. Tetapi itulah yang menyebabkan sistem FIFO di gudang ini tidak dapat dilakukan. Limestone yang umurnya lebih lama bahkan tidak dipakai sehingga menyebabkan limestone memadat dan sulit untuk di ambil oleh loader. Material pozzolan bahkan tidak cukup ditaruh didalam gudang. Maka dari itu pozzolan ada yang ditaruh di luar gudang. Hal itu sangat tidak disarankan karena apabila cuaca hujan akan membuat kadar air pozzolan semakin naik. Dengan adanya layout baru, sistem FIFO diharapkan berjalan dengan lancar, karena akan diterapkan Standard Operasional Prosedur Baru. Berikut layout gudang yang disarankan agar sistem FIFO dapat diterapkan.



Gambar 2. Perancangan layout gudang yang diinginkan untuk menerapkan sistem FIFO

Pada Gambar 2 layout mengatur tata letak penerimaan dan pengeluaran material. Tata letak yang seperti ini akan memudahkan dalam penerapan sistem FIFO dan mengurangi kadar air.

#### IV. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan gudang g limestone dan pozzolan dapat diambil kesimpulan bahwa bila sistem FIFO dapat diterapkan di gudang maka kadar air dapat berkurang. Pengurangan kadar air material sangat berpengaruh pada saat proses pembuatan semen. Selain itu bila kadar air berkurang, akan menyebabkan klinker faktir berkurang dan akan menambah nilai ekonomi untuk PT. Holcim indonesia.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ALP, H.Deveci, Y.H.Sungun, A.O.Yilmaz, A.Kesimal, E.Yilmaz. 2009, April. "Pozzolan Characteristics of A Natural Raw Material For Use In Blended Cement" *Journal of Science & Technology*, Vol.33 No.B4, 291-300
- [2] A. Yoleva, S. Djambazov, G. Chernev. 2011, Juli. "Influence Of The Pozzolan Additives Trass And Zeolite On Cement Properties" *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, 261-266.
- [3] Osama, Miro. 2011. "Modified High Dispersion Cement with Complex Additives and Filler for Soil Improvement" *Damascus University Journal* Vol. (27) -No. (2), 9-15.
- [4] D. Jahja S, J. Septianus L. 2011, Desember. "Aplikasi Penjualan Pembelian Berbasis Web dengan Pengaturan FIFO Barang dan Komisi Sales" *Jurnal Informatika*, Vol.7 No.2, 113-123
- [5] J.G. Montalvo, T.M. Von Hoven. 2008. "Review of Standard Test Methods for Moisture in Lint Cotton" *Journal of Cotton Science*, Vol.12 Issue.1, 33-47



## Modifikasi *Venting Hood* untuk Mengurangi Emisi Debu dan Penyumbatan *Duct Bag Filter*

Budi Prasetyo<sup>1</sup>; Sugeng Mulyono<sup>2</sup>

1. Jurusan Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta

2. Dept. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

budiprasetyo1327@gmail.com

### Abstrak

*Bag filter* adalah sebuah alat pemisah debu dengan udara. *Bag filter* di pabrik semen berfungsi sebagai alat penghisap debu yang keluar dari sistem. Desain *venting hood* yang kurang sesuai menyebabkan emisi debu dan penyumbatan *duct bag filter*. Modifikasi *venting hood* diperlukan untuk mengurangi masalah tersebut pada *bag filter*. Data analisis meliputi intensitas debu, frekwensi penyumbatan, temperatur udara yang dihisap, kecepatan udara *venting hood*, aliran udara dan dimensi *venting hood*. Data analisis menyimpulkan faktor penyebab masalah dan perbaikan yang harus dilakukan. Data analisis diukur sebelum dan sesudah memodifikasi *venting hood*. Modifikasi *venting hood* berdasarkan perhitungan kecepatan udara dan dimensi *venting hood*. Modifikasi dimensi luas penampang masuknya hisapan dari 400 mm x 400 mm menjadi 1100 mm x 560 mm sedangkan luas penampang keluarnya hisapan dari 200 mm x 200 mm menjadi 240 x 240 mm serta tinggi *venting hood* dari 240 mm menjadi 620 mm. Hasil yang diperoleh yaitu memperluas titik hisap *bag filter* dan menurunkan kecepatan udara. Hasil modifikasi terlihat pada penurunan intensitas debu di sekitar titik hisap, penurunan kecepatan udara *venting hood* dan penurunan frekwensi penyumbatan pada *duct bag filter*.

Kata kunci : *bag filter*, *venting hood*, emisi debu, *duct*, modifikasi

### Abstract

Bag filter is a filtering equipment between dust and air. In cement factory, bag filter has function as dust collecting equipment which escape from system. Unsuitable venting hood design caused dust emission and bag filter duct clogging. Venting hood modification is required to reduce problem at bag filter. Analysis data including dust intensity, clogging frequency, sucked air temperature, venting hood air velocity, air flow, and venting hood dimension. Analysis data conclude problem cause and problem solving. Analysis data is measured before and after modify venting hood. Modifications dimensions cross-sectional area of the entry suction are 400 mm x 400 mm to 1100 mm x 560 mm while the cross-sectional area of the discharge suction are 200 mm x 200 mm to 240 x 240 m and venting hood height of 240 mm to 620 mm. The results obtained by the suction point filter bag expands and reduces the air velocity. Modification result can be seen as decreasing dust intensity in around suction area, decreasing air velocity and decreasing clogging frequency at bag filter duct.

Key words : bag filter, venting hood, dust emission, duct, modification

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar belakang

Salah satu *bag filter* di *Rawmill* Pabrik Semen PT. X adalah *bag filter* dengan kode 363-BF1 yang berfungsi menghisap debu pada alat angkut material *reject* dari *Rawmill*.

Titik hisapan 363-BF1 yaitu, *Outlet chute bucket elevator* (363-BE1), Jatuhannya material pada *belt conveyor* (333-BC1), *Outlet chute belt conveyor* (363-BC1).

Ketika 363-BF1 beroperasi normal terdapat masalah yang muncul antara lain emisi debu dan penyumbatan pada *duct bag filter* yang menyebabkan terjadi penurunan performa operasional. Masalah tersebut disebabkan desain *venting hood bag filter* yang kurang sesuai, yang mana luas penampang hisap *venting hood* terlalu kecil yang berakibat kecepatan udara tinggi dan luas daerah hisapan kecil maka diperlukan modifikasi dimensi *venting hood*.

## II. EKSPERIMEN

### 1. Metode kepustakaan

Mengumpulkan data primer dan sekunder yang diperlukan untuk menganalisa masalah yang timbul pada saat *bag filter* beroperasi. Data yang diambil, didapat dari sumber buku maupun internet.

Pengumpulan data sekunder adalah data yang sudah ada dan berkaitan langsung dengan standar yang sudah ditetapkan. Data yang akan diambil antara lain:

Desain standar perancangan *venting hood* yang telah ditetapkan PT. Holcim Indonesia Tbk, Desain standar perancangan *Dedusting Duct* yang telah ditetapkan PT. Holcim Indonesia Tbk, Pengumpulan data primer adalah data yang kita ambil langsung dari alat tugas akhir. Data tersebut meliputi :

1. Dimensi *venting hood* yang sudah ada pada bag filter (363-BF1)
2. Penghitungan kecepatan dan flow udara dan debu yang dihisap *bag filter*
3. Pengambilan gambar dari emisi debu yang timbul
4. Pengukuran temperatur udara dan debu didalam *dedusting duct*

**Penghitungan aliran udara *duct bag filter***

Aliran udara pada suatu sistem tertutup dapat diperoleh dari pengukuran tekanan udara.

Alat ukur yang digunakan yaitu :

Manometer digital

Prantl tube

Thermocouple digital

Langkah – langkah proses pengukuran :

Menyiapkan lubang pada *duct bag filter* untuk proses pengukuran.

Ukur temperatur udara di dalam *duct bag filter* menggunakan *digital thermocouple*

Mengukur tekanan udara statis dan dinamis di dalam *duct bag filter* menggunakan manometer dan *prantl tube*

Setelah didapatkan nilai tekanan udara statis dan dinamis, maka penghitungan nilai aliran udara pada *duct bag filter* bisa dilakukan

Penghitungan nilai aliran udara berdasarkan *Gas flow measurement with prantl tube*, yaitu

Flow Measurement with Prantl Tube  <b>XXX - 363 - BF1</b>	Rev.No.	Date	Responsible
	4	Sept 09	BES
	Anemometer and Prantl Tube Measurements (Rev 4, 2009).xls		

Plant: **XXX**  
 Measuring point loc: **363 - BF1**  
 Date: **25 Maret 2014**  
 Remarks: **Remarks, description of location**

Altitude: **100** m  
 Ambient pressure: **1,001** mbar

**Geometry of Gas Duct**

Round (6 points)   
 Circular cross section  
 Diameter: **240** mm

Cross section: **0.045** m<sup>2</sup>

**Selected Instrument**

Prantl- or S-Tube (mbar)   
 Calibration factor: **1**

**Gas Properties**

Static pressure in duct (+/-): **-6.6** mbar  
 Absolute static gas pressure: **994** mbar  
 Temperature in duct: **48** °C

	Conc. [vol-%]	Density [kg/Nm <sup>3</sup> ]
O <sub>2</sub>	<b>21.0</b>	1.429
CO <sub>2</sub>	<b>0.0</b>	1.964
H <sub>2</sub> O	<b>0.0</b>	0.804
N <sub>2</sub> (sum calc.)	<b>79.0</b>	1.257

Average gas density [kg/Nm<sup>3</sup>]: **1.293**  
 [kg/m<sup>3</sup>]: **1.080**

Measurement	Position		Axis 1		Axis 2		Average corrected [mbar]	$\sqrt{\Delta p}$ [mbar]	
	Diameter [mm]		move in [mbar]	move out [mbar]	move in [mbar]	move out [mbar]			
1	11		1.40				1.40	1.183	
2	35		1.90				1.90	1.378	
3	71		2.10				2.10	1.449	
4	169		2.00				2.00	1.414	
5	205		1.70				1.70	1.304	
6	229		1.40				1.40	1.183	
Average of		6	measuring points					1.32	

Gas velocity in the duct **17.95 m/s**  
 Measured gas flowrate **2,920 m<sup>3</sup>/h**  
**2,440 Nm<sup>3</sup>/h**

Gambar 2.1, Perhitungan aliran udara pada dedusting duct bag filter

Melalui penghitungan pada gambar 2.1 diperoleh nilai aliran udara pada *dedusting duct* yaitu **2920 m<sup>3</sup>/s** ketika presentase *dampier fan* hisapan *bag filter* **70 %**.

**Penentuan desain venting hood**

Didapatkan aliran udara berkisar 3000 m<sup>3</sup>/s, maka sesuai standar yang telah ditetapkan, yaitu :

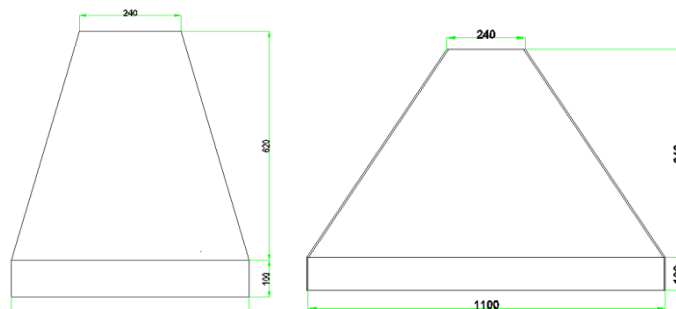
Air Quantity m <sup>3</sup> /h	V <sub>1</sub> ms <sup>-1</sup>	V <sub>2</sub> ms <sup>-1</sup>	L mm	B mm	H mm	Ø C mm
3000	1,44	17,8	<b>900</b>	<b>660</b>	<b>610</b>	<b>244</b>

**Pembuatan dan pemasangan venting hood**

Material yang digunakan :

No	Material yang digunakan	Jumlah
1	Elektroda Rd 260 d = 3.2 mm	3 kg
2	Steel Plate t = 6 mm	1,5 lembar
3	Grinding disk	5 buah
4	Baut M12, M16, M24	10 buah

Proses pembuatan :



Membuat venting hood sesuai gambar yang telah didesain.

Proses Pemasangan :

Isi belt conveyor dengan material dan ditutup dengan seng supaya tidak terbakar saat proses pemotongan.

Potong pipa dedusting duct  
 Membongkar Casing dan cover venting hood, menggunakan cutting torch.  
 Kemudian setelah cover sudah tidak ada, maka siapkan cover yang baru.  
 Pasang cover yang baru, setelah itu baut.  
 Setelah terpasang cover diatas belt conveyor, kemudian posisikan venting hood dengan benar.  
 Kemudian welding semua sambungan antara venting hood dan dedusting hood  
 Setelah tersambung semua maka venting hood siap digunakan.

**Penghitungan kecepatan udara setelah modifikasi**

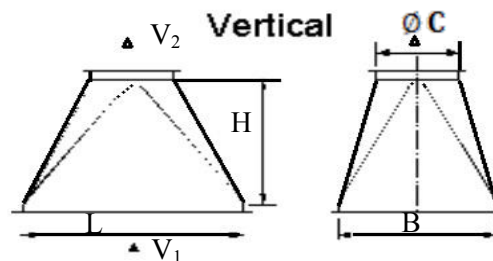
Bag filter akan menimbulkan emisi debu dan penyumbatan ketika material reject rawmill tinggi dengan presentase damper fan hisapan bag filter 70 %. Maka aliran udara yang dihasilkan 2920 m<sup>3</sup>/s.

Jadi kecepatan yang diharapkan adalah nilai aliran udara dibagi dengan luas penampang hisapan awal venting hood yaitu

$$\begin{aligned}
 P &= 1100 \text{ mm} \\
 L &= 560 \text{ mm} \\
 A &= 1100 \times 560 \\
 &= 616000 \text{ mm}^2 \\
 &= 0,616 \text{ m}^2 \\
 V_1 &= Q/A \\
 &= 2920 / 0.616 \\
 &= 4740,26 \text{ m/h} = 1.32 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

**III.HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Analisis**



- a. Analisis dimensi venting hood sebelum dan sesudah modifikasi terhadap pengaruh kecepatan udara

Standar dimensi desain venting hood PT. Holcim Indonesia Tbk :

Air Quantity m <sup>3</sup> /h	V <sub>1</sub> ms <sup>-1</sup>	V <sub>2</sub> ms <sup>-1</sup>	L mm	B mm	H mm	Ø C mm
3000	1,44	17,8	900	660	610	244

Dimensi venting hood sebelum modifikasi :

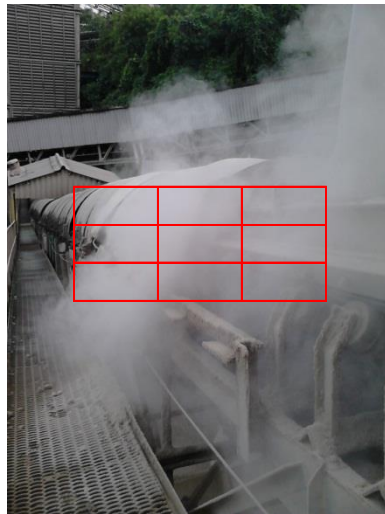
Air Quantity m <sup>3</sup> /h	V <sub>1</sub> ms <sup>-1</sup>	V <sub>2</sub> ms <sup>-1</sup>	L mm	B mm	H mm	Ø C mm
3000	5,07	20,27	400	400	240	200

Dimensi venting hood setelah modifikasi :

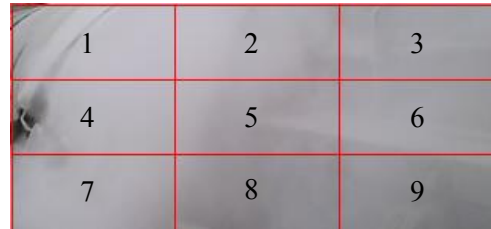
Air Quantity m <sup>3</sup> /h	V <sub>1</sub> ms <sup>-1</sup>	V <sub>2</sub> ms <sup>-1</sup>	L mm	B mm	H mm	Ø C Mm
3000	1.32	18,4	1100	560	620	240

b. Analisis intensitas debu sebelum dan sesudah modifikasi di sekitar *venting hood*

Sebelum modifikasi



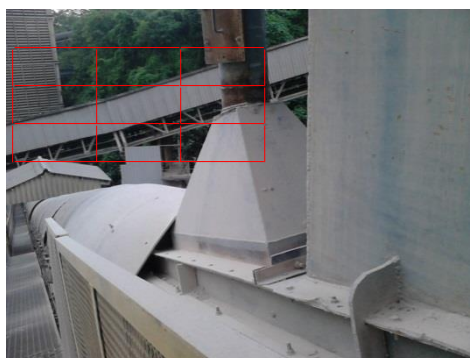
Hasil cropping foto emisi debu



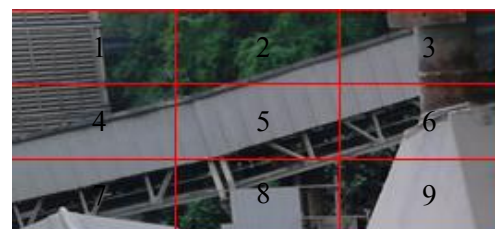
Analisis data RGB emisi debu (Sumber : Adobe Photoshop CS4) :

Potongan gambar	Red	Green	Blue
1	192,75	190	198
2	184	181,25	189
3	159	158,75	163,75
4	178,25	176,25	182,75
5	167,75	160	167,75
6	162,25	161,25	166,75
7	172,5	171	176,75
8	144,5	140,25	144,75
9	136	135	139,75
<b>AVERAGE</b>	<b>166,33</b>	<b>163,75</b>	<b>169,92</b>
<b>RGB AVERAGE</b>		<b>166,67</b>	
<b>RGB AVERAGE PERCENTAGE</b>		<b>65,10 %</b>	

Sesudah modifikasi



Hasil cropping foto tanpa emisi



Analisis data RGB tanpa emisi debu (Sumber : Adobe Photoshop CS4) :



Potongan gambar	Red	Green	Blue
1	61,25	66,75	65,25
2	30,75	52,75	40
3	60,25	62	62,25
4	87,75	92,75	98
5	73	74,25	83
6	88,75	85,5	88,25
7	72,25	76,75	79
8	26,5	32	33,5
9	66,75	65,5	68,75
<b>AVERAGE</b>	<b>63,03</b>	<b>67,58</b>	<b>68,67</b>
<b>RGB AVERAGE</b>		<b>66,43</b>	
<b>RGB AVERAGE</b>			
<b>PERCENTAGE</b>		<b>25,94 %</b>	

Nilai rata-rata RGB foto emisi debu 65,10 %. Nilai rata-rata RGB foto tanpa emisi debu 25,94 %. Foto emisi debu yaitu kondisi sebelum dilakukan modifikasi sedangkan foto tanpa emisi debu yaitu kondisi setelah dilakukan modifikasi. Penurunan emisi debu sebesar 39,16 %.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi *venting hood* sebelum modifikasi :

Air Quantity m <sup>3</sup> /h	V <sub>1</sub> ms <sup>-1</sup>	V <sub>2</sub> ms <sup>-1</sup>	L mm	B mm	H mm	Ø C Mm
<b>3000</b>	<b>5,07</b>	<b>20,27</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>240</b>	<b>233</b>

Dimensi *venting hood* setelah modifikasi :

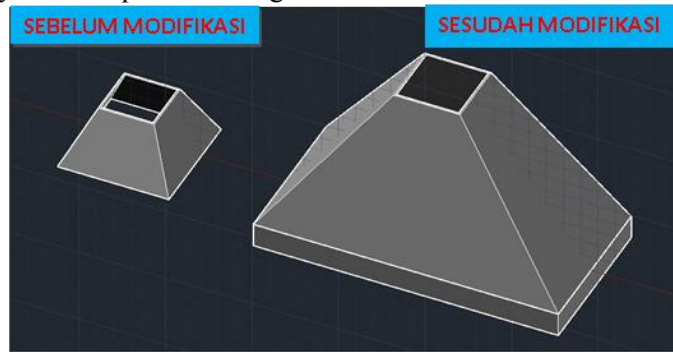
Air Quantity m <sup>3</sup> /h	V <sub>1</sub> ms <sup>-1</sup>	V <sub>2</sub> ms <sup>-1</sup>	L Mm	B mm	H mm	Ø C Mm
<b>3000</b>	<b>1,32</b>	<b>18,4</b>	<b>1100</b>	<b>560</b>	<b>620</b>	<b>240</b>

Dengan aliran udara yang sama dengan yaitu 3000 m<sup>3</sup>/h, maka

Kondisi	V <sub>1</sub> ms <sup>-1</sup>	V <sub>2</sub> ms <sup>-1</sup>	Akibat
Sebelum	<b>5,07</b>	<b>20,27</b>	Kecepatan udara didalam <i>venting hood</i> terlalu tinggi sehingga material yang mempunyai kandungan air yang lebih tinggi ( material umpan <i>rawmill</i> ) terhisap <i>bag filter</i> . Jadi pengembunan udara akan terjadi antara material <i>reject</i> ( temeperatur panas) dan material umpan <i>rawmill</i> ( temperatur dingin ) yang mengakibatkan penempelan debu pada dinding <i>duct bag filter</i> yang menyebabkan penyumbatan Catatan : kandungan air material <i>reject</i> = 1.84 % kandungan air material umpan <i>raw mill</i> = 9.3 %
Sesudah	<b>1,32</b>	<b>18,4</b>	Kecepatan udara didalam <i>venting hood</i> menjadi lebih rendah sehingga material yang mempunyai kandungan air yang lebih tinggi ( material umpan <i>rawmill</i> ) tidak terhisap <i>bag filter</i> . Dengan demikian pengembunan udara diharapkan tidak terjadi supaya tidak terjadi penempelan debu pada <i>dinding duct bag filter</i> yang menyebabkan penyumbatan

## V. KESIMPULAN

- Kecepatan udara pada *venting hood* sudah mendekati standar yang telah ditetapkan, yaitu dengan aliran udara 3000 m<sup>3</sup>/h didapatkan kecepatan udara masuk *venting hood* dari 5,07 m/s menjadi 1.31 m/s. dan kecepatan udara keluar *venting hood* dari 20,27 m/s menjadi 17,9 m/s
- Penurunan emisi debu setelah modifikasi sebesar 39,16 %.
- Tidak terjadi penyumbatan pada duct bag filter



## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arunangshu Mukhopadhyay, A. K. January 2013. Performance of Filter Media as Function of Fibres Fineness In Pulse Jet Filtration System. Textiles and Light Industrial Science and Technology (TLIST) Volume 2 Issue 1
- [2] A. K. Swar, B. C. 2011. Role of Particle Capture Velocity to Control Fugitive Dust Emission by Bag Filters System. South African Journal of Chemical Engineering, Vol. 16, No. 1 .
- [3] Ltd, Holcim. G. 2009. BAG FILTER (BF). Cement Manufacturing Course Technical Documentation.
- [4] Dwicahyo, W. 2008. Reference Gude for Process Performance Engineer. pp. 172
- [5] Jacobus Engelbrecht, P. T. March 2012. Occupational health hazards of fabric bag filter workers' exposure to coal fly ash. Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences Vol. 4(3) pp. 57-64, March 2012 , 57-64
- [6] Nishant Mohurle, P. N. June 2013. Analysis on Fabric Filtration Material for Pulse Jet Fabric Filter . International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering ISSN 2250-2459, ISO 9001:2008 Certified Journal, Volume 3, Issue 6, June 20



## Modifikasi PLC untuk Optimasi Alat Transport Material Silica Pasir Besi Narogong 2

Dedy Dwi Nur A<sup>1</sup>; Fatahula<sup>2</sup>;

1. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

2. Dept. Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

[Dedyafidzin@gmail.com](mailto:Dedyafidzin@gmail.com)<sup>1</sup>; [fatahula@gmail.com](mailto:fatahula@gmail.com)<sup>2</sup>;

### Abstrak

Studi dari modifikasi ini adalah memaksimalkan proses pengiriman material dalam sebuah industri. Material awal akan mendukung kualitas dari produk yang dihasilkan. Fokus dari modifikasi ini adalah memaksimalkan pengiriman material pada masing-masing penyimpanan pada industri semen. Memaksimalkan proses pengiriman dengan sistem indikasi posisi dan sistem interlock dengan menggunakan program PLC. Semen terdiri dari empat bahan dasar penyusun yaitu: limestone (batu kapur), Shale (tanah liat), silica dan pasir besi. Homogenisasi material awal dilakukan di stockpile (penampungan awal) dengan beberapa macam tipe. Setelah material dihomogenisasikan di stockpile, material di pindahkan ke masing-masing bin penampungan. Pemandahan material menggunakan reclaiming dan transport belt conveyor menuju masing-masing bin untuk proses penimbangan sebelum material mengalami proses grinding di Rawmill. Setiap material harus di simpan ditempat yang sesuai. Jika terjadi kesalahan pengisian antar material maka proporsi material berbeda dengan target. Kesalahan pengisian silica dan pasir besi karena menggunakan alat transport sama. Dengan memanfaatkan indikasi posisi alat transport akan membantu operator dalam menentukan posisi arah alat transport dan penyimpanan material. Perhitungan waktu untuk memastikan alat transport telah kosong juga akan membantu operator dalam memindah posisi arah. Dengan memanfaatkan PLC sebagai program yang dipakai alat transport akan membantu dalam otomatisasi sistem transport. PLC akan digunakan untuk program dalam sistem pengiriman material, dengan interlock sistem dan pemasangan delay off pada tiap mesin. Dengan otomatisasi ini akan mencegah kesalahan dan akan memaksimalkan dalam proses pengiriman material dalam suatu industri.

**Kata kunci:** Modifikasi, Homogenisasi, Transport sistem, Otomatisasi.

### Abstract

The study of this modification is to maximize delivery of materials in a process industry. Initial material will support the quality of products produced. The focus of this modification is to maximize delivery of material at each storage in the cement industry. Maximize the delivery process with position indication system and the interlock system using PLC program. Semen is composed of four basic component materials are: limestone, shale, silica and iron sand. Homogenization of the material is done early in the stockpile material with multiple types. After the homogenized material in the stockpile, the material was transferred to each bin shelter. Transporting material use reclaiming and transport belt conveyor toward each bin, before weighing the material with weighfeeder and to the grinding process at Rawmill. Each material must be placed in the appropriate store. If an error occurs filling material the proportion of materials will be different with the target. Error filling silica and iron sand is for using same equipment transport. By utilizing an indication of the position of the transport equipment it will assist the operator to determining the direction of the transport equipment material and direction of storage material. Calculation of time to make sure the transport equipment has an empty material it will helping operators to move in the different position. By utilizing the PLC as a program that will help transport the tools used in the automation of the transport system. PLC will be used for program material delivery system, and installation of the interlock system on each machine off delay. With this automation system it will prevent errors and to maximize system for delivery material in the industries sector.

**Key word:** modification, homogenization, system transport, automation

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Alat *transport* merupakan alat untuk mengirimkan material dari tempat satu ke tempat lainnya. Dalam sebuah *industry* alat *transport* akan selalu digunakan untuk menunjang proses pengiriman material. Di pabrik semen khususnya alat *transport* sangat diperlukan untuk mengirimkan material dari satu tempat ke tempat lainnya. Kelancaran alat *transport* akan mempengaruhi operasional produksi. Memaksimalkan penggunaan alat *transport* dengan mengurangi kesalahan transportasi material akan sangat membantu dalam kelancaran proses produksi. Meningkatkan *life time* alat dan meminimalkan penggunaan daya dan power akan menguntungkan sebuah *industry*. program aplikasi yang cocok untuk memecahkan persoalan ini yaitu suatu software/alat kontrol yang dapat

diprogram yang dinamakan *Program Logic Control (PLC)* yang dapat digunakan sebagai alat pelaksanaan otomatisasi. Pembuatan indikasi posisi alat transport dengan menampilkan di panel view dan sebagai interlock alat. Pemasangan otomatisasi dalam mematikan alat yang sudah tidak dipakai dengan perhitungan timer. Otomatisasi sistem yang dipasang akan mengantisipasi kesalahan dalam pengiriman material. Otomatisasi juga akan meningkatkan life time dari alat serta mengurangi penggunaan power pada alat.

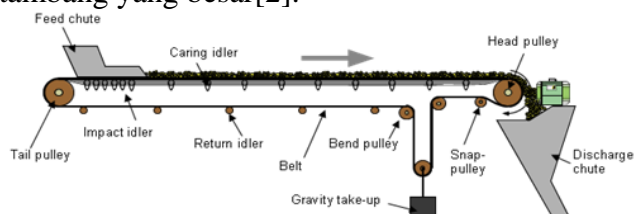
## II. EKSPERIMEN

### 1. PLC ( Program Logic Control )

*PLC* merupakan alat kontrol yang dapat diprogram untuk mengontrol proses atau operasi mesin, atau mengatur output sesuai keinginan pemakai. Input disimpan dalam memori dan *PLC* melakukan Instruksi Logika input-nya. Peralatan input dapat berupa: *Contactora, push bottom, limit switch, sensor photoelectric, proximity switch* Selain itu *PLC* juga dapat menyimpan instruksi lain seperti: *logika, timer, counter pointer* yang dapat mengendalikan mesin[1].

### 2. Belt Conveyor

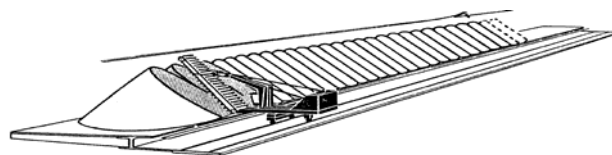
*Belt conveyor* adalah alat transportasi yang beroperasi secara terus menerus dimana kebanyakan digunakan untuk memindahkan material halus seperti mineral, batu bara, pasir, dan lain-lain. *Belt conveyor* sering digunakan untuk pengangkutan material dalam industri metalurgi, pertambangan, dan industri yang berhubungan dengan pemindahan material. *Belt conveyor* merupakan *conveying equipment* yang paling sesuai untuk penambangan batu bara, karena alat ini dapat beroperasi secara efisien dan kontinyu. Jika dibandingkan dengan alat tranport lain, *belt conveyor* tidak hanya memiliki keunggulan dalam jarak tempuh memindahkan material, kapasitas yang besar, dan operasi yang konstan, namun juga memiliki kelebihan dalam operasional reability, dan mudah dikontrol. *Belt conveyor* juga merupakan *equipment* utama khususnya untuk tambang batu bara yang memiliki efisiensi tinggi dan hasil tambang yang besar[2].



Gambar 3.3. Struktur umum *belt conveyor*[2].

### 3. Reclaimer

*Reclaimer* yaitu alat yang digunakan untuk menggaruk dan menghomogenisasi material. *Reclaimer* biasa digunakan untuk material tambang, seperti pasir besi, batubara dan lain-lain. *Reclaimer* akan menggaruk material yang sudah dihomogenisasi di *stockpile*. Arah penggarukan *reclaimer* sesuai dengan jenis *reclaimer*, digambar menunjukkan jenis *side reclaimer*. Material akan digaruk menggunakan *chain scrapper* menuju *transfer chute*. Material dari *transfer chute* akan disalurkan menuju tempat penyimpanan material menggunakan alat *transport* lainnya, misalnya *belt conveyor*[3].



Gambar 1 side reclaimer [3].

### III. METODELOGY

#### 1. Pengamatan

Tahap awal pembuatan proyek tugas akhir ini, perancang melakukan pengamatan terhadap material *transport* silika dan pasir besi narogong 2. Dari pengamatan diperoleh data bahwa nilai idling dan running hours masing-masing alat transport lebih tinggi dari target. Data juga menunjukkan adanya kesalahan dalam *transportasi* material.

#### 2. Study literature

Tahap selanjutnya penyusun mencari materi-materi yang berkaitan dengan proyek tugas akhir dari internet berupa jurnal, seminar dan dari buku.

#### 3. Perancangan

Perancangan proyek tugas akhir meliputi :

- a. Pemasangan *limits switch* sebagai digital input posisi *Reclaimer*.

*Limit switch* dipasang diantara penyimpanan material silika dan pasir besi. Saat *reclaimer* akan berpindah posisi dari penyimpanan material satu ke material yang lain maka limit switch akan tersentuh. Limit switch akan mengirimkan Input ke PLC untuk selanjutnya dip roses di PLC hingga menghasilkan output indikasi posisi.



Sebelum

pemasangan

sesudah

- b. Perhitungan saat pengosongan alat transport dengan *timer*.

Perhitungan dimaksudkan agar saat proses pengosongan alat *transport belt conveyor* benar-benar sudah kosong. Dari perhitungan pengosongan material di masing-masing *equipment* penulis dapat memastikan kapan waktu yang tepat untuk mematikan *belt*.

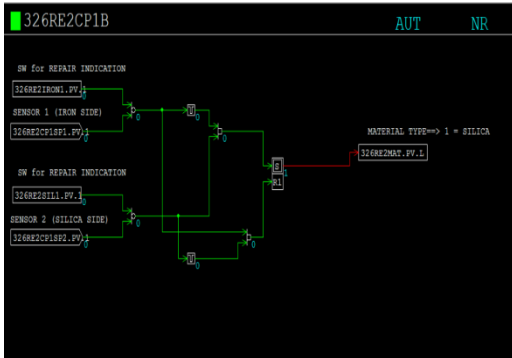
Kode alat	Waktu pengosongan(s)
32D-BC1	320
32D-BC2	200
32D-BC3	10

- c. Pembuatan block diagram pada PLC

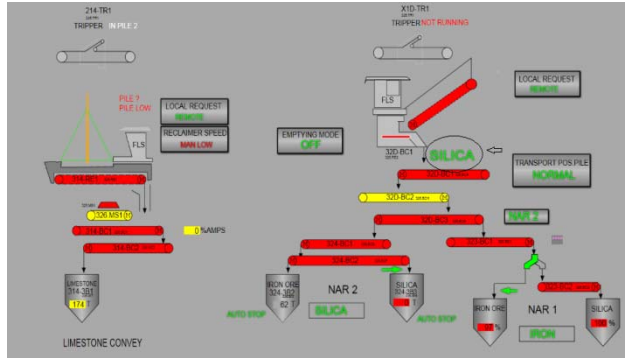
Agar proses otomatisasi alat yang baru dapat berjalan dengan baik, perlu dilakukan penambahan program pada program *PLC* yang lama. Untuk itu perlu dirancang program *logic* yang baru. *logic control* otomatisasi menggunakan hasil perhitungan waktu pengosongan material *belt conveyor* dan *level bin* sebagai input programnya.

#### 4. Realisasi dan Evaluasi

Pembuatan indikasi posisi *reclaimer* dan sebagai interlock antara posisi *reclaimer* dan arah *belt conveyor*.

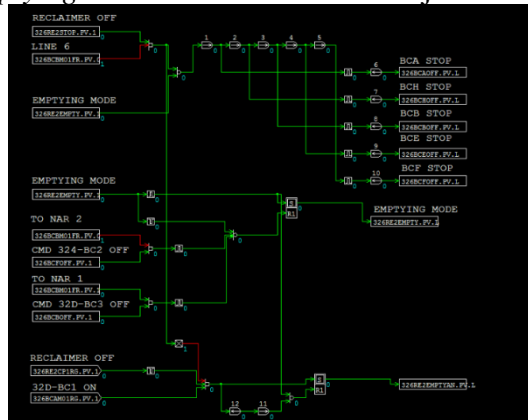


(Penambahan Block diagram posisi reclaimer)

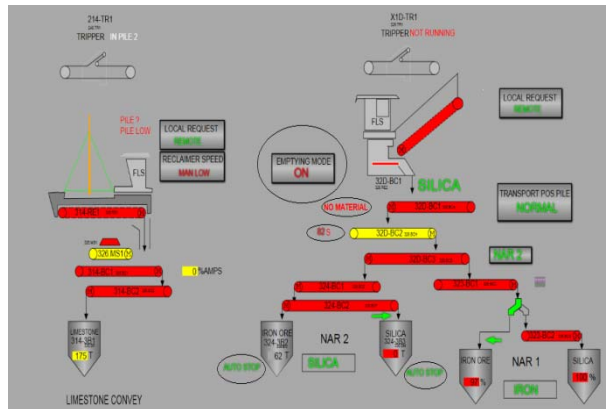


(Tampilan view setelah penambahan)

Pembuatan *block* diagram saat pengosongan belt conveyor, saat pengosongan arah NAR2 maka pengosongan dapat langsung dari *autostop level bin* atau *mode emptying* yang dijalankan operator, jika pengosongan arah NAR1 otomatisasi hanya bisa dilakukan jika operator menjalankan *mode emptying*. Hal tersebut dikarenakan jenis PLC yang digunakan beda antara NAR2 Dan NAR2.



(penambahan *block* diagram proses pengosongan)



(view setelah penambahan)

Evaluasi dilakukan untuk memastikan program baru yang dibuat berhasil apa tidak. Evaluasi dilakukan dari panel view operator dan posisi di masing-masing alat. Jika sesuai maka program tidak mengalami kendala.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Analisis Rancangan

Analisa keberhasilan perancangan membutuhkan beberapa data sebelum dan sesudah modifikasi program. Pengambilan data dilakukan sesuai dengan tujuan pembuatan program.

Data dari kesalahan pengisian bin :

no	Tanggal terjadinya kontaminasi	Jumlah kontaminasi(ton)
1	29-juli-2013	+/- 20
2	31-juli-2013	+/- 15
3	07-agustus-2013	+/- 40
4	04-desember-2013	+/- 20
5	22-februari-2014	+/- 15

Data diambil mulai bulan juli 2013 s/d februari 2014 sebelum alat di modifikasi. Data tersebut diperoleh dari Laporan harian penggilingan bahan mentah bagian PQC labolatorium.

Setelah pemasangan program baru belum diterima laporan mengenai kontaminasi.

Data dari running alat :

Sebelum modifikasi dari tahun 2011 s/d 2013:



time	32D-RE1	32D-BC1		32D-BC2		32D-BC3	
	running(h)	running(h)	idling(%)	running(h)	idling(%)	running(h)	idling(%)
maret-2011	227.4	295.4	77.0	299.5	75.9	301.7	75.4
mei-2011	282.4	387.3	72.9	402.4	70.2	405.6	69.6
agustus-2011	227.4	320.6	70.9	328.3	69.3	328.9	69.1
januari-2012	158.4	213.5	74.2	227.1	69.7	227.7	69.6
mei-2012	172.0	239.8	71.7	250.6	68.6	253.0	68.0
juni-2012	253.0	327.8	77.2	339.5	74.5	343.3	73.7
februari-2013	148.2	187.4	79.1	192.8	76.9	193.6	76.6
maret-2013	287.5	370.1	77.7	374.6	76.7	375.9	76.5
mei-2013	232.9	295.6	78.8	301.8	77.2	304.6	76.5
juni-2013	192.0	255.8	75.1	265.5	72.3	268.8	71.4
agustus-2013	226.2	298.3	75.8	304.7	74.2	307.8	73.5
rata-rata	218.9	290.1	75.5	298.8	73.2	301.0	72.7

Sumber: TIS

Sesudah pemasangan program baru:

tanggal	32D RE1	32D BC1	32D BC2	32D BC3
	Running(h)	Running(h)	Running(h)	Running(h)
1/4/2014	13.43	15.68	17.02	17.32
2/4/2014	8.95	10.13	11.48	11.73
3/4/2014	5.12	5.83	6.3	7.05
4/4/2014	11.05	12.93	13.9	14
5/4/2014	8.32	9.82	10.28	10.55
6/4/2014	9.27	10.98	11.63	11.82
jumlah	56.14	65.37	70.61	72.47
nilai idling%		85.88	79.51	77.47

Sumber: TIS

## V. KESIMPULAN

Nilai *idling* pada *equipment 32D-BC1, 32D-BC2 dan 32D-BC3* mengalami peningkatan dengan persentase yang berbeda-beda. *Idling* dapat mengurangi *running hours* alat yang mana dapat meningkatkan *life time* alat, serta dapat mengurangi penggunaan power pada alat meskipun tidak terlalu signifikan. Pemasangan indikasi dan penggosongan otomatis dapat mencegah kesalahan dalam pengisian material. Proses produksi lebih aman dan target kualitas tercapai.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Overseas Project.2012.” **Introduction of PLC S5 900**”, siemens GmbH, Germany.
- [2] Sony, Amit. 2012. “**Instalation and maintenance of belt conveyor in thermal power plant**”. Ijess. Volume2
- [3] Marcelo M.Crus. 2011.” **Reclaimer machine**”. volume 1. United states patent application publication, USA.
- [4] Data *TIS(technical information support)* Holcim Ltd.





## Rancang Bangun Mesin Pengayak Gradasi Pasir Dengan Tiga Saringan

Eko Cahyo Wiranto<sup>1</sup>; Azwardi<sup>2</sup>

1. Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta

2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

[ecahyow@yahoo.co.id](mailto:ecahyow@yahoo.co.id)

### Abstrak

Studi ini bermaksud mencari penyebab-penyebab terjadinya *overload* pada *Bucket Elevator* yang berada di PT. X dalam proses produksi semen SNI Tipe 1 pada tahun 2013. *Bucket Elevator* ini merupakan alat transportasi semen hasil penggilingan *Finish mill* menuju *Silo* semen. Studi ini bertujuan untuk mengurangi *Frekuensi Stop Finish Mill* tahun 2014. *Bucket elevator* ini *interlock* dengan *Finish mill*. Jika *Bucket Elevator* tersebut *off*, maka *Finish Mill* akan *off* secara bersamaan. Studi kasus ini mencakup perhitungan produksi yang hilang, pengamatan penyebab *overload* pada *Bucket Elevator* di tahun 2013, pengamatan kondisi *Bucket Elevator* dan alat-alat lain yang mendukung. Alat-alat lain tersebut diantaranya *Air Slide*, dan *Blower* udara. Pengamatan ini bertujuan mencari kondisi alat yang sudah tidak normal atau tidak bekerja optimal. Dari hasil studi yang dilakukan, ditemukan bahwa kerugian produksi yang disebabkan oleh *Bucket Elevator* sebesar 7929,6 ton. Penyebab utama ada pada canvas *Air Slide* yang bocor. Penyebab lain yaitu batasan waktu untuk membuka *gate bypass* ke silo 2 hanya 5 detik dan telah dimodifikasi menjadi 15 detik.

Kata kunci: *Bucket elevator*, *Finish mill*, *Air slide*, *Blower*.

### Abstract

This study is intended to find out the causes of overload on Bucket elevator in X Ltd in cement type 1 production on 2013. This Bucket elevator is transportation equipment of cement as grinding result Finish mill to cement silo. This study aims to reduce Frequency Stop of Finish Mill on 2014. This Bucket elevator is interlock with Finish mill. If the Bucket elevator is off, Finish mill will also be off at the same time. This case study include calculate of Production Losses, observation the causes of overload on Bucket elevator on 2013, observation the condition of Bucket elevator and other supporting equipment. The other supporting equipments are Air slide, Bag filter, and Air blower. This observation aims to find out condition of equipments that are abnormal or doesn't work optimally. From the study conducted, it was found that production losses caused by Bucket Elevator is 7929.6 tonnes. The main cause is on canvas of Air Slide that leaking. Another cause is time limit for open the bypass gate to silo 2 is only 5 seconds and has been modified to 15 seconds.

Key words: Bucket elevators, Finish mill, Air slide, Blower.

## I. PENDAHULUAN

### Latarbelakang

*Ball Mill* merupakan proses penggilingan akhir dalam pembuatan semen. Dalam proses produksinya terdapat alat transportasi *Bucket Elevator* yang digunakan untuk mengangkut semen dari bawah ke atas atau secara vertikal. Motor sebagai penggerak utama *Bucket Elevator* terletak di bagian atas dari *Bucket Elevator*. Motor *Bucket Elevator* memiliki batasan daya yang dimiliki. Motor akan *off* apabila menerima beban yang melebihi dari kapasitasnya. Motor *Bucket Elevator* terhubung (*interlock*) dengan motor *Ball Mill*. Sehingga apabila *Bucket Elevator* tersebut *off* maka empat *Ballmill* akan *off* secara bersamaan. Hal tersebut akan mengakibatkan proses produksi semen terhenti. *Overload* motor *Bucket Elevator* (59A-BE2) merupakan salah satu masalah yang terjadi dikarenakan beban yang diterima oleh motor *Bucket Elevator* melebihi dari kapasitasnya. Dalam studi kasus ini penulis bermaksud mencari penyebab *overload* pada *Bucket Elevator* (59A-BE2) pada proses produksi semen SNI tipe 1 tahun 2013.

## II. EKSPERIMEN

*Bucket Elevator* merupakan salah satu alat transport material yang sangat penting dalam industri semen. *Bucket Elevator* berfungsi untuk mengangkut material dari bawah ke atas yang secara umumnya tegak lurus atau vertikal.

Untuk material yang dapat diangkut oleh *Bucket Elevator* bisa berupa *fine* material seperti semen dan *raw meal*, maupun material *course* seperti clinker, gypsum, dolomit, limestone dll. Dalam

penggunaanya jenis *Bucket Elevator* disesuaikan dengan kondisi material yang akan diangkat dan jaraknya [2].

Prinsip kerja *Bucket Elevator* yaitu:

Material berupa semen masuk melalui *inlet chute* dan akan mengisi setiap *bucket* yang berputar.

Material akan di angkut ke atas dan dikeluarkan melalui *outlet chute*.

Material yang tidak keluar dengan sempurna akan jatuh ke sisi bawah *Bucket Elevator*, dan akan di angkut kembali oleh *bucket* yang berputar.

*Bucket Elevator* yang mengangkut semen, terdapat *Air Slide* sebagai penghubung masuk dan keluarnya semen dari *Bucket Elevator*.

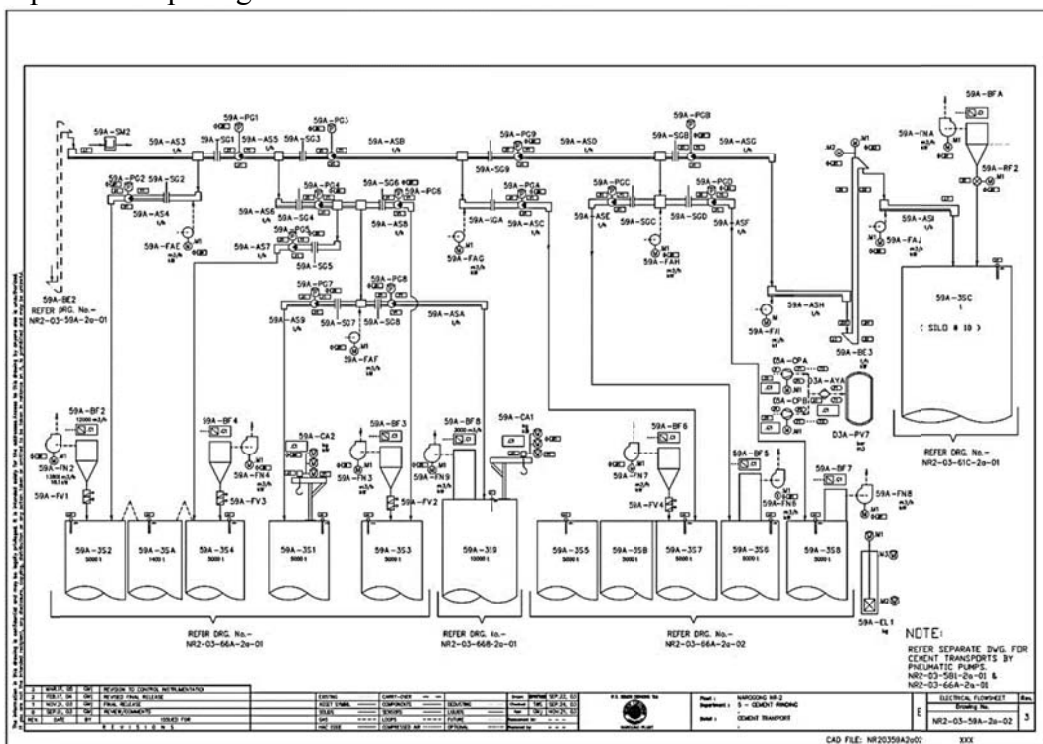
*Air-assisted gravity conveyor* atau sering disebut sebagai *Air Slide* merupakan alat transportasi material yang memanfaatkan gaya gravitasi. *Air Slide* terdiri dari kompartemen atas dan bawah yang dipisahkan oleh media pemisah berupa kain berpori atau kanvas. Kompartemen bawah disuplai udara bertekanan yang dihembuskan untuk mengalirkan material. Material yang akan dialirkan terdapat di kompartemen atas.

Kecepatan material dalam *Air Slide* berkisar antara 2 - 3 m/s [3]. Kebutuhan tekanan udara *Air Slide* dikategorikan dari dimensi *Air Slide*:

Lebar < 500 mm = 60 mbar

Lebar > 500 mm = 80 mbar

Beberapa industri menggunakan bantuan hisapan udara dari *Bag Filter* untuk memperlancar aliran material. Hisapan tersebut menggunakan media *duct* yang diletakkan di ujung *Air Slide*. Aliran material dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Aliran material *Bucket Elevator* (59A-BE2)

### III. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam studi kasus ini antara lain:

- Metode kepustakaan  
Mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan, baik dalam buku maupun sumber lainnya.
- Metode pengambilan data  
Melakukan pengukuran tekanan udara *aeration chamber* pada *Air Slide*, dan pengukuran hisapan udara pada *Bag Filter*

c. Metode pengamatan

Mengamati kondisi dari *Bucket Elevator* (59A-BE2) dan alat lain yang berketerkaitan dengan masalah yang terjadi pada alat tersebut.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Terjadinya *overload* pada *Bucket Elevator* (59A-BE2) akan berdampak proses produksi semen terhenti, dikarenakan *Bucket Elevator* tersebut *interlock* dengan 4 *Ball Mill* yang ada di PT. X. Berikut adalah tabel durasi *stop Ball Mill* yang disebabkan oleh *Bucket Elevator* (59A-BE2) selama tahun 2013:

Tabel 1. Durasi *stop Bucket Elevator* (59A-BE2) tahun 2013

Bulan	Durasi (hour)			
	FM 1	FM 2	FM 3	FM 4
Januari	3.78	1.4	2.17	1.85
Februari	0	2.38	0.45	0.73
Maret	0	0	0	0
April	0.13	0.55	0.78	0.44
Mei	0	0	0.18	0.1
Juni	0	0	0	0
Juli	0.85	0.65	0.62	0.53
Agustus	0.42	0	0	0
September	0.32	0.18	0.92	0.43
Oktober	0.47	0.58	0.68	0.55
November	0.53	0.36	1.6	0.15
Desember	0	0	0	0
Sub Total	6.5	6.1	7.4	4.78
Total				24.78

Dari grafik dan tabel diatas menjelaskan bahwa pada tahun 2013 *Bucket Elevator* (59A-BE2) *stop* selama 24.78 jam. Dari jumlah tersebut dapat dicari kerugian berupa tonase yang hilang dan berakibat pada penjualan semen yang tidak maksimal.

Berikut merupakan *Production Losses* semen yang diakibatkan oleh *Bucket Elevator* (59A-BE2):

Kapasitas produksi dari keempat *Finish Mill (Ball Mill)* = 320 ton/hour

Harga semen SNI tipe 1 = Rp 62.000 per 50 kg

Rp 1.240.000 per ton

***Production Losses* =**

Total durasi stop x total kapasitas produksi = 7929.6 ton

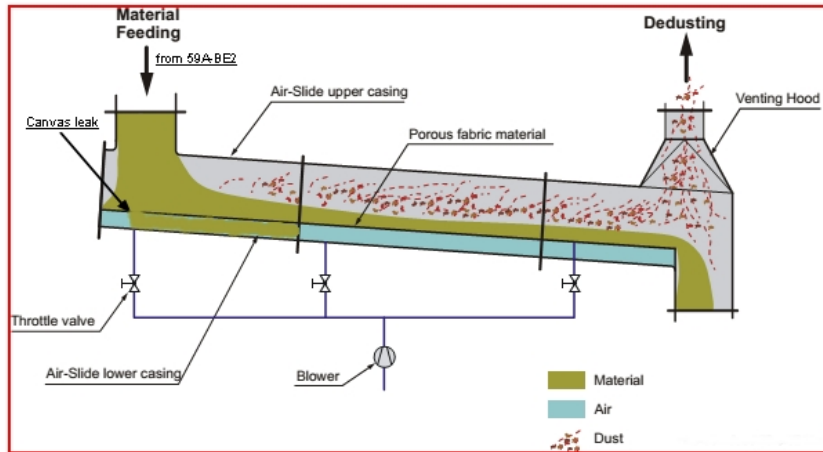
Total produksi yang hilang x harga semen per ton = Rp 9.832.704.000,-

Untuk meminimalisir kerugian yang tercantum diatas, penulis telah mencari dan mendapatkan penyebab-penyebab yang menimbulkan *Bucket Elevator* (59A-BE2) *overload*.

1. Kanvas yang bocor pada *Air slide* (59A-AS5)

Kanvas yang bocor pada *Air slide* akan menimbulkan material masuk kedalam kompartemen bawah sehingga aliran udara yang seharusnya untuk mendorong material menjadi tersumbat. Hal tersebut dapat mengakibatkan material tidak mengalir/menumpuk dan membuat keluaran material dari *Bucket Elevator* terhambat, yang akhirnya membuat *Bucket Elevator* *overload*. Untuk mencegah hal tersebut terjadi kembali, telah dilakukan penggantian kanvas pada *Air slide* (59A-AS5) pada saat itu juga.

Kebocoran kanvas dan aliran udara yang tersumbat dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skema Air Slide dengan kanvas bocor

- Berkurangnya batasan waktu blocking untuk membuka gate bypass ke silo 2  
 Dalam produksi semen SNI tipe 1, semen hasil dari *Finish Mill* dialirkan menuju silo 5,7,10. Apabila dalam transportnya menuju silo tersebut mengalami masalah, maka operator diberi waktu yang dibatasi selama 20 detik untuk membuka *gate bypass* ke silo 2, dikarenakan *gate* tersebut lebih dekat dari *Bucket Elevator*. Sehingga material dapat dialirkan sementara ke silo 2, dan dapat menyelesaikan masalah tadi tanpa harus mematikan *Finish Mill*. Namun batasan waktu yang sebelumnya 20 detik diubah menjadi 5 detik oleh alasan agar tidak merusak motor dari *Bucket Elevator*. Namun dengan waktu 5 detik itu tidak cukup untuk membuka *gate bypass*, dan akhirnya telah dilakukan perubahan ulang menjadi 15 detik.

Sebelum	Sesudah
5 detik	15 detik

Dari hasil setelah perbaikan, pada tahun 2014 (Kuartal 1) hanya terjadi 1x stop *Finish Mill* yang disebabkan oleh *Bucket Elevator* (59A-BE2).

Tabel 2. Perbandingan Frekuensi Stop *Finish Mill* tahun 2013-2014

Bulan	2013	2014
Januari	3	1
Februari	1	0
Maret	0	0
April	3	0
Mei	1	-
Juni	0	-
Juli	1	-
Agustus	1	-
September	1	-
Oktober	2	-
November	2	-
Desember	0	-
TOTAL	15	1

## V. KESIMPULAN

- a. PT. HI kehilangan produksi semen SNI tipe 1 sebesar 7929.6 ton atau setara dengan Rp 9.832.704.000,- yang disebabkan oleh *Bucket Elevator* (59A-BE2) pada tahun 2013.
- b. Kanvas yang bocor pada *Air slide* dapat mengakibatkan material tidak mengalir/menumpuk dan membuat keluaran material dari *Bucket Elevator* terhambat, yang akhirnya membuat *Bucket Elevator overload*.
- c. Diperlukan batasan waktu 15 detik untuk *blocking Bucket Elevator* agar material dapat dialirkan *bypass* menuju silo 2 tanpa mematikan *Finish Mill*.
- d. Dari hasil perbaikan, diperoleh data bahwa pada tahun 2014 (Kuartal 1) hanya terjadi 1x *off* pada *Finish Mill* yang disebabkan oleh *Bucket Elevator* (59A-BE2)

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Snehal, P. Sumant, P. Jigar, P. 2012, September-October. *A Review on Design and Analysis of Bucket Elevator*. International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 2:5, ISSN 2248-9622, p.018-022
- [2] Snehal, P. Sumant, P. Jigar, P. 2013, Januari. *Productivity Improvement of Bucket Elevator by Modified Design*. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 3:1, ISSN 2250-2459, p.128-133
- [3] Technical Information System (TIS) PT. X. Diakses tanggal 21 November 2013
- [4] Vladimir, M. Blagoy, S. Stefan, S. 2012. *Grinding in Ball Mills : Modelling and Process Control*. Bulgarian Academy of Sciences Cybernetics and Information Technologies, 12:2, p.51-68



## Perancangan Bypass Duct Coal Mill L63-RM1 untuk Meningkatkan Drying Temperature

Emang Sulaeman<sup>1</sup>, Azwardi<sup>2</sup>

1. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

2. Departement Mechanical, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

[Emang\\_sule@yahoo.com](mailto:Emang_sule@yahoo.com)

### Abstrak

Saat ini di Indonesia banyak menggunakan batubara muda yang memiliki kandungan energi rendah (<4800 kcal/kg) dan kandungan air yang tinggi (>25%). Salah satu cara untuk menurunkan kandungan air adalah menaikkan suhu pengeringan pada sistem *Coal Mill*. Pengeringan merupakan suatu proses menurunkan atau menghilangkan kandungan air dari dalam suatu padatan dengan metode penguapan air. Pada studi ini dirancang sistem *Bypass Duct* pada *Coal Mill L63-RM1* untuk meningkatkan suhu pengeringan. Saat ini suhu inlet (320°C) dan outlet (67°C). Sistem *Bypass Duct* di buat dengan menambahkan pipa yang dihubungkan dari inlet ke outlet *duct* pada *Coal Mill*. *Bypass Duct* pada sistem *Coal Mill* menambah aliran udara panas, sehingga suhu outlet meningkat. Perancangan ini di mulai dengan menganalisa sistem pengeringan pada *Coal Mill* dengan cara mengidentifikasi dan mengukur beberapa parameter kualitas, menghitung dimensi dan menggambar duct. Perancangan ini akan diperoleh desain *Bypass Duct* yang mampu meningkatkan temperature outlet (>67°C) sehingga dapat menurunkan kandungan air pada batubara halus.

Kata kunci : batubara muda, suhu pengeringan, kandungan air, *Bypass Duct*, *Coal Mill*

### Abstract

Nowadays, low rank coal with low energy content (< 4,800 kcal/kg) and high moisture content (> 25%) is commonly used in Indonesia. One of a method to decrease moisture content is increase drying temperature in Coal Mill system. In this study, Bypass Duct system in Coal Mill L63-RM1 is designed to increase drying temperature. *Drying is a process of lowering or eliminating the moisture content of the solids with a water evaporation method*. Nowadays, average of inlet temperature (320°C) and outlet (67°C). Bypass Duct system is made by installing the pipe that connect Coal Mill inlet and outlet duct. Bypass Duct in Coal mill system increases hot gas flow, so outlet temperature increase. The designing is begun by analyzing the Coal Mill drying system such as identifying and measuring some quality parameters, calculating the dimension and drawing the duct. This designing will obtain Bypass Duct design that can increase outlet temperature (> 67 °C), so the moisture content in fine coal decreases.

Key note: low rank coal, drying temperature, moisture content, Bypass Duct, Coal Mill

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Batubara jenis *low rank coal* merupakan batubara muda yang memiliki *caloric value* rendah (<4800 kcal/kg) dan *moisture content* tinggi (>25%) [3]. Kualitas *low rank coal* dapat dioptimalkan dengan menurunkan *moisture content* nya. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menaikkan *drying temperature* pada sistem *Coal Mill*. Salah satu solusi alternatif untuk menaikkan *drying temperature* adalah dengan merancang *Bypass Duct* yang dapat dipasang pada jalur inlet sampai outlet duct *Coal Mill*.

*Coal Mill* merupakan alat penggilingan sekaligus pengeringan batubara. Batubara yang telah digiling disebut batubara halus (*fine coal*). *Fine coal* didalam *Coal Mill* di keringkan dan dibawa secara pneumatic oleh *Drying gases* menuju proses selanjutnya. *Drying gases* adalah gas panas dari preheater yang dihisap oleh *ID Fan* ke dalam *Coal Mill*

Sistem *Bypass Duct* di buat dengan menambahkan pipa yang dihubungkan dari inlet ke outlet *duct* pada *Coal Mill*. *Bypass Duct* pada sistem *Coal Mill* menambah aliran udara panas, sehingga suhu outlet meningkat. Selain itu pipa juga perlu dipasang dari sirkulasi ke *Bypass Duct*, untuk mengatur temperature yang masuk. Udara sirkulasi dari *Stack* akan menurunkan temperature sesuai dengan kebutuhan, sehingga tidak melebihi batas maksimum yang dianjurkan.



## II. EKSPERIMEN

### 1. Dasar Teori

Batubara adalah bahan bakar fosil. Batubara dapat terbakar, terbentuk dari endapan, batuan organik yang terutama terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Batubara terbentuk dari tumbuhan yang telah terkonsolidasi antara strata batuan lainnya dan diubah oleh kombinasi pengaruh tekanan dan panas selama jutaan tahun sehingga membentuk lapisan batubara. Pembentukan batubara dimulai sejak Carboniferous Period (Periode Pembentukan Karbon atau Batubara) – dikenal sebagai zaman batubara pertama – yang berlangsung antara 360 juta sampai 290 juta tahun yang lalu [1]. Umumnya, semakin lama umur batubara, maka akan semakin banyak kandungan karbon yang terbentuk. sehingga dapat dikatakan bahwa umur batubara menentukan kualitas batubara yang dihasilkan.

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam pembentukan batubara di antaranya adalah (1) material dasar, yakni flora atau tumbuhan yang tumbuh beberapa juta tahun yang lalu, kemudian terakumulasi pada suatu lingkungan dengan iklim dan topografi tertentu. Jenis dari tumbuhan sangat berpengaruh terhadap tipe batubara yang terbentuk, (2) lingkungan pengendapan, yakni lingkungan pada saat proses sedimentasi dari material dasar menjadi material sedimen, (3) proses dekomposisi, yakni proses transformasi biokimia dari material dasar pembentuk batubara menjadi batubara. Dalam proses ini, sisa tumbuhan yang terendapkan akan mengalami perubahan baik secara fisika maupun kimiawi, (4) umur geologi, yakni skala waktu (dalam jutaan tahun) yang menyatakan berapa lama material dasar yang diendapkan mengalami transformasi dan (5) posisi geotektonik, yang dapat mempengaruhi proses pembentukan suatu lapisan batubara. Keseluruhan faktor di atas berpengaruh terhadap bentuk, ketebalan maupun kualitas lapisan batubara [2]. Setelah melalui beberapa proses diatas, batubara di klasifikasikan dalam beberapa jenis sesuai dengan kualitasnya.

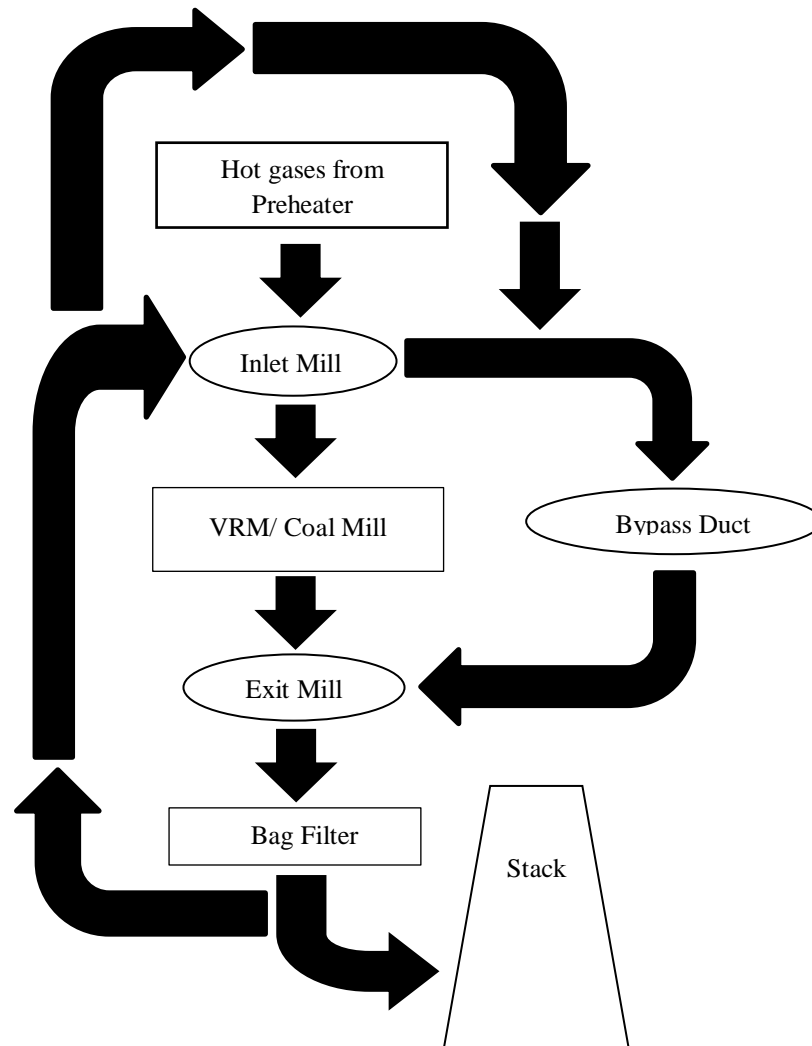
Pengeringan merupakan suatu proses menghilangkan atau menurunkan kandungan air dalam suatu padatan tertentu dengan metode penguapan air. Proses pengeringan pada dasarnya merupakan proses pemindahan panas dan masa yang dilakukan secara bersamaan (simultan). Tujuan dari pengeringan adalah untuk meningkatkan kualitas padatan dan mempermudah penanganan produk untuk proses selanjutnya. Pengeringan yang dilakukan pada *fine coal* untuk mengurangi *moisture content*, sehingga menghasilkan *fine coal* dengan *caloric value* yang lebih tinggi [3].

Menurut Anton Irawan dan Indar Kustiningsih [3] Proses pengeringan dipengaruhi oleh :

1. Karakteristik material
2. Persentase kelembaban
3. Jenis kelembaban
4. Ukuran partikel bahan
5. Waktu terpapar panas
6. Sistem pengeringan

Duct merupakan struktur yang berbentuk selongsong yang biasanya dalam industri semen di gunakan sebagai media untuk distribusi udara maupun material halus [4]. Duct pada pengembangannya di gunakan untuk saving energy yang lebih besar. Sedangkan Bypass Duct dibuat sebagai jalur tambahan pada Coal Mill L63-RM1 untuk meningkatkan temperature pada drying system.

Berikut ini cara kerja Bypass Duct yang di gambarkan dalam blok diagram :



Gambar 1. Blok Diagram Cara Kerja Bypass Duct

*Bypass Duct* yang dirancang akan dipasang pada *Vertical Roller Mill* atau *Coal Mill*, karena material yang digiling adalah batubara. *Vertical Roller Mill* merupakan alat yang tepat untuk penggilingan dan pengeringan material basah [5]. *Vertical Roller Mill* harus memenuhi 4 fungsi utama, yaitu: *Grinding*, *Drying*, *Separating*, dan *Transport*

Proses yang terjadi di *Vertical Roller Mill* dinamakan *drying/grinding process*. Material/product dibawa secara *pneumatic* oleh *drying gases*.

## 2. Metodologi

Rancangan *Bypass Duct* untuk meningkatkan *drying temperature* pada *Coal Mill* L63-RM1 merupakan project yang sebelumnya telah digunakan di *Coal Mill* L64-RM1. Sehingga metode yang digunakan banyak melihat dan membandingkan dari sistem yang telah berjalan di *Coal Mill* L64-RM1. Tahapan – tahapan yang dilakukan dalam merancang sistem *Bypass Duct* ini :

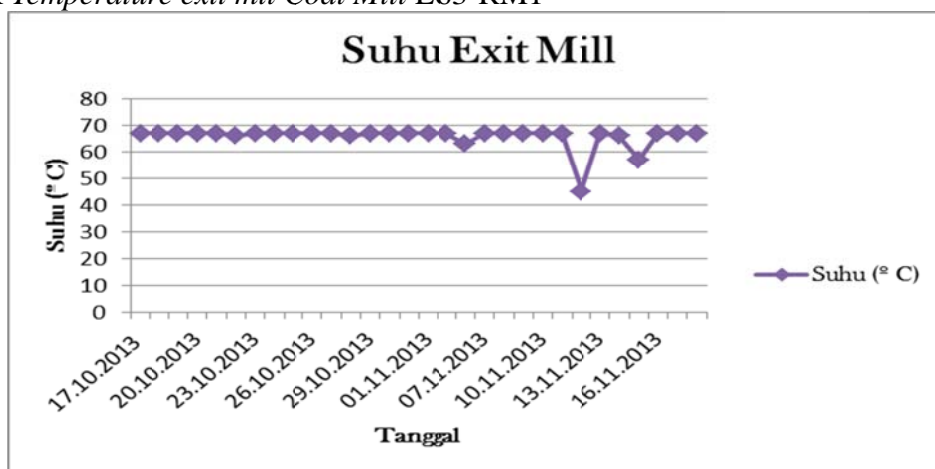
1. Melakukan observasi ke *Coal Mill* L64-RM1 untuk jalur duct yang telah terpasang
2. Studi literatur ke operator/panel man *Coal Mill* L64-RM1 dan L63-RM1. Studi pada *Coal Mill* L64-RM1 untuk mengetahui parameter operasional yang sekarang berjalan di *Coal Mill* L64-RM1 terkait dengan penggunaan *Bypass Duct*
3. Pengukuran beberapa parameter seperti *pressure static*, *temperature* dan *diameter* pada inlet dan exit mill

4. Menentukan flow normal yang dihasilkan oleh *Coal Mill* L64-RM1 dan L63 RM1 dengan menghitung data hasil pengukuran
5. Menentukan diameter duct yang akan dipasang pada *Coal Mill* L63-RM1
6. Observasi ke *Coal Mill* L63-RM1 untuk melihat dan menentukan lokasi yang akan dipasang *Bypass Duct*
7. Mendisain *Bypass Duct* untuk *Coal Mill* L63-RM1

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Grafik Temperature exit mill Coal Mill L63-RM1

*Coal Mill* L63-RM1 saat ini memiliki *Temperature exit mill* rata-rata 67 °C. Data penulis dapatkan sebelum modifikasai dari TIS (*Technical Information System*) PT X Terbuka selama 1 bulan. Berikut adalah grafik *Temperature exit mil Coal Mill* L63-RM1



Grafik 1. Temperature exit mill Coal Mill L63-RM1

#### 2. Menghitung flow actual *Bypass Duct*

Hasil pengukuran yang dilakukan pada *Coal Mill* L64 - RM1 untuk menentukan persentasi flow yang melewati *Bypass Duct*. Persentasi flow actual dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$\%Vact(\text{Bypass Duct}) = \frac{Vact(\text{Bypass Duct})}{Vact(\text{inlet mill})} \times 100\%$$

Berdasarkan perhitungan dengan rumus diatas, diketahui persentasi flow actual yang melewati *Bypass Duct* sebesar 12 % dengan flow actual *Bypass Duct* 26476,9070 m<sup>3</sup>/h dan flow actual inlet mill 221628,3578 m<sup>3</sup>/h.

Setelah mendapatkan persentasi flow actual *Bypass Duct Coal Mill* L64-RM1, selanjutnya didapatkan flow actual yang akan melewati *Bypass Duct* L63-RM1 menggunakan rumus seperti di atas.

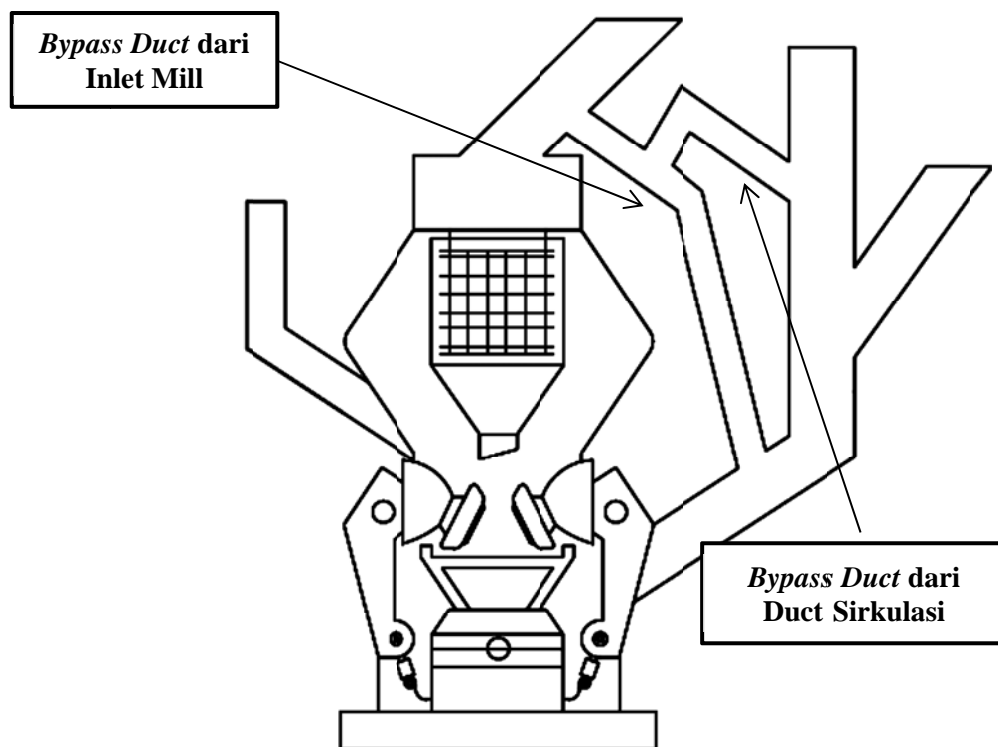
Dari perhitungan rumus diatas, maka didapatkan flow actual untuk *Bypass Duct Coal Mill* L63-RM 20910,588744 m<sup>3</sup>/h.

Berikut data lengkap hasil pengukuran dan perhitungan pada *Coal Mill* L64-RM1 dan *Coal Mill* L63-RM1

Tabel 1. Data hasil pengukuran dan perhitungan

Coal Mill	Position	Pressure Static [P] (mmH <sub>2</sub> O)	Temperature [T] (°C)	Flow Actual [V <sub>act</sub> ] (m <sup>3</sup> /h)	Flow Normal [V <sub>n</sub> ] (Nm <sup>3</sup> /h)
L64 - RM1	Inlet	-30,5	328,3	221628,3578	100320
	Outlet	-555	63,6	175277,1389	100320
	Bypass Duct	350	316,9	26476,907	11830
L63 - RM1	Inlet	<b>-155</b>	314,9	174254,9064	79680
	Outlet	- 570,5	69,6	103935,8188	79680

### 3. Desain Bypass Duct untuk Coal Mill L63-RM1



Gambar 2. Desain Bypass Duct Coal Mill L63-RM1

Tabel 2. Dimensi Bypass Duct Coal Mill L63-RM1

Air Quantity (m <sup>3</sup> /h)	Diameter (mm)	Gas Velocity (m/s)	L (mm)	Corner (°)
20910,588744	295	85	4000	138

## IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan *Bypass Duct Coal Mill L63-RM1* didapatkan desain *Bypass Duct* dengan flow actual sebesar 20910,588744 m<sup>3</sup>/h, diameter 295 mm, panjang 4000 mm dan sudut 138 °. Desain tersebut diharapkan mampu menaikkan *temperature exit mill* >67 °C.

## V. DAFTAR PUSTAKA

[1] World Coal Institute. (2009). Sumber Daya Batubara, *Tinjauan Lengkap Mengenai Batubara*, hal 3

- [2] Hadi, A. I., Refrizon, & Susanti, E. (2012). Analisis Kualitas Batubara Berdasarkan Nilai HGI. *SIMETRI, Jurnal Ilmu Fisika Indonesia*, Vol.1, No. 1 (D), hal 37-41.
- [3] Irawan , A. & Kustiningsih, I. (2009). Simulasi Pengeringan Batubara Muda Dengan Metode Rangkaian Pori Pada Kondisi Isothermal. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol. 8, hal 80-86.
- [4] Shofa, M. H., Adji, S. W., & Arief, I. S. (2010). Analisa Pengaruh Jarak Dan Dimensi Accelerating Duct Di Depan.
- [5] HGRS, Administrator. Roller Mills. Cement manufacturing course, Vol. 3, hal 415-426.

## Penambahan Lapisan Kuku Pencacah Limbah untuk Memperpanjang Masa Pakai

Erfani Annur dan Sugeng Mulyono  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[evan\\_106@rocketmail.com](mailto:evan_106@rocketmail.com)

### Abstrak

Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar alternatif menjadi solusi tepat untuk melakukan substitusi bertahap terhadap pemakaian bahan bakar fosil. Mesin pencacah limbah (selanjutnya disebut *shredder*) merupakan alat yang digunakan untuk mencacah limbah. Pencacahan dilakukan untuk memudahkan transportasi serta mempercepat proses pembakaran di dalam *kiln*. Seiring kebutuhan energi yang besar, pasokan limbah menuju *shredder* pun semakin banyak.

Hasil dari peningkatan pasokan limbah membuat masa operasional dari *shredder* meningkat. Hal ini menyebabkan tingkat keausan dari *shredder* meningkat. Masa pakai menjadi salah satu penyebab keausan, selain dari material yang bersifat abrasive.

Penambahan lapisan kuku *shredder* dengan pengelasan menjadi solusi yang dapat diterapkan. Proses penambahan mengurangi dampak keausan, meliputi : produk yang kurang halus, dan *cycle time* menjadi lebih lama. Langkah ini dilakukan dengan pertimbangan penghematan biaya dibanding mengganti unit baru. Metode penambahan lapisan membuat gap antara kuku dan *cutting table* selalu terjaga. Sebagai hasil, masa pakai dari *shredder* pun akan melebihi 6000 jam yang direkomendasikan *Metso Shredder*.

Catatan : *cycle time* = waktu yang diperlukan limbah dari awal masuk *shredder* sampai menjadi produk

Kata kunci : mesin pencacah limbah, keausan, penambahan lapisan, masa pakai

### Abstract

Utilization of waste as an alternative fuel is the right solution to the gradual substitution of fossil fuel used. Waste reducer (known as shredder) is an equipment that used for chopping the waste . This chopping process is done for ease the transport and to accelerate the combustion process in the kiln . As a higher energy requirement , the waste supply to the shredder become higher.

As a result from the increase of supply waste, made the operational time of shredder increased . This leads to increase the wear of cutting table shredder . The lifetime become one of the causes of wear, beside the abrasive material.

Build up cutting table through welding process is one solution that can be applied . The build up process is able to reduce the effects of wear, such as : the coarse product, and the cycle time becomes longer . This method is carried out with consideration of cost saving compared to replacing the new unit . Build up method make the gap between the blade and the cutting table always be maintained. As a result, the lifetime of shredder will exceed 6000 hours recommended by Metso Shredder.

Note : cycle time = time required from initial incoming waste shredder to be a product

Keyword : shredder, wear, build up, lifetime

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar belakang

Pembakaran merupakan tahap inti pembuatan semen [4]. Tiga bahan bakar utama yang digunakan PT Holcim Indonesia yaitu *liquid natural gas*, solar dan batubara.

Ketiga bahan bakar yang telah disebutkan merupakan bahan bakar tidak terbarukan. Untuk mengurangi pemakaian bahan bakar tidak terbarukan digunakan limbah sebagai bahan bakar alternatif.

Pemanfaatan limbah sebagai bahan bakar alternatif dapat menjadi solusi tepat untuk melakukan substitusi secara bertahap terhadap pemakaian bahan bakar fosil [3]. Di sisi lain energi alternatif ini diharapkan merupakan energi yang ramah lingkungan, serta tidak mengurangi kualitas semen [2]. Berkaitan dengan itu perlu adanya penanganan yang benar terhadap limbah tersebut. Mesin pencacah limbah (selanjutnya disebut *shredder*) merupakan unit pengolah limbah. Limbah-limbah tersebut nantinya digunakan sebagai bahan bakar alternatif. *Shredder* digunakan untuk mencacah limbah yang masih berukuran besar menjadi lebih kecil. Pencacahan dilakukan untuk memudahkan transportasi serta mempercepat proses pembakaran di dalam Kiln. Seiring kebutuhan energi yang besar, pasokan limbah menuju *shredder* pun semakin banyak.

Meningkatnya pasokan limbah berdampak pada jam operasional yang turut meningkat. Hal ini menyebabkan tingkat keausan dari *shredder* meningkat. Keausan menyebabkan hasil pencacahan menjadi kurang halus sehingga dibutuhkan waktu lebih lama untuk menjadi produk.

Penambahan lapisan kuku *shredder* menjadi solusi yang dapat diterapkan. Langkah ini diambil dengan pertimbangan apabila mengganti unit *shredder* setiap 6000 jam (rekomendasi Metso) biayanya lebih mahal dibandingkan menambah lapisan kuku *shredder* setiap 2 minggu sekali.

## II. EKSPERIMEN

### 1. Tinjauan pustaka

Penambahan lapisan kuku *shredder* sering disebut proses *build up*. Pada prinsipnya *build up* merupakan penambahan lapisan dengan proses pengelasan untuk mengatasi keausan [1]. Keausan tersebut disebabkan oleh korosi, abrasif, ataupun benturan [1]. Seperti penjelasan sebelumnya, langkah ini dilakukan dengan pertimbangan penghematan biaya dibanding mengganti unit baru. Pembahasan ini menjelaskan tentang penyebab keausan, diantaranya :

#### Material Solid

Keanekaragaman material yang dicacah *shredder* dapat menyebabkan keausan pada kuku dan *cutting table*. Material yang masuk ke *shredder* tidak sepenuhnya material yang di rekomendasikan. Terkadang material abrasif seperti oli ataupun sekam padi masuk tercampur dengan material lain. Material metal pun tak jarang masuk ke dalam *shredder*.

#### Waktu pakai

Masalah keausan tidak sepenuhnya disebabkan oleh material. Waktu pakai dari *shredder* pun berpengaruh terhadap tingkat keausan. Semakin lama waktu pakai, maka semakin besar tingkat keausan.

#### Komposisi Material Kuku dan *Cutting Table*

Komposisi dari material kuku dan *cutting table* erat kaitannya dengan pemilihan kawat las yang cocok untuk diaplikasikan. Komposisi material merupakan data rahasia dari vendor. Sehingga detail komposisinya pun tidak dapat diketahui. Untuk itu perlu dilakukan trial kawat las, dan dipilih kawat las yang paling cocok untuk diaplikasikan.

Ketiga masalah tersebut merupakan penyebab utama dari keausan *shredder*. Kuku dan *cutting table* merupakan bagian dari *shredder* yang biasanya mengalami keausan.

### 2. Metodologi

Ada dua metode yang biasanya di terapkan pada saat *build up*, yaitu pengelasan secara langsung serta penambahan plat sebelum pengelasan.

#### Pengelasan secara langsung

Yaitu metode *build up*, yang mana pengelasan dilakukan secara langsung (Gambar 1) terhadap titik keausan *shredder*. Baik *cutting table* maupun kuku *shredder*.



Gambar 1. Pengelesan secara langsung

### Penambahan plat

Berbeda dengan metode sebelumnya, dalam metode ini kita harus mempersiapkan plat sebagai isian. Plat yang digunakan terbuat dari *stainless steel*, sehingga tahan terhadap korosi. Metode ini diterapkan di ujung kuku *shredder*. Penambahan plat (Gambar 2) ini dimaksudkan untuk mengisi ujung kuku yang tumpul akibat keausan. Untuk posisi pemasangan, di tempatkan di bagian bawah dari ujung kuku. Tentunya plat yang akan digunakan pun harus memiliki sudut yang tajam. Hal ini dimaksudkan untuk mengoptimalkan pencacahan dari *shredder*. Kemudian plat dan kuku *shredder* disambung dengan menggunakan panas yang dihasilkan dari proses pengelasan [6].



Gambar 2. Penambahan plat

Pemilihan kedua metode tersebut didasari dari kondisi kuku *shredder*. Keduanya dapat mempertahankan gap maupun ketebalan kuku *shredder*.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis

Sejak unit *shredder* dibangun di PT Holcim terhitung baru satu kali melakukan pergantian secara total. Alasan dari pergantian tersebut adalah unit *shredder* sudah melebihi 6000 jam operasi (rekomendasi *Metso Shredder*). Jika dibandingkan, jam operasi *shredder* terdahulu mencapai 8733 jam, sedangkan kondisi sekarang sudah mencapai 7450 jam. Keduanya sudah melebihi 6000 jam operasi, namun perbedaan tampak jelas pada kondisi *shredder* baru dan lama. Meski jam operasi *shredder* lama melebihi 6000 jam kondisinya sudah mengalami banyak kerusakan dan keausan. Apabila kondisi tersebut dibiarkan akan berdampak pada keoptimal pencacahan.

Mengacu pada data historical pergantian *shredder*, keausan yang terjadi begitu cepat dikarenakan tidak adanya perawatan khusus terhadap kuku maupun *cutting table*. Tercatat gap antara kuku dan *cutting table shredder* menjadi lebih besar yang semula 22 mm menjadi  $\geq 35$  mm. Ketebalan kuku *shredder* berkurang sampai menyentuh angka rata-rata 60 mm dari kondisi awal 79 mm.



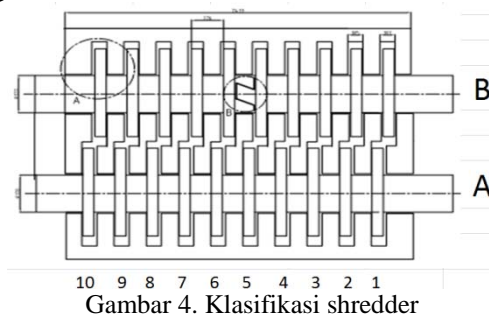
Gambar 3. Kondisi shredder sebelum pergantian total

Jika dibandingkan dengan kondisi yang lama, gap *shredder* baru lebih terjaga. Semenjak dilakukan *build up* rutin gap antara kuku dan *cutting table* yang terbesar sekitar 29-31 mm. Untuk ketebalan kuku berkisar antara 65-71 mm.

Setiap mesin berhenti akibat *preventive maintenance (PM Stop)* kita harus mencatat data seperti kuku mana yang dilapisi, ketebalan kuku, dan gap antara kuku dan *cutting table*. Data setelah dua

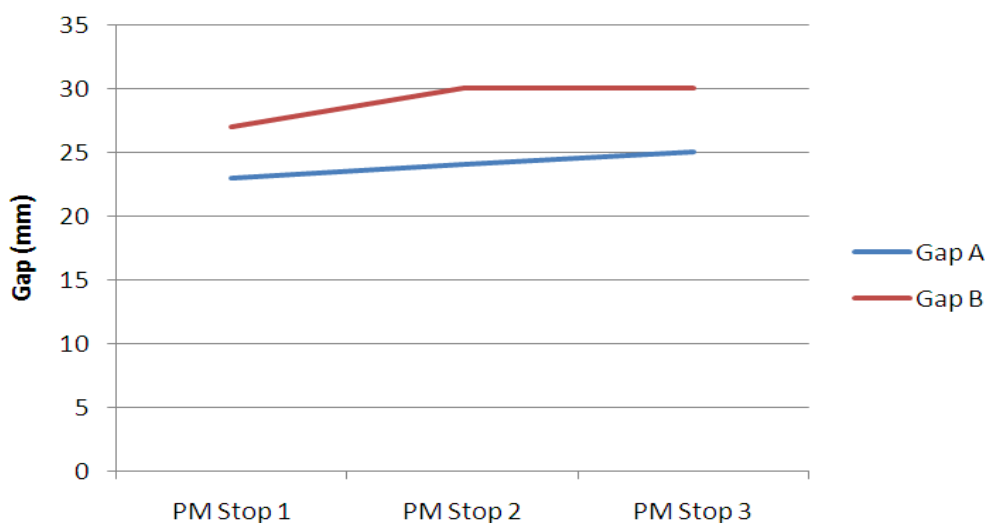


minggu pemakaian pun harus dicatat. Untuk memudahkan pencatatan dibuatkan klasifikasi dari *shaft* dan nomor kuku seperti gambar berikut:



Gambar 4. Klasifikasi shredder

Berikut data hasil pengukuran gap antara kuku dan *cutting table*. Sebagai contoh diambil data perbandingan antara shaft kuku A2 dan B2.



Gambar 5. Grafik gap kuku dan *cutting table*

Data di atas merupakan data yang diambil pada tiga *PM stop* terakhir. Perlu diketahui dari total dua puluh kuku yang ada di *shredder*, hanya beberapa kuku yang dapat ditambah lapisannya setiap *PM stop*. Kaitannya dengan waktu yang diberikan pihak produksi. Untuk itu sebelum melakukan *build up* harus ditentukan kuku mana yang di prioritaskan.

*PM Stop* diharapkan dilakukan setiap 2 minggu sekali, namun terkadang dilakukan setiap 3 minggu sekali. Alasan penundaan tersebut adalah produk dari *shredder* belum mencukupi kebutuhan bahan bakar alternatif. Kondisi ini terjadi pada saat pengambilan data. Jarak antara *PM Stop 1* dan *PM Stop 2* adalah 2 minggu, sedangkan 2 *PM Stop* terakhir berjarak 3 minggu. Hal ini berpengaruh terhadap tingkat keausan *shredder*.

Semakin sering kuku di lapsi, maka gap antara kuku dan *cutting table* pun akan terjaga. Terbukti dari gap kuku A yang lebih linier dibanding kuku B. Hal ini terjadi karena kuku A selalu di *build up* dalam tiga *PM stop* terakhir. Untuk kuku B terjadi lonjakan antara *PM stop 1* dan *PM stop 2* dari 27 mm menjadi 30 mm. Namun, di dua *PM stop* terakhir gap antara kuku dan *cutting table shredder* tetap di angka 30 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa proses penambahan lapisan dapat mempertahankan gap yang ada.

#### IV. KESIMPULAN

Rutinitas penambahan lapisan membuat gap antara kuku dan *cutting table* selalu terjaga. Sebagai hasil dari gap yang terjaga masa pakai dari *shredder* akan melebihi 6000 jam operasi. Selain itu *availability shredder* semakin tinggi, berdampak meningkatnya produktifitas limbah untuk dijadikan bahan bakar alternatif.

Ada 2 metode yang dapat diterapkan dalam proses penambahan lapisan, diantaranya :

- Pengelasan secara langsung
- Penambahan plat

Pemilihan kedua metode tersebut di landasi dari hasil pengamatan sebelum dilakukan *build up*. Keduanya memiliki tujuan yang sama yaitu untuk memperpanjang masa pakai.

#### **Saran**

Untuk membuat gap antara kuku dan *cutting table* tetap terjaga, harus dilakukan proses *build up* minimal dua minggu sekali. Selain masalah keausan, kontaminasi material metal ke *shredder*-pun masih sering terjadi. Untuk itu perlu dibuatkan peralatan tambahan berupa *magnetic separator*. Alat tersebut berfungsi untuk memisahkan metal dengan material yang seharusnya dicacah di *shredder*.

#### **V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] . Pradeep, G.R.C. et al (2013) "Comparative Study of Hard facing of AISI 1020 Steel by Three Different Welding Processes," *Global Journal* 13:10-16
- [2] . Rahman, Azad. et al (2013) "Impact of Alternative Fuels On The Cement Manufacturing Plant Performance: An Overview," *Procedia Engineering* 56:393-400
- [3] . Pamungkas, Yulius (2010) "Teknologi *Co-processing* : Solusi Alternatif Mereduksi Bahan Bakar Fosil dan Gas CO<sub>2</sub> di Industri Semen Indonesia," *Jurnal Rekayasa Proses* 4:45-50
- [4] . Cahyono, T.D., Zahrial Coto dan Fauzi Febrianto "Aspek Thermofisis Pemanfaatan Kayu Sebagai Bahan Bakar Substitusi di Pabrik Semen," *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan* 1:45-53
- [5] . Wahyu, Dian dan Ruzita Sumiati (2009) "Analisis Energi Pada Sistem Rotary Kiln Unit Indarung IV, PT. Semen Padang," *Jurnal Teknik Mesin* 6:79-91
- [6] . Putri, Fenoria (2009) "Pengaruh Besar Arus Listrik dan Panjang Busur Api Terhadap Hasil Pengelasan," *Jurnal Austenit* 1:1-6
- [7] . M&J Industries A/S, *Manual Book : M&J Waste Reducer Operation and Maintenance Manual*, M&J Industries A/S, Denmark, 2008



## Modifikasi Sistem Pencurahan Material Auto Cycle menjadi Auto Non-Cycle Berbasis PLC

Ingga Aziz Fahmi<sup>1</sup>;Fatahula<sup>2</sup>

1. Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta

2. Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

ainkga@yahoo.com

### Abstrak

Studi ini memodifikasi sistem pencurahan material pada tripper berbasis PLC dengan memanfaatkan sensor level ketinggian sebagai alat pendukung dalam proses modifikasi. Studi yang menggunakan PLC jenis AB (Allen Bradley) sebagai sistem kontrolnya, VEGA PLUS SR 68 sebagai sensor level ketinggian, VEGAMET 381 sebagai Sinyal Conditioning. Studi dimulai dengan menganalisa masalah yang terjadi didalam proses pembuatan semen. Diawali dengan memodifikasi program yang mengontrol sistem pencurahan material, menambahkan sensor level ketinggian untuk mendukung kinerja alat dan menunjang proses produksi.

Program kontrol Auto(Cycle) yang digunakan saat ini tidak sesuai dengan proses pencurahan material di pabrik semen, yang berakibat material tidak terhomogenisasi dengan baik, waktu yang digunakan cukup lama untuk membuat 1 pile, Raw-mix design yang berubah-ubah dan kualitas semen yang fluktuatif.

Tujuan dari modifikasi yaitu, untuk membuat sistem berfungsi maksimal, memperbaiki raw-mix design, membuat nilai SiO<sub>2</sub> terhomogenisasi dengan baik.

Memodifikasi sistem pencurahan material dari Auto(Cycle) menjadi Auto (Non-Cycle) dengan merubah program PLC pada bagian Auto(Cycle) dan menambahkan 2 pile baru untuk memudahkan Proses reclaiming. Sensor yang terinstal difungsikan sebagai indikasi level ketinggian material, relay 1 yang digunakan VEGAMET 381 sebagai kontak dari sinyal yang di tangkap dari sensor level, relay akan normally close disaat sensor menunjukkan ketinggian sampai 80% disaat bersamaan alat pencurah material berjalan kembali, secara otomatis sensor level akan berkurang sampai 60% dan alat pencurah material berhenti untuk mengisi material sampai ketinggian mencapai 80%, begitu seterusnya.

Observasi ini telah menguji kemampuan dan waktu yang dibutuhkan sensor level ketinggian dalam mengindikasikan tinggi material. Tinggi pile yang rata dan homogenisasi nilai SiO<sub>2</sub> yang sangat baik sesuai dengan metode Sideclaming Reclaimer.

Kata kunci: Modifikasi PLC , VEGAPLUS SR 68, VEGAMET 381.

### Abstract

This Topic is Modification pouring material system base of PLC at Tripper by utilizing the level height sensor as support of modification. Type of PLC that i used is AB (Allen Bradley) as a control system, VEGAPLUS SR 68 as a Radar sensor for continuous level measurement of bulk solids, VEGAMET 381 signal Conditioning. It will begin from analyzing the problem that happened at cement process. then modify program in order to control System, add height level sensor to support equipment performance and production processes.

Auto controlled program which use right now inappropriate with material pouring system, it cause the material will not be homogenized well, it takes to long time to made 1 pile, unstable Raw-mix design and fluctuative cement quality.

The purposes are to optimize the system, repair raw-mix design, SiO<sub>2</sub> value will be homogenized very well.

Which is modificate at Auto(cycle) part and add 2 new piles to made reclaiming process easy. Sensor who indicate fuction, first relay that i used at VEGAMET 381 as a signal contact from level sensor, it will be normally close when the sensor showed level 80% while the equipment will work againt, the level sensor reading will be reduce automatically the the equipment will stop to pouring the materials until level sensor detected 80% so on.

The observation already test the performance and time for sensor to indicate materials height, pile with flat surfaces and SiO<sub>2</sub> value homogenized very well according sideclaming reclaimer method.

Keyword: Modification, PLC , VEGAPLUS SR 68, VEGAMET 381.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar belakang

*Tripper* digunakan untuk mencurahkan material, *tripper* berfungsi dengan menggunakan program PLC, PLC yang digunakan *Tripper* yaitu AB (Allen bradley) Control Logix. Terdapat sebuah memori di PLC berfungsi untuk menyimpan program. *Tripper* X1D TR-1 berfungsi dengan 2 mode, yaitu : *Mode Auto (Cycle)* dan *Mode Manual*

*Mode Auto(cycle)*, *Tripper* berfungsi secara *Automatic (Bolak-balik)*, untuk mencurah material ke *stock pile*, sedangkan *mode manual*, berfungsi dengan pengawasan *operator* di *Tripper*. Salah satu

*Tripper* di area crusher pencurahan materialnya tidak sesuai dengan *reclaiming*. Jika *Tripper* mencurahkan material dengan *mode Auto(Cycle)* dan *sideclaming* sedang berlangsung, dalam pembentukan 1 *pile* material, tidak sebanding dengan waktu *reclaiming*, membuat *idle timereclaimer* bertambah, nilai *SiO2* yang tidak merata, membuat material pembuatan *raw meal* dan *rawmix design* berubah-ubah. Kondisi pencurahan material *tripper X1D TR-1* berfungsi dengan metode *Manual*.

*Control level* material, akan mendukung perubahan program *Auto (Non Cycle)*, membuat kinerja *Tripper* bisa lebih baik dari sebelumnya, khususnya dalam metode *Auto*.

## II. EKSPERIMEN

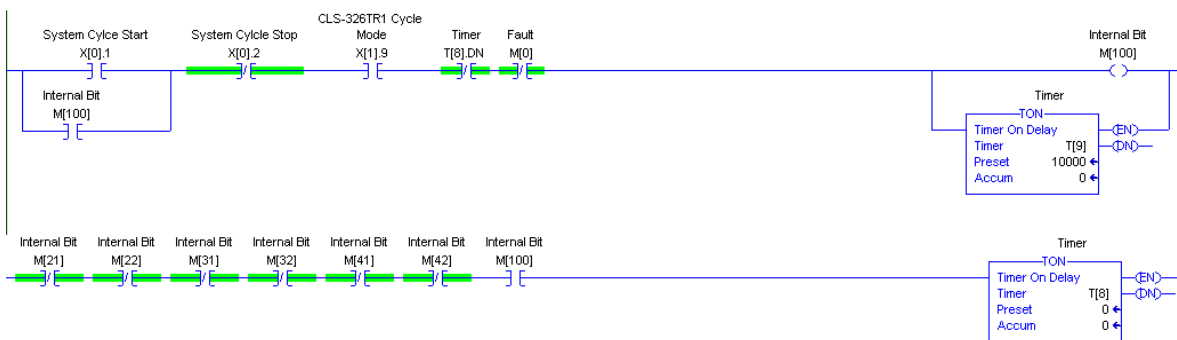
Sebagai penunjang proses pencurahan material, membuat kinerja *Tripper* lebih baik, bisa di fungsikan *Auto* sesuai dengan *reclaiming*.

Metode-metode yang di gunakan untuk menyelesaikan masalah dalam tugas akhir adalah:

- Metode Analisa
- Analisa terhadap program PLC yang akan di modifikasi dan Perancangan program PLC dengan software RS Logic 5000.
- Metode RCA (Root Cause Analysis) & RCPS (Root Cause Problem Solving)
- Penentuan akar masalah pada *Tripper* serta pemecahan masalahnya.
- Pengujian program kedalam simulator (Emulator RS Logic 5000) dan kontrol sensor level ketinggian
- Perencanaan serta perancangan jadwal berdasarkan informasi yang diperoleh dari karyawan yang berpengalaman.
- Instalasi Sensor Level dan dilakukan kalibrasi.

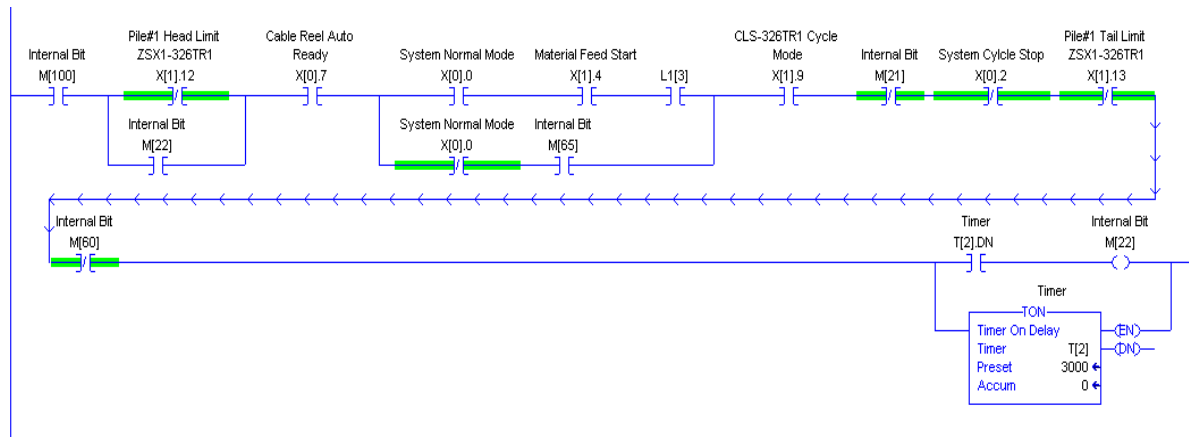
Dalam studi ini, beberapa solusi dibuat untuk memudahkan modifikasi, diantaranya :

- Penambahan 3 Pile pasir silika, 1 Pile pasir besi, 1 Pile
- Pembacaan sensor level ketinggian maksimal 85 % dan Minimal 65 %, di atur untuk mendapatkan ketinggian dan permukaan Pile yang merata.
- Penyesuaian metode Tripping dan Reclaiming.



Gambar 1. Program PLC bagian Cycle start motor

Analisis program dibagian *Cycle* starting motor *Tripper* [Gambar 1], Solusinya merubah sistem kontrol gerak [Gambar 3] yang sebelumnya *cycle* menjadi *non cycle*.

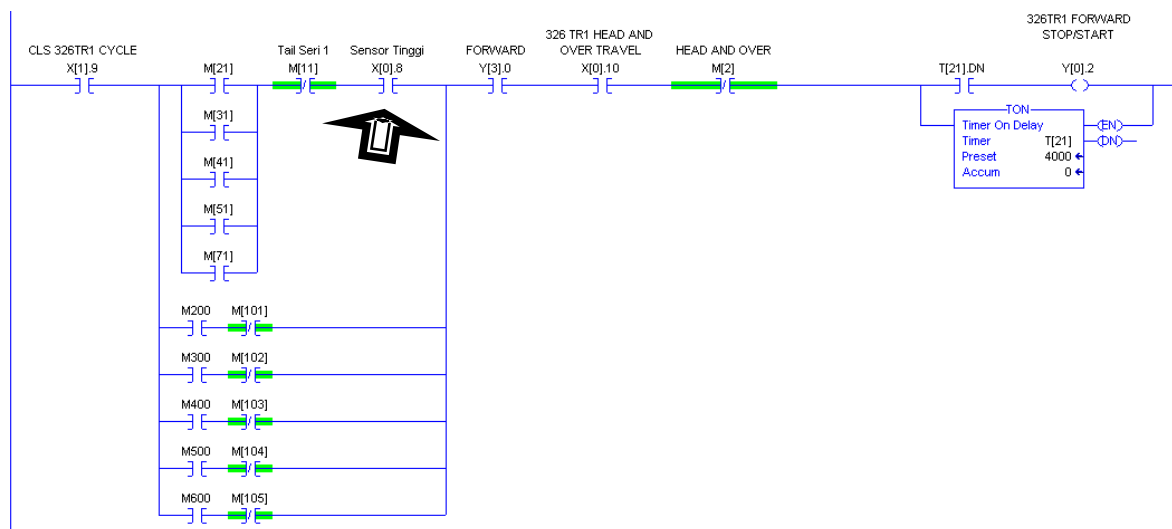


Gambar 2. Program PLC bagian Normal mode start motor

Menganalisa program dibagian *Normal mode* starting motor tripper. Dalam analisa gambar 1 membuktikan bahwa *Tripper* masih berfungsi dengan mode *Auto Cycle* (bolak balik) dan di gambar 2 pada bagian *Normal mode* banyak input, internal bit yang masih bisa dipakai untuk penambahan pile melihat kondisi PLC mempunyai input yang terbatas.

Hasil dari analisa program yang telah dilakukan beberapa bagian program yang berpengaruh dan dimodifikasi di bagian *Auto Cycle* contohnya :

1. Program bagian Starting motor yang telah dimodifikasi dan ditambahkan input sensor ketinggian. [Gambar 3.]
2. Program bagian Forward dan reverse motor yang telah di modifikasi [Gambar 4.]
3. Beberapa perintah Timer yang dirubah nilainya untuk menunjang kalibrasi sensor ketinggian.



Gambar 3. Bagian program starting motor dengan sensor tinggi



Gambar 4. Bagian program Forward dan reverse

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pemasangan Sensor Tinggi.

Penginstalan sensor tinggi di sebelah *Outlet chute*. Memudahkan pembacaan sensor ke material.



#### 2. Hasil Operational

Sebelum di modifikasi patroller yang bertugas mengoperasikan *Trippler* disaat *Crushing*, dan operator yang bertugas mengontrol dan mengoperasikan sistem kerja area *Crusher* di panel operator.

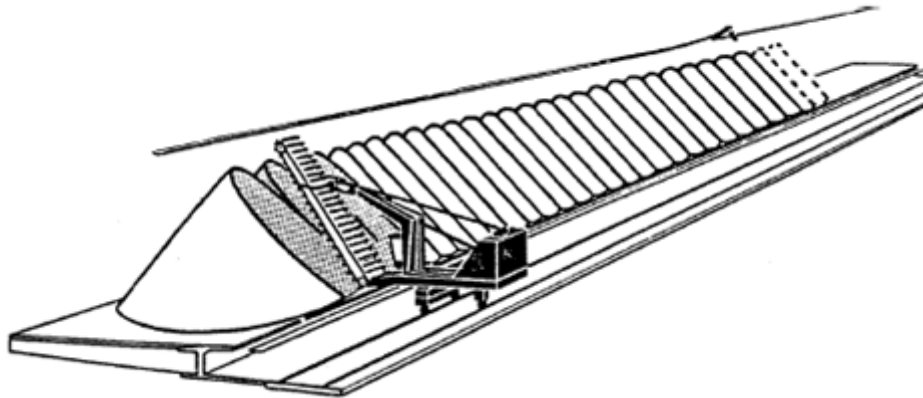
Setelah dimodifikasi, patroller tidak perlu mengoperasikan *Trippler* secara langsung saat sedang *Crushing*, karena bisa dioperasikan *Auto Non-cycle*. Hanya perlu dioperasikan oleh patroller dari ruangan panel operator dan patroller bisa mengerjakan pekerjaan yang lain.

#### 3. Hasil Secara Visual Pada Pile.



Hasil pencurahan material membentuk pile menjadi rata pada bagian puncak *Pile*. Dari hasil tersebut juga proses *Reclaiming* bisa berlangsung tanpa harus merapihkan *Pile*, otomatis meningkatkan *Running hour reclaimer*.

Figure 25 Lateral (Side) Reclaiming



Gambar (figure 26) : Sketsa penumpukan material sesudah modifikasi

#### 4. Memudahkan pencurahan dan pengambilan material.

Dengan ditambahkan jumlah *Pile* di *Stockpile*, memudahkan pencurahan material jika kebutuhan material sedang tinggi. Hasil modifikasi *Auto Non-cycle* juga tidak mempengaruhi *Reclaiming* dengan mode *Sideclaming*, bahkan sangat cocok dengan *sideclaming reclaimer*. Hasil modifikasi program dan penambahan sensor level ketinggian.

#### IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil modifikasi program PLC di bagian auto, kontrol gerak Tripper sesuai dengan Mode *sideclaming Reclaimer*.
2. Mempermudah sistem pencurahan pada tripper, karena setelah di modifikasi, patroller tidak perlu mengoperasikan tripper secara manual / mengawasi pencurahan material pada saat *crushing*.
3. Kontrol gerak yang telah di modifikasi mengubah program *Auto(Cycle)* menjadi *Auto(Non-cycle)* pada Gambar 1, berguna untuk mengatur gerak dari Tripper agar mencurahkan material sesuai dengan *Sideclaming*.
4. Secara sistem operasional, pada saat *Tripping*, langsung dioperasikan oleh Operator, patroller tidak perlu mengawasi tripper disaat pencurahan material berlangsung, dan patroller bisa mengerjakan pekerjaan yang lain seperti, inspeksi, patrol, *housekeeping* dll.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Ahuja, N. Chaudhary. 2012. Programmable Logic Controller, International Journal of Information and Computer Science, 2012, 1: 115-120.
- [2] Sadegh. V and Amir. V. 2011. PLC and its Applications, International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, Vol. 2, No. 8, November 2011.
- [3] FLSMIDTH. 2011; Stacker and Reclaimer Systems.
- [4] A.M Gaur, Rajesh Kumar, Amod Kumar, Dinesh Singh Rana. 2010. International Journal of Control and Automation International Journal of Control and Automation Vol. 3 No. 4, December, 2010 Vol. 3 No. 4, December, 2010.
- [5] Gifyul Renita, Zamzibar Zuki, Yulizar Yusuf. Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen Tipe PCC Serta Analisis Air Laut Yang Digunakan Untuk Perendaman. November 2012 Vol 1.
- [6] Arief Ulfah Mediaty. Pengujian Sensor Ultrasonik PING Untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Vol Air. Volume 09/ No.02/Mei -Agustus/ 2011.



- [7] Carlos A Smith and Armando B Corripio, "Principles And Practices of Automatic Process Control", John Wiley & Sons July 2011.
- [8] Bouwer Dion. The Journal Rockwell Automation. August 2012.

## Penambahan Pengarah Material Untuk Memposisikan Umpan K8B-BC1 Berada Ditengah Belt

Latif Nur<sup>1</sup> dan Azwardi<sup>2</sup>

1. Teknik mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta

2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

latifnur28@yahoo.com

### Abstrak

Jatuhan material yang tidak terarah menyebabkan rubber skirt cepat aus dan dapat menimbulkan efek seperti terjadinya tumpahan material di sekitar inlet chute K8B-BC1. Metode untuk meminimalisir dampak tersebut dengan menambahkan pengarah umpan. Studi ini adalah memodifikasi inlet chute K8B-BC1 dengan menambahkan plat baja (duroplate) sebagai pengarah umpan. Menggunakan 2 buah duroplate yang di las di chute untuk mengarahkan material umpan ke tengah belt, perancangan posisi pengarah dan analisa kekuatan. Hasil perancangan diketahui duroplate memiliki kekuatan bending sebesar 160333.3 Ncm dan cukup untuk menahan tumbukan umpan sebesar 18364.96 Ncm. Duroplate dilas di masing-masing sisi chute K8B-BC1 menggunakan teknik SMAW. Masalah teratasi, life time Rubber skirt menjadi panjang dan daerah sekitar chute K8B-BC1 bersih dari tumpahan material. Belt conveyor tidak sering mengalami jogging.

Kata kunci: Modifikasi, K8B-BC1, Tumpahan material, pengarah umpan

### Abstract

Undirected falling material cause rubber skirt worn quickly and another effect such as material spillage around K8B-BC1 inlet chute area. The method to minimize the effect by install steel plate as feed director. This study is modification of K8B-BC1 inlet chute by install steel plate as a feed director. This modification use two steel plate (duroplate) that welded in chute for directing the feed to the centre of the belt design the strength and the position of feed director. The result design knows that steel plate (duroplate) have bending strength 160333.3 Ncm and strength enough to block accepted force 18364.96 Ncm from falling material. The Steel plate (Duroplate) is welded at each inner side of K8B-BC1 inlet chute by using SMAW technique. The problem was solved after feed director instalation, Rubber skirt life time can be prolong and around K8B-BC1 area free material spillage. Belt conveyor is not "jogging" easily.

Keyword: Modification, K8B-BC1, Material spillage, Feed director

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar belakang

Tumpahan material di sekitar *belt conveyor* sering mengganggu pekerja dan *Belt Conveyor (BC)*. Tumpahan material mengganggu pekerja untuk melakukan inspeksi, reparasi dan pekerjaan lain. Selain itu Operasional *BC* juga dapat terganggu akibat tumpahan material dapat berupa *roller Stuck*, *motion detector* tertutup, akses jalan tertutup dll. Tumpahan material berasal *transfer chute* yang yang tidak terisolasi sempurna oleh *rubber skirt*. K8B-BC1 merupakan *belt conveyor* di sebuah industri semen PT. X yang berfungsi untuk mengangkut *Limestone* dan *gypsum*. *Tail pulley* K8B-BC1 merupakan satu contoh kasus banyaknya tumpahan material. Tindakan yang dilakukan untuk meminimalisasi tumpahan material berupa penggantian rubber skirt dan *clean up*. Namun hasil yang didapat belum maksimal. Tumpahan material masih sering terjadi akibat rubber skirt selalu bolong. Akar masalah tersebut perlu dicari agar seringnya penggantian *Rubber Skirt* dan banyaknya tumpahan material dapat diminimalisir. Hal tersebut dapat dilakukan dengan memperhatikan beberapa faktor. Faktor tersebut diantaranya: *BC* miring, kebocoran *Feed Chute* dan arah jatuhnya material yang tidak tepat. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal perlu dilakukan tindakan tambahan misalnya: modifikasi bentuk *chute*, penambahan pengarah material dll. Tidak semua tindakan tersebut dapat dilakukan dan masalah yang menjadikan pertimbangan adalah penjadwalan lainnya, sehingga modifikasi chute bisa diabaikan.

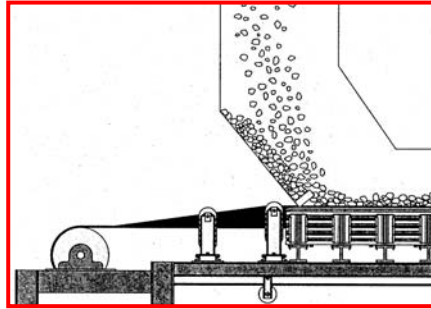
Diperlukan data penurunan frekwensi penggantian rubber skirt dan jumlah tumpahan material di *tail pulley* K8B-BC1 untuk mengetahui jumlah penggantian dalam kurun waktu tertentu. Hasil yang

diharapkan dari modifikasi ini adalah jumlah tumpahan material dan frekwensi penggantian *rubber skirt* di *tail pulley* K8B-BC1 berkurang sebanyak mungkin serta *saving cost* dari penurunan frekwensi penggantian *rubber skirt*.

## II. TEORI

### 1. Chute

Chute merupakan bagian penting dari belt conveyor. Chute digunakan sebagai tempat mengisi dan mengosongkan muatan belt conveyor. Chute diharuskan bisa mengarahkan jatuhnya material dari ketinggian supaya jatuh di tengah [3].



Gambar 1. ilustrasi chute.

Fungsichute adalah:

1. Sebagai tempat pengisian material.
2. Untuk menengahkan material yang jatuh ke atas belt.
3. Untuk mensuplai aliran material pada kecepatan yang sama dengan kecepatan conveyor penerima.
4. Untuk meminimisasi pembentukan dan melepaskan debu

Pentingnya desain chute yang benar untuk memastikan efisiensi transfer material tanpa tumpahan dan penyumbatan. Sedangkan tujuan dasar desain Chute yang meliputi [2]:

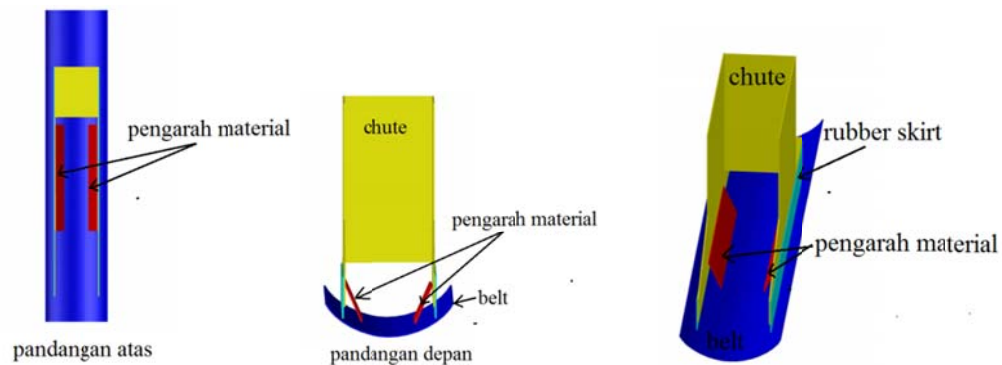
1. Chute harus simetris dalam penampang dan terletak di tengah belt untuk mengarahkan material persis di tengah belt.
2. Antar chute harus serendah mungkin untuk meminimalkan dampak kerusakan belt serta meminimalkan tumpahan karena lompatan material.
3. Kemiringann chute harus cukup agar tidak terjadi plug up.
4. Penambahan *rubber skirt* diperlukan untuk meminimalisasi tumpahan material halus.

Chute berpengaruh terhadap jatuhnya material. Jatuhan material yang tidak terarah ke tengah belt conveyor akan menyebabkan belt berdeviasi. Deviasi menyebabkan bergerak miring dan menyebabkan tumpahan [1].

### 2. Pengarah Material

Pengarah material merupakan bagian bagian yang ditambahkan pada chute yang berfungsi untuk mengarahkan jatuhnya material. Arah jatuhnya material di harapkan berada di posisi tengah belt.

Pengarah material diharapkan mampu menahan beban maksimum jatuhnya limestone atau gypsum. Ketebalan plate ditentukan dari beban yang diterima. Tegangan yang diterima oleh pengarah material adalah tegangan lentuk (*bending stress*).



Gambar 2. Ilustrasi pengarah material.

Bending stress yang terjadi pada pengarah material adalah fix at one end dengan beban merata[4]. Sambungan antara pengarah material dengan chute menggunakan sambungan las. Sambungan las yang digunakan adalah sambungan las listrik. Beban yang di terima oleh sambungan las adalah shear stress. Terdapat dua jenis shear stress yaitu single shear stress dan double shear stress[4]:

### III. METODOLOGI

#### 1. Analisis Masalah

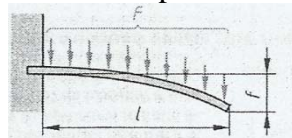
Analisis yang digunakan adalah analisis visual. Analisis dilakukan dengan memperhatikan jatuhnya material di dalam chute. Diketahui bahwa jatuhnya material tidak berada di tengah belt, terhempas ke samping dan bergesekan dengan rubber skirt.

Sebelum dilakukan modifikasi, rubber skirt cepat aus dan banyak tumpahan material disekitar belt conveyor. Dibutuhkan pekerja tambahan untuk membersihkan area tersebut. Ini dapat menimbulkan pemborosan yaitu, pekerjaan berulang dan tenaga kerja tambahan.

#### 2. Perhitungan kekuatan

##### Bending moment ( $M_b$ )

Bending yang terjadi pada pengarah material merupakan fix at one end.



Gambar 3. Fix at one end [4].

##### Shear stress pada sambungan las

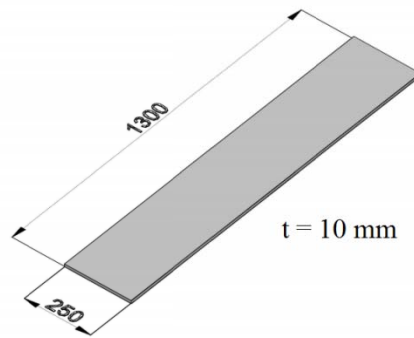
#### 3. Pelaksanaan Modifikasi

Pemasangan pengarah material berfungsi untuk memposisikan umpan jatuh ke tengah belt. Pemasangan dilakukan di feed chute K8B-BC1. Pemasangan pengarah material dilakukan pada tanggal 18 september 2013.

Modifikasi ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

##### Pembuatan pengarah material

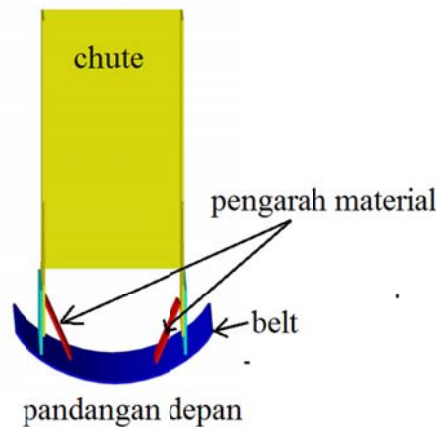
- Membuat pola gambar di atas plat baja dengan ukuran 1300mm x 250mm sebanyak dua lembar.
- Memotong plat baja berdasarkan ukuran menggunakan *cutting torch*.
- Menggrinda sisi kasar hasil pemotongan.



Gambar 4. pola potongan *plate*.

**Pemasangan pengarah material.**

- a. Tempatkan pengarah material pada posisi berdasarkan design.
- b. Las pengarah material menggunakan las SMAW.



Gambar 5. Ilustrasi posisi pengarah material.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Penggantian rubber skirt.**

Data penggantian rubber skirt sebelum dan setelah pemasangan rubber skirt diperlukan sebagai perbandingan. Hasil dari perbandingan penggantian rubber skirt sebelum dan setelah pemasangan pengarah material akan menjadi acuan berhasil atau tidaknya pelaksanaan modifikasi.

**Sebelum pemasangan pengarah material.**

Berikut adalah data penggantian rubber skirt yang dilakukan di area K8B-BC1 yang dilakukan oleh tim mekanik. Data ini diambil sebelum pemasangan rubber skirt.

No	Tanggal	jumlah
1	7 Mei 2013	2
2	31 Mei 2013	1
3	2 sept 2013	1
4	18 sep 2013	2

Tabel 1. Data penggantian rubber skirt sebelum pemasangan pengarah material.

Dari data di atas diketahui dalam kurun waktu 6 bulan telah dilakukan 4 kali penggantian dengan jumlah 6 rubber skirt.

**Setelah pemasangan pengarah material**

Evaluasi hasil modifikasi dilakukan dengan mengamati frekwensi penggantian rubber skirt setelah pemasangan pengarah material. Waktu pengamatan dilakukan selama 6 bulan. Hasil Setelah pemasangan rubber skirt sampai dengan 6 bulan belum dilakukan penggantian rubber skirt.

Dari perbandingan penggantian rubber skirt sebelum dan setelah pemasangan diketahui:

Sebelum = 4 kali (6 rubber skirt)  
Biaya = Rp 2.331.000

Setelah = 0 kali  
Biaya = Rp. 0

Jadi hasil yang diperoleh dari modifikasi adalah saving cost sebesar Rp 2.331.000 dari penurunan frekwensi penggantian rubber skirt.

## 2. Clean up area.

Data jumlah tumpahan material sebelum dan setelah pemasangan pengarah material diperlukan sebagai perbandingan. Hasil perbandingan jumlah tumpahan material di area K8B-BC1 sebelum dan setelah pemasangan pengarah material akan menjadi acuan keberhasilan modifikasi.

### Sebelum pemasangan pengarah material.

Berikut adalah data hasil clean up area K8B-BC1 sebelum pemasangan pengarah material.

No	Tanggal	Jumlah Material yang dibersihkan (troli)	Berat material dalam kg (1 troli = ±160 kg)
1	5 agu 2013	47	7520 kg
2	12 agu2013	48	7680 kg
3	19 agu 2013	46	7360 kg
4	26 agu 2013	49	7840 kg
5	2 sept 2013	49	7840 kg
6	9 sept 2013	50	8000 kg
7	16 sept 2013	48	7680 kg

Tabel 2. Data jumlah tumpahan material sebelum pemasangan pengarah material.

Rata-rata jumlah material hasil clean up dalam 1 = 7702.857kg/minggu

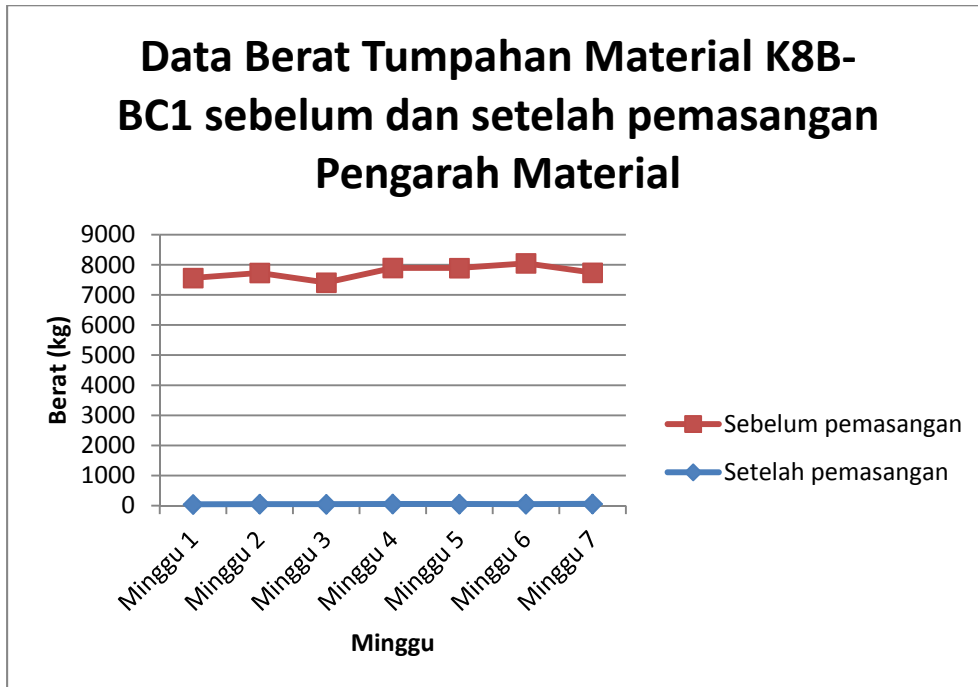
### Setelah pemasangan pengarah material.

Berikut adalah data hasil clean up area K8B-BC1 setelah pemasangan pengarah material.

No	Tanggal	Jumlah Material yang dibersihkan (troli)	Berat material dalam kg (1 troli = ±160kg)
1	25 sept 2013	0	43 kg
2	30 sept 2013	0	50 kg
3	7 okt 2013	0	48 kg
4	14 okt 2013	0	55 kg
5	21 okt 2013	0	53 kg
6	28 okt 2013	0	49 kg
7	4 nov 2013	0	57 kg

Tabel 3. Data jumlah tumpahan material setelah pemasangan pengarah material.

Dalam waktu 7 minggu tidak dilakukan clean up area karena tidak terdapat tumpahan material. Dapat ditulis jumlah tumpahan = 0kg.



Gambar 6. Grafik berat tumpahan sebelum dan setelah pemasangan pengarah material.

Dari tabel di atas dapat disimpulkan terjadi penurunan banyaknya tumpahan material. Perbandingan jumlah tumpahan material sebelum dan setelah pemasangan material diketahui:

Sebelum = 7702.857 kg

Setelah = 0 kg

Jadi dapat disimpulkan penurunan jumlah tumpahan material dari 7702.857 kg menjadi 0 kg.

## V. KESIMPULAN

Penambahan pengarah material di inlet chute K8B-BC1 telah berhasil memposisikan jatuhnya umpan berada di atas belt. Pemasangan telah dilakukan dengan baik sesuai perencanaan. Frekwensi penggantian rubber skirt telah diturunkan dari 6 pcs / 6 bulan menjadi 0 pcs /6 bulan. Jumlah rata-rata material hasil clean up area sekitar inlet chute dari 7702.857 kg menjadi 0 kg dalam sekali clean up. Penurunan frekwensi penggantian rubber skirt menghasilkan cost saving sebesar Rp. 2.331.000 dalam 6 bulan.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gurjar, Raghvendra singh. October 2012. Failure Analysis Of Belt Conveyor System. International Journal of Engineering and Social Science, Volume 2, Issue 10: 11-13
- [2] Roberts, A.W. Chute Design Considerations for Feeding and Transfer. Centre for bulk solids and Particulate Technologies, University of Newcastle, NWS, Australia. Page 1-2.
- [3] Kessler, Franz. 2009. DEM-Simulations of Conveyor Transfer Chute. FME Transactions Vol 37 No 4. Belgrade, hal 185-192.
- [4] Fischer, ulrich, Max Heinzler, Friedrich Naher, Heinz Paetzold, Roland Gomeringer, Roland Kilgus, Stefan Oesterle & Andreas Stephan. 2006. Mechanical and Metal Trades Handbook 1st Edition. Germany. Page 46-47

## Modifikasi 51B-MW2 untuk Mengurangi Komposisi Clinker Halus yang Masuk pada 515-3B1

Imam Yudho Prasetyo<sup>1</sup> dan Sugeng Mulyono<sup>2</sup>

1. TeknikMesin, PoliteknikNegeri Jakarta

2. TeknikMesinPoliteknikNegeri Jakarta

[imam\\_prasetyo@yahoo.co.id](mailto:imam_prasetyo@yahoo.co.id)

[sugeng\\_mulyono30@yahoo.com](mailto:sugeng_mulyono30@yahoo.com)

### Abstrak

Vibrasi merupakan salah satu masalah yang sering timbul pada suatu alat. Gesekan atau benturan antara metal dengan metal adalah faktor penyebab terjadinya vibrasi. Pada *Vertical Roller Mill* salah satu penyumbang vibrasi yaitu banyaknya material halus. Vibrasi yang sering terjadi pada suatu alat akan menghambat kinerja dari suatu alat. Akhirnya vibrasi yang tinggi akan mengganggu system dan merugikan produksi.

Analisa dilakukan dengan membandingkan antara dua *equipment* yang sama. Ditemukan bahwa komposisi material (halus atau kasar) yang digiling berbeda. Apa penyebab terjadinya perbedaan komposisi *clinker* halus. Terjadinya pencampuran material dikarenakan keausan yang terjadi pada pengarah material. Serta posisi pengarah yang salah karena jarak antara *chasing* dan pengarah yang terlalu lebar

Analisa keausan dan tidak tepatnya penempatan *material way* menjadikan dasar modifikasi yang akan dilakukan. Pemilihan material yang tahan terhadap *clinker* yang *abrasive* akan memberikan *lifetime* yang lebih lama. Pemilihan material modifikasi bisa dilakukan dengan menganalisa material yang sudah digunakan. Jarak yang lebar antara pengarah material dengan *chasing* menyebabkan material tidak terarah. Dengan memodifikasi *material way* maka akan mengurangi *wearing rate* pada *equipment* tersebut. Juga mengurangi tercampurnya komposisi *clinker* antara 515-31B dan 516-31B. Setelah dilakukan modifikasi diharapkan kondisi komposisi *clinker* halus pada kedua *Bin* tidak berbeda jauh. *Clinker* dapat diarahkan dengan benar dan mampu mengurangi frekuensi vibrasi pada *Vertical Roller Mill*. Hasil modifikasi dilihat dengan membandingkan komposisi *clinker* halus dan frekuensi vibrasi pada kedua *Vertical Roller Mill*.

Note :515-31B, 516-31B = *Holcim Asset Code (Bin)*

Kata Kunci :Vibrasi, *Clinker*, *Abrasive*, *material way*

### Abstract

Vibration is one of the problems that often arise in a tool . Friction or collision between the metal to metal is a factor contributing to the vibration . Vertical Roller Mill on one of the contributors of vibration which is the number of fine material . Vibration is often the case in a tool will hinder the performance of a device . Finally, high vibration will interfere with the system and harm production .

The analysis is conducted by comparing two similar equipment. It was found that the composition of the material (fine or coarse) has grinded different. What causes subtle differences in the composition of *clinker*. The mixing of the material due to wear and tear that occurs in the material referrer. As well as steering position is wrong because the distance between the *chasing* and the steering is too wide

Analysis of wear and material placement is not exactly the way to make basic modifications to be done . Selection of materials that are resistant to the *abrasive clinker* will be giving a longer lifetime . The choice of material modifications can be done by analyzing the material that has been used . Wide distance between the steering *chasing* material with undirected material causes . By modifying the way the material will reduce the wearing rate on the equipment . Also reduces the mixing of *clinker* composition between 515 - 31B and 516 - 31B . After the modification of the composition of the *clinker* fine conditions expected in the second bin is not much different . *Clinker* can be properly directed and able to reduce the frequency of vibration in Vertical Roller Mill . Modification results seen by comparing the composition of *clinker* smooth and vibration frequency on both Vertical Roller Mill .

Note : 515 - 31B = *Holcim Asset Code ( Bin )*

Keywords : Vibration , Vertical Roller Mill , *Clinker* , Wear , *Abrasive* ,

## I. PENDAHULUAN

Equipment yang mati secara tiba-tiba saat beroperasi menunjukkan sebuah indikasi bahwa telah terjadi masalah. Banyak faktor yang bisa menyebabkan kinerja alat terhambat atau bahkan timbul kerusakan. Namun setiap masalah yang terjadi memiliki karakteristik yang berbeda. Sehingga kita bisa menentukan solusi untuk permasalahan yang terjadi.



Tingginya nilai vibrasi pada 545-RM1 (Vertical Roller Mill) menyebabkan operasional alat tersebut terhambat. Frekuensi vibrasi yang sering terjadi pada alat akan menurunkan waktu operasionalnya. Selain itu dampak dari vibrasi juga akan menyebabkan bagian-bagian dari 545-RM1 (Vertical Roller Mill) mengalami kerusakan.

Salah satu faktor yang dapat menyebabkan vibrasi pada 545-RM1 (Vertical Roller Mill) adalah ukuran clinker. Clinker yang terlalu halus ataupun yang terlalu kasar akan berdampak pada proses penggilingan. Komposisi antara clinker halus dan clinker yang kasar haruslah dijaga. Terjadinya hal ini dikarenakan alat pengarah clinker pada tempat penyimpanan telah mengalami keausan. Tidak hanya terjadi keausan namun terjadi kesalahan antara stroke piston pneumatic dengan posisi 51B-MW2 (Material Way). Sehingga menyebabkan clinker tidak terdistribusikan secara merata.

### Latar Belakang Masalah

Perbedaan komposisi antara clinker yang halus dan yang kasar menjadi faktor yang menyebabkan terjadinya vibrasi. Terjadinya perbedaan ini dikarenakan oleh 51B-MW2 yang mengalami keausan. MW (material way) ini digunakan untuk mengarahkan material pada tempat penyimpanan sementara clinker yaitu, 515-3B1 (Bin) dan 516-3B1 (Bin). Karena clinker yang abrasif serta posisi MW (Material Way) yang tidak sesuai dengan panjang stroke piston pneumatic. Maka terbentuklah jarak yang besar antara chasing dan pengarah sehingga material tidak terdistribusikan secara merata.

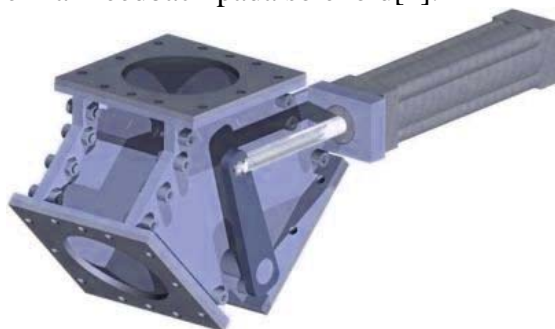
Terdapat dua alat yang sama yaitu 545-RM1 (Vertical Roller Mill) dan 546-RM1 (Vertical Roller Mill) namun frekuensi vibrasi yang terjadi pada kedua alat ini berbeda. Hal ini terjadi dikarenakan perbedaan komposisi clinker yang diumpungkan. Pada 545-RM1 (Vertical Roller Mill) umpan clinker halus jauh lebih banyak dibandingkan dengan 546-RM1 (Vertical Roller Mill). Sehingga potensi terjadinya vibrasi jauh lebih tinggi. Indikasi lain yang terjadi adalah tingginya nilai debu yang ada pada 515-3B1 (Bin). Hasil perbandingan inilah yang mendasari perlu adanya modifikasi pada 51B-MW2 (Material Way).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Modifikasi terhadap pengarah material dengan merubah posisi pengarah dan stroke piston akan mengurangi jarak antar chasing dengan pengarah sehingga celah yang timbul jauh lebih kecil. Serta penggantian material chasing pada material way akan menambah umur dari alat tersebut. Karena sifat abrasif pada clinker akan mudah membuat chasing menjadi tipis.

### 1. Diverter Gate

Diverter gate adalah suatu alat yang digunakan untuk mengarahkan material. Alat ini memiliki satu jalur input namun pada outputnya memiliki dua jalur. Alat ini menggunakan tenaga pneumatic atau hydraulic sebagai penggerakannya. Dalam pengaturan gerakannya biasanya menggunakan proximity sebagai sensor dari gerakan piston tersebut. Indikasi yang diterima akan disampaikan lalu dikembalikan dengan memberikan feedback pada solenoid [1].



Gambar 2.1 Diverter Gate

### Clinker

*Clinker* merupakan campuran beberapa bahan yang dibakar dalam suhu yang tinggi. Bahan yang digunakan untuk membentuk *clinker*, seperti limestone, pasir besi, pasir silica dan shale. Setelah

bahan-bahan tersebut dicampur sesuai komposisi yang diinginkan lalu bahan tersebut di digiling di Raw Mill. Material digiling sampai pada ukuran yang diinginkan, karena untuk memudahkan proses selanjutnya. Raw Meal yang telah siap akan panaskan dalam Preheater. Terdapat proses calsinasi didalam preheater tepatnya pada cyclone paling bawah dengan suhu 800-900 C. tahap selanjutnya adalah membakar *clinker* dengan suhu mencapai 1400-1500 C sampai pada fase liquid. *Clinker* yang sudah cair lalu didinginkan secara spontan agar rekasi kimia didalamnya tetap terjaga[2]. Media pendingin *clinker* menggunakan angin, suhu *clinker* yang mulai turun lalu dihancurkan di HRB (Hidrolik Rioller Breaker) Tujuanya agar ukuran clinker seragam dan tidak menjadi bongkahan yang akan mengganggu alat lainya..

*Clinker* yang dihasilkan tidak selamanya bagus, hasil dari penggilingan HRB berbeda-beda. Ada kondisi dimana *clinker* sangat halus / masir.



Gambar 2.2 *Clinker*

### ***Abrasive***

*Abrasive* adalah sifat yang dimiliki oleh suatu material karena tingginya nilai kekerasan material. Abrasive akan cepat terjadi bila didukung dengan suhu yang tinggi[3]. Karena dengan suhu yang tinggi akan mempercepat proses. *Clinker* merupakan salah satu jenis material dengan tingkat kekerasan yang tinggi yang menyebabkan terjadinya pengikisan *chasing/plate* pada alat.[4]

## **III.METODOLOGI**

### **1. Metodologi Analisa**

#### **Analisa kondisi Chute**

Dengan menganalisa kondisi flapper pada Material Way ditemukan bahwa telah terjadi keausan yang cukup tinggi pada kondisi chute bagian atas.



Gambar 1.Kondisi keausan chute bagian atas

Dengan tinggi nilai keausan menyebabkan kontaminasi ukuran clinker. Karena material clinker tidak didistribusikan secara merata karena adanya keausan pada chute. Clinker yang masuk pada Bin/tempat penyimpanan sementara clinker menjadi tidak merata antara Bin 5 dan Bin 6. Hal ini akan mempengaruhi operasional dari alat grinding/VRM. Tingginya nilai perbedaan ukuran pada

feeding VRM akan menyebabkan vibrasi. Vibrasi yang mencapai 25 mm/s akan menyebabkan matinya VRM.

### Analisa Kondisi Chasing

Tingginya keausan yang ditimbulkan oleh clinker juga berpengaruh pada kondisi Material way. Ini adalah kondisi material way yang telah beroperasi dari tahun 2010-2014.



Gambar 2. Kondisi chasing yang mengalami keausan

Selama oprasional telah mengalami empat kali perbaikan pada chasing material way, karena sering bolong akibat dari tingginya nilai keausan pada chasing. Perbaikan menggunakan plate yang tidak memiliki komposisi material yang tahan aus.

### Analisa Posisi Material Way

Posisi material way yang tidak tepat menyebabkan jarak antara flapper dan chute jauh sehingga material terlempar dan tidak terarah secara sempurna.



Gambar 3. Flapper ke arah Bin 6



Gambar 4. Flapper ke arah Bin 5

### Modifikasi Chasing

Plate yang digunakan pada chasing harus memiliki komposisi yang tahan terhadap keausan dan suhu yang tinggi. Clinker yang masuk/melewati *material way* memiliki suhu antara 100-120 C. Dengan tingginya suhu dan tingginya keausan pada clinker sehingga diperlukan plate yang memiliki material tahan terhadap keausan.

Plate yang digunakan pada equipment yang mengangkut material clinker adalah duraplate (D31T). Karakter dari duraplate ini tahan terhadap suhu hingga 300C. Plate ini memiliki komposisi chromium dan carbide yang tahan terhadap keausan. Hal ini telah terbukti pada pemasangan pertama Material way terdapat bagian dari flapper yang dipasang duraplate. Kondisi part flapper yang dipasang menggunakan duraplate masih terlihat bagus dan tidak terdapat indikasi keausan.



Gambar 5. Duraplate masih terlihat bagus selama operasi alat 4 tahun



Gambar 6. Kondisi chasing yang belum dimodifikasi



Gambar 7. Kondisi chasing setelah modifikasi

### **Posisi Material Way**

Jarak yang lebar antara chute dan flapper menyebabkan terlemparnya material clinker ke arah Bin yang tidak diinginkan. Jarak terdekat antara chute dan flapper 50mm dan jarak terjauhnya 300mm. Modifikasi dilakukan agar jarak antara chute dan flapper tidak terlalu jauh atau 80mm sehingga tidak ada material yang terlempar ke arah Bin yang tidak diinginkan.

1. Modifikasi dilakukan dengan melepas lengan antara shaft flapper dan rod piston.
2. Menempatkan flapper dengan jarak yang sama pada sisi antara chute dan flapper.
3. Welding lengan yang telah di posisikan.



Gambar 8. Posisi sebelum modifikasi

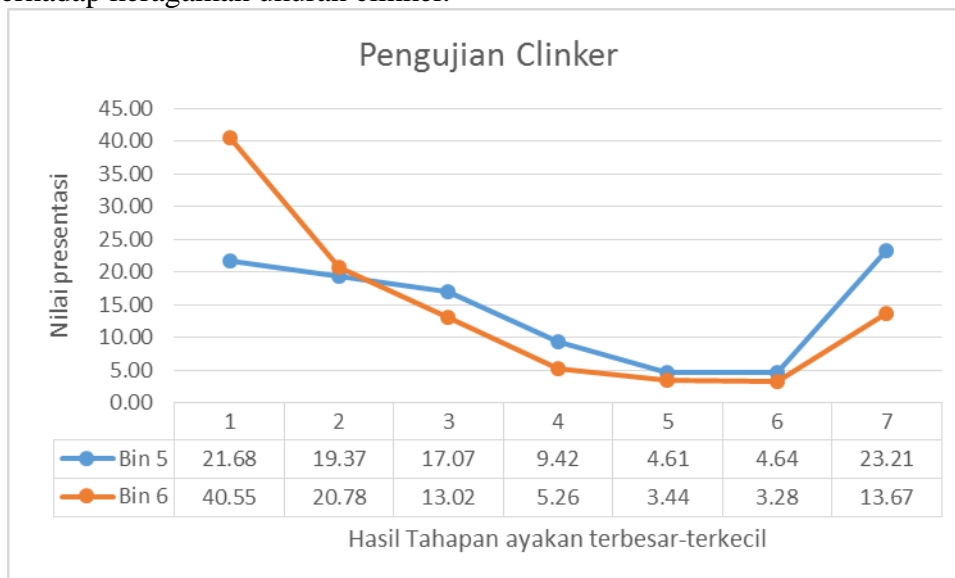


Gambar 9. Posisi setelah modifikasi

#### IV. ANALISA

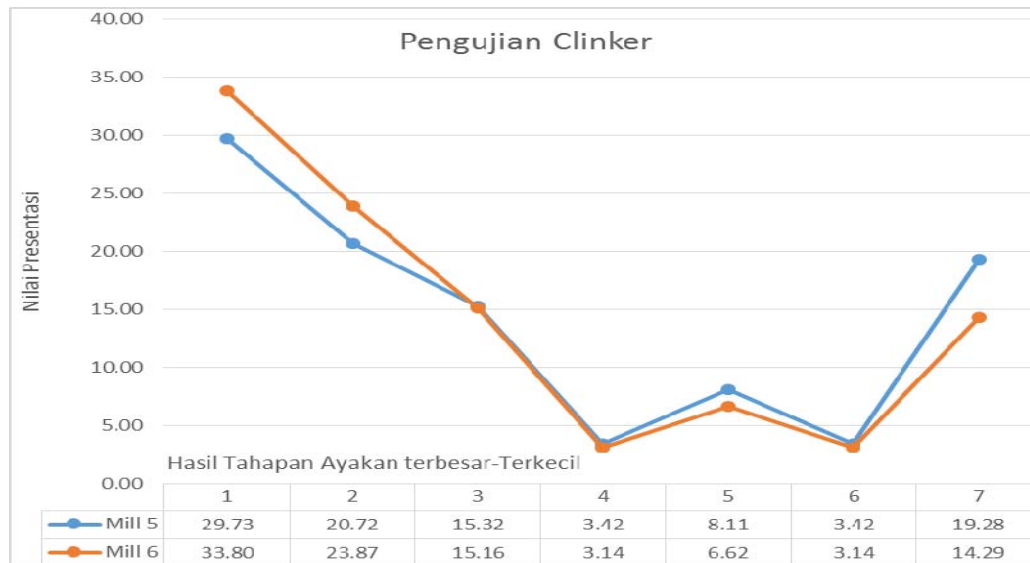
Setelah modifikasi yang dilakukan pada Material Way. Ditemukan bahwa tidak ada rework yang dilakukan karena tidak terjadi keausan pada chasing. Sehingga tidak diperlukan melakukan penambalan pada chasing. Alat ini telah beroperasi selama 3 bulan setelah modifikasi, selama operasi alat ini tidak terjadi lagi kebocoran.

Modifikasi posisi flapper terhadap chute terlihat material clinker memiliki keragaman ukuran yang hampir sama antara Bin 5 dan Bin 6. Ini adalah data yang diambil sebelum modifikasi dan sesudah modifikasi terhadap keragaman ukuran clinker.



Gambar 10. Hasil ayakan clinker sebelum modifikasi





Gambar 11. Hasil ayakan clinker setelah modifikasi.

## V. KESIMPULAN

### Kesimpulan

Gunakan material chasing yang sesuai dengan aplikasi material di area operasional. Jika material memiliki nilai abrasive yang tinggi perlu adanya penggantian bahan material yang wear resistance nya tinggi juga sehingga masa pakai alat bisa bertahan lama. Perlu adanya komposisi yang seimbang antara clinker halus dan kasar sehingga proses penggilingan akan lebih stabil.

1. Modifikasi pada chasing material way, mengganti plate dengan material yang tahan aus/duraplate menghilangkan kebocoran chasing karena aus.
2. Memindahkan posisi lengan actuator terhadap flapper, agar jarak antara chute dan flapper mengecil. Sehingga komposisi ukuran clinker merata.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Setti, M. Taazount, S. Hammoudi, F. Setti, M. Achit-Henni. (2013)Compressive, Flexural and Abrasive Performances of Steel Fiber Reinforced Concrete Elements. *International Journal of Mechanical Engineering and Applications*. Vol. 1, No. 3, 2013, pp. 69-77. doi: 10.11648/j.ijmea.20130103.12
- [2] Dr. MohammedA. MahmoudAl-Neami (2010)Improvement of Gypseous Soil by Clin kerAdditive. *Eng. & Tech. Journal* ,Vol.28, No.19, 201
- [3] Ramadan J. Mustafa Abrasive Wear of Continuous Fibre Reinforced Al And Al-Alloy Metal Matrix Composites *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*.
- [4] M. Chithirai Pon Selvan and N. Mohana Sundara Raju Assessment Of Process Parameters In Abrasive Waterjet Cutting Of Stainless Steel *International Journal of Advances in Engineering & Technology*, July 2011.
- [5] M. F. Rahmat N. H Sunar and Sy Najib Sy Salim, Mastura Shafinaz Zainal Abidin., A. A Mohd Fauzi and Z. H. Ismail Review On Modeling And Controller Design In Pneumatic Actuator Control System *International Journal On Smart Sensing And Intelligent Systems* Vol. 4, No. 4, December 2011



## Rancang Bangun *Plant Opstation* Sebagai Visualisasi Pengisian *Clinker Raw Material*

Muhamad Fajar<sup>[1]</sup> ; B. S. Rahayu Purwanti<sup>[2]</sup>

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

2. Teknik Elektronika Industri Politeknik Negeri Jakarta

[fajar\\_abksp@yahoo.co.id](mailto:fajar_abksp@yahoo.co.id)

### Abstrak

Penelitian ini mengaplikasikan sistem SCADA pada jaringan Ethernet dengan program *Plant Opstation*. Pemantauan *clinker raw material* ditampilkan pada layar monitor Personal Computer (PC).

Pengisian *clinker raw material* ke dalam bin dipantau agar tidak terkontaminasi. Kontaminasi menyulitkan penentuan proporsi *clinker raw material*. Pengisian *clinker raw material* dipantau secara online dengan software. Rancangbangun *Plant Opstation* penting untuk mengamati proses pengisian *clinker raw material*. *Plant Opstation* merupakan salah satu fitur pada software QCX yang terinstal pada PC.

Parameter pengamatan proses pengisian bin di plant diindikasikan oleh sinyal keluaran sensor. Keluaran material dari bin diindikasikan oleh weigh feeder sesuai jenis materialnya. Nilai timbangan material pada weigh feeder terbaca oleh load cell sebagai validasi sensor level bin. Kebenaran kalibrasi load cell weigh feeder mempengaruhi kebenaran sinyal massa weigh feeder. Sinyal yang terbaca oleh sensor di plant dihubungkan dengan sistem DCS. Sinyal DCS dikonversi menjadi sinyal-sinyal pada OPC server. Point code berfungsi sebagai akuisisi data dari OPC server ke *Plant Opstation*. Data yang diterima *Plant Opstation* harus divalidasi dengan OPC server dan TIS server.

Delay sinyal yang terbaca pada plant *opstation* maksimal 2 detik. Penelitian ini menghasilkan sistem pemantauan yang mampu membaca signal value pengisian *clinker raw material* secara real-time.

Kata kunci : *Plant Opstation*, pemantauan, pengisian, *clinker raw material*

### Abstract

This research applies the SCADA system on an Ethernet network with *Plant Opstation* program. Monitoring of *clinker raw material* displayed on the monitor screen Personal Computer (PC).

Filling of *clinker raw material* in the bin must be monitored to avoid contamination. Contamination is lead to complicate the determination of the proportion of *clinker raw material*. *Clinker raw material* filling monitored online with the software. *Plant Opstation* design is important to observe the process of filling the *clinker raw material*. *Plant Opstation* is one of the features on QCX software installed on the PC.

Filling process parameters in the plant bin indicated by the sensor output signal. Output material from the bin is indicated by the weigh feeder appropriate type of material. Value scales at weigh feeder material read by the load cell as a validation of bin level sensor. Truth weigh feeder calibration load cell mass affects the signal correctness weigh feeder. The signal is indicated by a sensor in the plant associated with the DCS system. DCS signal is converted into signals in the OPC server. Point code as a data acquisition from the OPC server to *Plant Opstation*. Data received *Plant Opstation* must be validated by the OPC server and the server TIS.

Delay in the read signal *opstation* plant a maximum of 2 seconds. The research produced a monitoring system that is able to read the signal value of *clinker raw material* filling in real -time.

Keywords: *Plant Opstation*, monitoring, filling process, *clinker raw material*

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar belakang

Dua area *Stockpile* A dan B memungkinkan *reclaiming* dan *tripping* secara bersamaan. *Reclaiming* atau penggarukan material dan *tripping* sebagai pengisian material dengan pencurahan. Pencurahan material membuat timbunan material sebagai cadangan material. Reclaimer dipindahkan dari satu pile ke pile lainnya (*shunting*) untuk menggaruk timbunan material. Material yang telah digaruk dikirim ke *bin* sebagai stok *raw mill feed*. Material *iron sand* dan *silica* digaruk dengan *reclaimer* yang sama untuk dipindahkan ke *bin*. Pemindahan *iron sand* dan *silica* melewati *BC (belt conveyor)* dan *BC shuttle*. *BC shuttle* digerakkan oleh motor listrik dapat berputar *forward-reverse* untuk mengarahkan pengisian ke dalam bin. Putaran *forward* motor menggerakkan *BC shuttle* untuk mngarahkan material ke dalam bin *silica*. Putaran *reverse* motor *BC shuttle* untuk mengarahkan material ke dalam bin *iron sand*.



Pengisian material ke dalam *bin* sebaiknya dipantau untuk mencegah kontaminasi. Kontaminasi material menyulitkan penentuan proporsi *raw material*. Komposisi oksida *raw meal* dipengaruhi rasio *LSF* (*lime saturation factor*), *SM* (*Silica Moduli*), dan *AM* (*Alumina Moduli*) [1]. Rasio-rasio diperoleh dari oksida CaO, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Oksida *raw meal* diperoleh dari *raw material limestone, Shale, Silica* dan *Iron sand* [1]. Pencampuran *clinker raw material* sesuai dengan target rasio dipantau oleh para staff *Process Quality Control (PQC)*. Pemantauan pencampuran difasilitasi *software Quality Control by Computer and X-ray (QCX)*.

Fitur *trend-line* pada *QCX* sebagai parameter proses produksi *raw meal* terinstal pada *QCX*. *Trend-line* merekam parameter-parameter proses produksi berbentuk grafik sebagai indikator target. *QCX Trend-line* perlu dilengkapi visualisasi sebagai pemantau proses produksi *raw meal*. Visualisasi proses produksi diharapkan mempermudah *PQC* mengamati transportasi material. Aplikasi visualisasi pada *software QCX* disebut *plant opstation*. Narogong 1 sudah menggunakan *plant opstation* sebagai alat bantu pemantau proses pemindahan (transportasi) material. Transportasi material yang benar dan sesuai standar yaitu tanpa kontaminasi material. Narogong 2 perlu menggunakan *plant opstation* untuk memantau proses produksi secara visual.

## 2. Tinjauan pustaka

Clinker *raw material* dipindahkan ke dalam *bin* sesuai jenis materialnya sebagai stok *raw mill feed*. Kegunaan *bin* sebagai penyimpanan material padat dalam industri semen sebagai berikut:

Penyimpanan material sebagai cadangan material pada proses berikutnya misalnya clinker dan semen silo.

Feed *bin* untuk pengendalian laju umpan misalnya feed *bin* untuk *raw mill feed*, batubara dan cement mill feed.

Sistem pemantauan pengisian *bin* sudah dikembangkan menjadi sistem pemantauan jarak jauh. Peralatan kendali di industri seperti PLC juga sudah mulai dilengkapi dengan fasilitas pemantauan. Pemantauan pabrik jarak jauh menggunakan telepon, modem point-to-point atau jaringan Internet [2]. Pemantauan proses pengisian *bin* dapat divisualisasikan dengan DCS (*Distributed Control System*) yang berada di CCR (*Central Control Room*). Penggunaan DCS mempermudah operasi, maintenance task dan pemantauan parameter [3]. Visualisasi DCS pada komputer menggunakan ECS/OpStations. Fungsi pemantauan parameter dilakukan oleh ECS/OpStations yang berkomunikasi dengan DCS menggunakan jaringan ethernet. Sistem ECS/OpStations dikonfigurasi dengan software yang dikembangkan oleh SmartTools FLS. SmartTools FLS mengintegrasikan semua konfigurasi informasi kontrol dasar ke dalam database tunggal. SmartTools FLS secara otomatis memanipulasi modul standar dari database tunggal.

ECS/OpStations beroperasi pada Dell T3100 precision dengan grafis berkecepatan tinggi yang mempermudah plant control. Grafis yang ditampilkan menggunakan XWindows standar dan konvensi yang digunakan pada windows-based environments. Sehingga semua informasi yang dibutuhkan dapat langsung diarahkan ke ECS/OpStation [4].

DCS mengirim data ke QCX PC melalui jaringan LAN. Pengiriman data dari plant di DCS dan QCX server harus valid. Kevalidan data dapat diukur dengan kesamaan data yang terbaca. Kesamaan data yang terbaca salah satunya dipengaruhi oleh komunikasi serial. Komunikasi serial RS-232 digunakan pada interface PC yang berhubungan secara point to point. Komunikasi serial adalah proses pengiriman data yang dilakukan secara bergantian. Jarak kedua peralatan yang berkomunikasi maksimum 15 meter [5]. RS-232 menghubungkan terminal data dari suatu peralatan dengan peralatan komunikasi data yang menjalankan pertukaran data biner [6]. Komunikasi data serial sangat berbeda dengan komunikasi data paralel. Komunikasi data paralel dilakukan sekaligus melalui saluran paralel. Komunikasi data serial dikirimkan satu persatu melalui saluran tunggal. Dalam pengiriman data secara serial harus ada sinkronisasi atau penyesuaian antara pengirim dan penerima agar data yang dikirimkan dapat diterima dengan tepat dan benar oleh penerima [6].

Software QCX terinstal pada OS(Operating System) Windows 2000. Saat ini Microsoft,corp sudah menghentikan support for OS Windows 2000. Windows 7 professional diinstal pada QCX PC sebagai pengganti windows 2000. Software Virtual machine diinstal sebagai emulator software QCX pada komputer. VMware merupakan kumpulan perangkat virtual mulai dari BIOS, Harddisk, memory dan lain-lain [7]. Virtual machine(VMware) mensimulasikan lingkungan kerja suatu perangkat komputer secara virtual [8]. VMware dapat mengoperasikan beberapa OS dalam 1 PC. Keuntungan lainnya VMware dapat digunakan untuk proses back up and restore data.

## II. EKSPERIMEN

Pemantauan pengisian bin divisualisasikan dengan gambar *plant opstation*. Gambar *plant opstation* ini mewakili *equipment* yang digunakan pada pengisian bin.

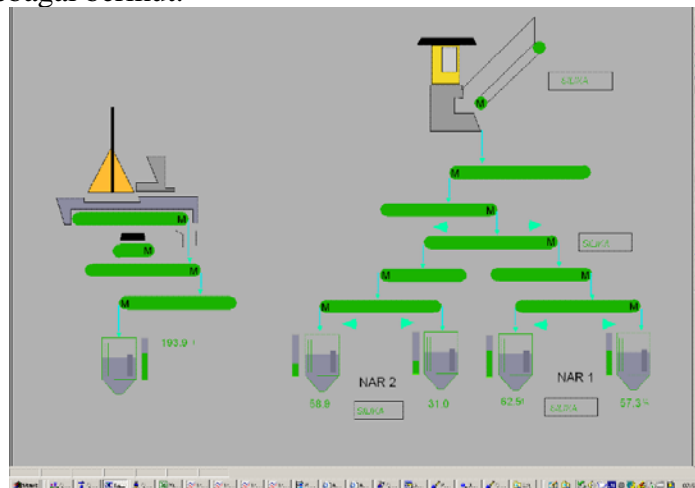
Studi ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah-langkah

1. Membuat design gambar sistem pemantauan pada plant opstation
2. Membuat point code pada plant opstation sesuai signal value equipment di plant.
3. Validasi signal value pada plant opstation dengan penunjukan sensor di plant.
4. Validasi signal value pada plant opstation dengan layar monitor OPC server.
5. Validasi signal value plant opstation dengan data Technical Information System (TIS).

## III.HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil pembuatan design gambar sistem pemantauan pada plant opstation.

Reclaimer digunakan untuk menggaruk material sesuai jenis materialnya Alat transportasi yang digunakan untuk pemindahan material adalah belt conveyor, diverter gate maupun BC shuttle (gambar 1). Equipment yang digunakan sebagai tempat penyimpanan material berupa bin. Tonase material keluaran bin dapat diindikasikan dengan weigh feeder. Equipment divisualisasikan di plant opstation berupa gambar. Visualisasi equipment di plant opstation harus sama dengan equipment di plant. Visualisasi ini harus mewakili parameter yang sedang terjadi di plant. Parameter yang terbaca harus sesuai dengan equipment yang dimaksud. Hasil pembuatan design gambar sistem pemantauan pada plant opstation sebagai berikut.



Gambar 1. Interface pengisian clinker raw material

### 2. Hasil pembuatan point code

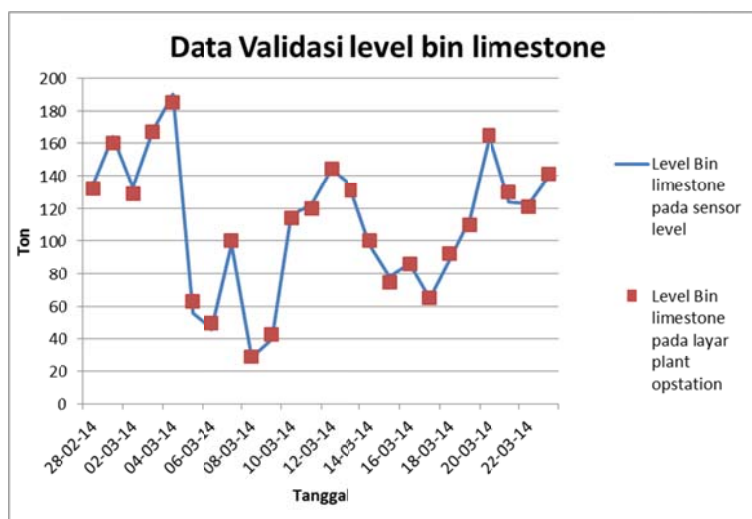
Point code digunakan untuk mengakuisisi signal value pada OPC server. Digital signal pada OPC server diakuisisi dengan B-point yang menunjukkan peralatan ON/OFF. Analog signal pada OPC server diakuisisi dengan A-point yang menunjukkan nilai (table.1). Berikut point code pada sistem pemantauan bin.

Tabel 1. Daftar point code sistem pemantauan pengisian clinker raw material

Point Code	Point Text	Group	IF Type
313-BC1.F1.PV	313-BC1.F1.PV	12	20
314-3B1.L1.PV	Level Limestone bin	17	20
323-3B1.L1.PV	Level Limestone bin	12	20
323-3B1.L2.PV	Level Shale bin	12	20
323-3B2.L1.PV	Level Highgrade bin	12	20
323-3B2.L2.PV	Level Bin Fe N1 to N2	12	20
323-3B3.L2	Level Silika N1	12	20
323-3B3.L2.PV1	Level Bin Fe N1 to N2	12	20
323-3B4.L1.PV	Level Silika Bin	12	20
323-3B5.L1.PV	Level Iron Ore Bin	12	20
323-BC2.RX	Mat Dir Si/IO to N1	12	20
323-BC2.RXA	Mat Dir Fe N1 to N2	12	20
323-3B2.L2	Level Bin Fe N1	12	20
324-3B1.L1.PV	Level Shale bin	12	20
324-3B2.L1.PV	Level Iron Ore Bin	12	20
324-3B3.L1.PV	Level Silika Bin	12	20

### 3. Data hasil validasi signal value pada plant opstation dengan penunjukan sensor di plant.

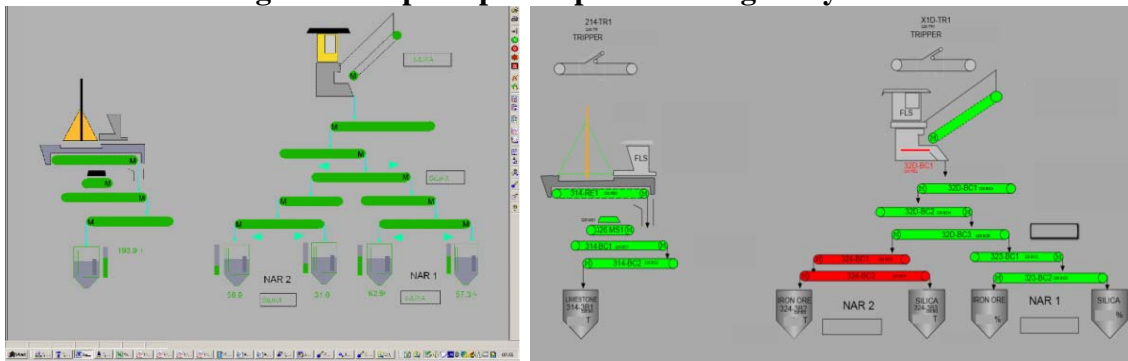
Validasi pembacaan massa (ton) oleh sensor level bin mempengaruhi keakuratan data yang terbaca pada plant opstation. Validasi menentukan kebenaran nilai penunjukkan alat ukur dan bahan ukur[9]. Validasi dilakukan dengan melihat pembacaan pada sensor dibandingkan dengan pembacaan pada plant opstation (gambar.2). Validasi signal value pada sensor level di plant sebagai berikut.



Gambar 2. Data validasi plant opstation dengan sensor di plant

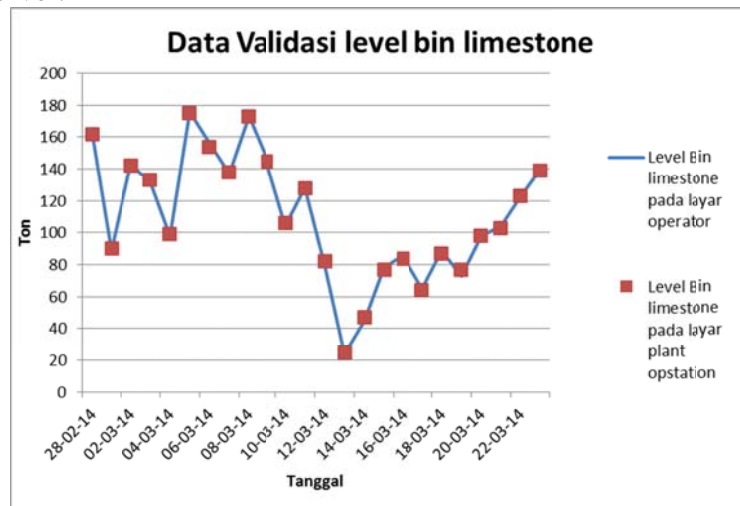
Pembacaan data pada plant opstation dengan sensor di plant sama. Perbedaan pembacaan data antara plant opstation maksimal 3 ton. Perbedaan pembacaan disebabkan delay sinyal yang dikirim dari sensor ke plant opstation.

**4. Data hasil validasi signal value pada plant opstation dengan layar monitor OPC server.**



Gambar 3. Print screen plant opstation dengan OPC server

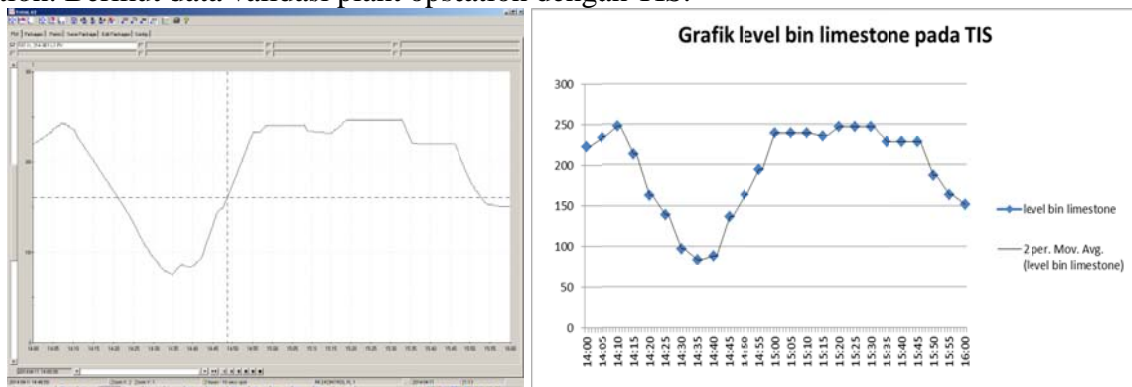
Validasi *signal value* dilakukan dengan cara print screen secara bersamaan pada kedua layar monitor (gambar.3). Pengambilan data dilakukan sehari sekali dengan jangka waktu 1 bulan. Pembacaan data pada plant opstation dengan sensor di plant sama. Perbedaan pembacaan data antara plant opstation maksimal 1 ton. Berikut data hasil validasi pembacaan pada plant opstation dengan layar OPC server.



Gambar 4. Data validasi plant opstation dengan OPC server

**5. Data hasil validasi signal value plant opstation dengan data Technical Information System (TIS).**

Validasi signal dengan TIS dilakukan dengan membandingkan data yang terbaca pada TIS (gambar.4). Data pembacaan pada TIS dibuat grafik kemudian dibandingkan dengan trend line plant opstation. Berikut data validasi plant opstation dengan TIS.



Gambar 4. Data validasi plant opstation dengan TIS server

#### **IV. KESIMPULAN**

- a. Pengisian clinker raw material dapat dipantau di layar monitor QCX PC dengan program plant opstation.
- b. Kontaminasi dapat dicegah dengan alarm pada program plant opstation yang telah dibuat.

#### **V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Alemahayu, Fasil and Omprakash Sahu. "Minimization of variation in clinker quality". *Advances in Materials*. Vol. 2, No. 2, 2013, pp. 23-28. 2013
- [2] Santoso, I. "Sistem Mentoring Suhu berbasis web dengan akuisisi data melalui port paralel PC". *Jurnal Teknik Elektro* Jilid 10, Nomor 2, Juni 2008, p.77. 2009
- [3] Megha Anand S.A, Suprathik Sarkar and Sree Rajendra (2012). "Application Distributed Control System in automation of Process Industries". *International Journal of Emerging Technology and Advamced Technology* ISSN 2250-2459, Volume 2, Issue 6, June 2012, p.377
- [4] Ing. Pablo Carreño Bonilla. "Integrated process control at Cementos Norte Pacasmayo". *International Journal*, p.2. 2009
- [5] Vitria, Rikki. "Komunikasi Data Serial Multipoint Menggunakan Teknik RS485 Half Duplex". *Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa* Volume 3, nomor 2. ISSN :1858-3709, p.67. 2008
- [6] Salam, Abdus. "Rancang Bangun Sistem Jaringan Multidrop Menggunakan RS485 pada Aplikasi Pengontrolan Alat Penerangan Kamar Hotel". *Electrans* vol. 11, No. 2, September 2012. ISSN 1412-3762, p.2. 2012
- [7] Praveen G, Prof. Vijayrajan. "Analysis of Performance in the Virtual Machines Environment". *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vol. 32, July, 2011, p.53. 2011
- [8] Ishtiaq Ali and Natarajan Meghanathan. "Virtual Machines And Networks –Installation, Performance, Study, Advantages And Virtualization Options". *International Journal of Network Security & Its Applications (IJNSA)*, Vol.3, No.1, January 2011, P.1. 2011
- [9] Sulaeman, C., dan Kusnadi. "Kalibrasi temperature pada PT100 dan thermocouple". *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*, Vol. 2, No. 2, September 2011, p.99

## Peningkatan Effect Pendinginan pada Raw Mill Plant Narogong-2

M. Ibnul Qoyim<sup>1</sup> ; Sugeng Mulyono<sup>2</sup>

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

2. Departemen mekanik, Jurusan Teknik Mesin

[Qoyimima5@gmail.com](mailto:Qoyimima5@gmail.com)

### Abstrak

Dalam industri semen, *Raw Mill* sebagai alat penggiling bahan baku semen beroperasi 24 jam. Untuk memastikan kondisi *Raw Mill* tetap optimal, maka dibutuhkan adanya *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* sering tidak optimal karena proses pendinginan *raw mill* yang lama. Dari hasil pengamatan sumber masalah lamanya pendinginan disebabkan adanya penumpukan debu pada *duct hot gas* dan jauhnya posisi dari *bleed air dumper*. Debu yang menumpuk di *duct* akan terbawa oleh udara yang dihisap ID Fan (424-FN1). Posisi yang jauh menyebabkan udara yang terhisap akan terkena radiasi panas dari dinding *duct*. Solusi yang diambil adalah menambahkan *Manhole* pada posisi yang lebih dekat ke *Raw Mill*. Dalam penambahan ini diharapkan udara yang dihisap oleh 424-FN1 tidak bercampur dengan debu dan radiasi panas dinding *duct*. Udara yang terhisap akan lebih optimal untuk proses pendinginan *Raw Mill*. Metode pengambilan data dilakukan untuk mengukur keefektifan alat. Data yang diamati adalah data waktu sebelum dan sesudah pemasangan *Manhole*. Serta konsentrasi debu yang terbawa oleh hisapan 424-FN1. Dari hasil pengamatan, *Manhole* yang ditambahkan di *duct* dekat *Raw Mill* dapat mengurangi konsentrasi debu dan mempercepat proses pendinginan *Raw Mill*.

Kata kunci : pendinginan, konsentrasi debu, waktu, posisi jalur udara, *Raw Mill*, temperature

### Abstrak

In cement industry, the operation of Raw Mill for grinding cement material is 24 hour. For make sure the condition from Raw Mill is optimal, we need preventive maintenance. Preventive maintenance didn't optimal because the cooling proses over. From investigation the problem many dust in bottom duct hot gas and the position bleed air dumper is far. The dust in duct will be brought by air which absorb by ID Fan (424-FN1). The far position will be make the absorbed air is mix with radiation from duct wall. The solution we added Manhole in position near Raw Mill. With this addition we expect the absorbed air is not contamination with dust and hot radiation from duct wall. The absorbed air more optimal for cooling proses in Raw Mill. The method of taking date measure the equipment perform. The date we take is cooling time after install Manhole and time before install Manhole. The dust concentration which absorb by 424-FN1 we take too. From observation from additional Manhole in duct near Raw Mill can decrease dust concentration and make sort the cooling proses in Raw Mill.

Keyword : cooling, dust concentration, time, position air way, Raw Mill, temperature

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latarbelakang

Dalam perawatan rutin (PM) *Raw Mill* banyak mengalami kendala. Salah satunya adalah pendinginan *Raw Mill* terlalu lama dan konsentrasi debu yang banyak. Konsentrasi debu berasal dari tumpukan debu pada *duct gas* panas. Debu panas yang menumpuk di *duct* akan terhisap oleh ID fan *Raw Mill*. dengan suhu yang tinggi debu akan menyebarkan panas yang akan memperlambat proses pendinginan. Waktu yang diberikan dalam PM juga terbatas. Lamanya proses pendinginan akan mengurangi waktu PM yang diberikan. Lamanya proses pendinginan dipengaruhi oleh kurang efektifnya *bleed air dumper* sebagai jalur udara.

Penambahan *Manhole* pada *duct* bertujuan mempercepat proses pendinginan *Raw Mill* serta mengurangi konsentrasi debu.

### 2. Tinjauan Pustaka

#### *Preventive maintenance*

*Raw Mill* merupakan alat penggiling bahan baku semen yang setiap harinya beroperasi 24 jam. Untuk menjaga agar kondisi alat tetap beroperasi dengan baik. maka diperlukan perawatan rutin (*preventive maintenance*). Agar alat tetap terjaga kondisinya (performa *Raw Mill*) maka *preventive*

*maintenance* harus dilakukan. Karena *preventive maintenance* pada industri semen, merupakan kunci utama dari sistem perawatan *Raw Mill*. Tujuan utama dari *preventive maintenance* adalah menjaga ketersediaan alat itu (*Raw Mill*). Biaya perbaikan begitu besar maka lebih efisien dan lebih untung melakukan perawatan rutin.[1]

*Preventive maintenance* yang optimal bisa tercapai dengan adanya jadwal yang tepat, pekerja yang handal, ketersediaan alat, ketersediaan *spare part*, ketersediaan tenaga kerja, dan ketersediaan waktu yang memadai. Jadwal pada *preventive maintenance* sangat penting. waktu equipment mati tidaklah lama, ada target waktu yang diberikan untuk perawatan alat tersebut. Apabila jadwal yang direncanakan melampaui waktu yang di berikan, maka akan menimbulkan kerugian.

### Gas Panas

Gas panas berfungsi untuk pengeringan awal *raw material* yang digiling di *Raw Mill*. Gas panas berasal dari, gas buang *preheater* yang dimanfaatkan *Raw Mill* dan *coal mill* untuk pengeringan awal [2]. Gas panas di *Raw Mill* ditentukan oleh banyaknya material dan kekuatan EP menahan panas. Pada 364-RM1 gas panas yang digunakan berkisar kurang lebih 360 °C.

Gas panas yang berasal dari *preheater* yang dimanfaatkan sebagai pengeringan bahan baku. Selain sebagai pengeringan gas panas dari *preheater* juga di dimanfaatkan sebagai sistem penghematan. [3]

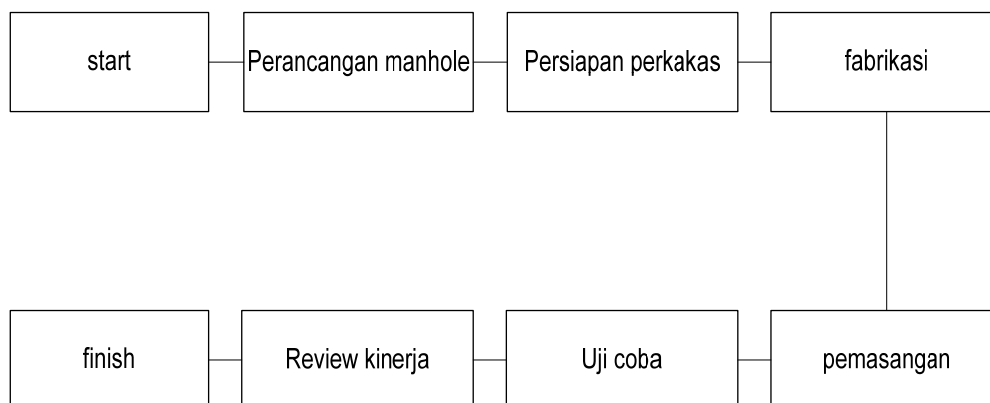
### Ventilasi Udara Pada Raw Mill

*Raw Mill* sebagai media grinding, memerlukan gas panas sebagai pengering material. Gas panas *Raw Mill*, selain terserap oleh material, juga terserap oleh alat di dalam *Raw Mill*. Alat di dalam *Raw Mill* terbuat dari baja yang daya serap panasnya tinggi. Baja merupakan komponen yang sukar untuk didinginkan. Maka dari itu diperlukanya ventilasi sebagai jalur masuknya udara. Ventilasi ini dibuka ketika *Raw Mill* mati agar mempermudah proses pendinginan.

Ventilasi udara berfungsi sebagai jalan masuknya udara dari luar . Udara berfungsi sebagai pendingin ruangan. Bukaan ventilasi dan lebar ventilasi mempengaruhi kecepatan udara yang keluar masuk. [4].

## II. METODOLOGI

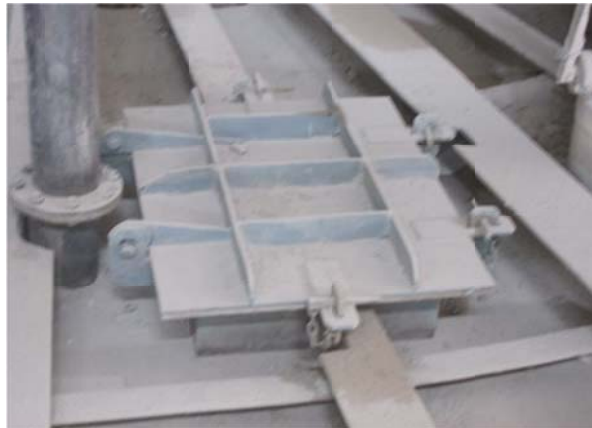
Manhole pada *Raw Mill* dibuka setelah *Raw Mill* mati, dan suhu di dalam *Raw Mill* kurang lebih 100 0C. Saat *Raw Mill* mati suhu di dalam kurang lebih 300 0C Manhole berfungsi mempercepat proses pendinginan *Raw Mill*. Pendinginan *Raw Mill* harus bertahap karena panas yang tinggi harus diturunkan perlahan. Pendinginan awal menggunakan bleed air dumper yang bisa dikontrol dari CCR (central control room). Untuk mendinginkan *Raw Mill* tekanan udara dibatasi sebesar 10 mmH<sub>2</sub>O. Pembatasan tekanan dilakukan untuk menjaga agar proses pendinginan teratur. Pembatasan tekanan dilakukan supaya alat yang panasnya tinggi, tidak terlalu cepat pendinginnya. Pendinginan yang terlalu cepat akan mengakibatkan crack pada alat tersebut. Oleh karena itu pembukaan ventilasi udara (TA yang saya buat) akan dibuka ketika suhu outlet sudah mencapai 40 0C.



Gambar 1 flow chart pengerjaan ventilasi udara (Manhole)



## 1. Alat Tugas Akhir

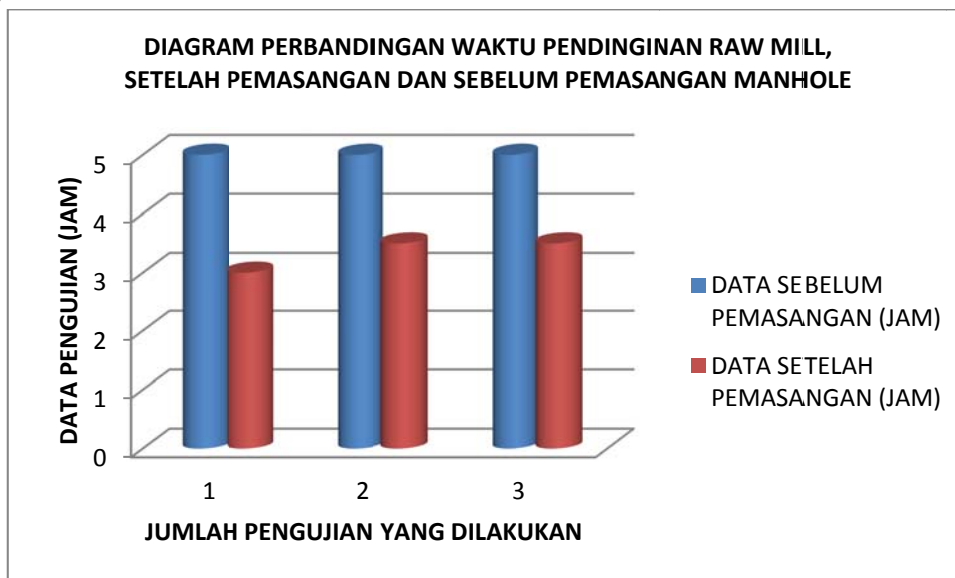


Gambar 2 Alat Tugas Akhir Manhole

*Manhole* terletak pada *duct hot gas* berfungsi sebagai jalan masuknya udara pendingin ketika *Raw Mill* mati. Penggunaannya masih manual dengan tenaga manusia untuk membukanya. Dimensi *Manhole* 100 x 80 (cm).

## III.HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis



Gambar 3 data analisa waktu sebelum dan sesudah pemasangan *Manhole*

Data ini diambil dari CCR (*Central Control Room*) dengan mengamati pada monitor operasi dan pengukuran langsung di *Raw Mill* menggunakan *infra red termometer*. Dari data tabel, hasil pengukuran waktu pendinginan *Raw Mill* sebelum pemasangan *Manhole* adalah 5 jam. Hasil pengukuran waktu pendinginan *Raw Mill* yang diambil setelah pemasangan *Manhole* rata-rata adalah 3,5 jam. Jadi dari data di atas bisa disimpulkan penambahan *Manhole* dapat mengurangi waktu pendinginan sekitar 1,5 jam. Pengambilan data dilakukan sebelum dan setelah pemasangan *Manhole*, sebagai pembandingan hasil dari analisa *Manhole*.

## IV. KESIMPULAN

Pemasangan *Manhole* dapat mempercepat proses pendinginan *Raw Mill plant* Narogong-2 sebelum pelaksanaan *preventive maintenance*.



**V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Robert Paul, T. 2010. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka. Banglades. Anna University. *Preventive maintenance* Optimization of Critical Equipments in Process Plant using Heuristic Algorithms
- [2] Sumiati, Ruzita and Wahyu, Dian, 2009. Analisis Energi Pada Sistem Rotary Kiln Unit Indarung, PT. Semen Padang.
- [3] Hoveidi Hassan. Pazoki Maryam. Hadizadeh Hadi and Athareh Nasri,2013. Graduate faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. Appropriate Measures to Reduce Greenhouse Gases` Emissions from Iran's Cement Industry
- [4] John Wailan Kussoy, 2011. Manado. Perhitungan Aliran Angin Pada Ventilasi Bangunan Menggunakan Simulasi Numerik

## Analisis Burnability Clinker Terhadap Pengaruh Penambahan Flux

Tony Sutrisno

Teknik Mesin, Konsentorasi Rekeyasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta

[tonysutrisno224@yahoo.co.id](mailto:tonysutrisno224@yahoo.co.id)

### Abstrak

Tulisan ini berisi tentang analisis *freelime clinker* terhadap penambahan *flux*. Salah satu parameternya adalah *burnability*. *Burnability* adalah ukuran yang menunjukkan mudah/ sukarnya transfer massa tepung baku menjadi fasa terak. *Burnability* diukur menentukan kadar CaO bebas. CaO diukur yaitu sesudah tepung baku dibakar pada selang waktu dan temperatur tertentu. Faktor yang mempengaruhi *burnability* adalah fasa cair. Pada suhu 1400°C – 1500°C material mempunyai viskositas rendah karena umpan tanur meleleh. *Flux* adalah zat yang dapat mempercepat reaksi umpan tanur. Pemakaian *flux* meningkatkan nilai *burnability*. *Flux* dipakai untuk menurunkan titik leleh umpan tanur. Studi ini menggunakan parameter uji yaitu *freelime clinker*, ketika tanpa dan menggunakan *flux*. Pengambilan sampel untuk data sekunder dianalisa rasionya. Studi dimulai dari proses *clinkering* menggunakan *furnace* dengan temperatur >1450°C. Waktu yang diperlukan untuk kiln feed bereaksi ditetapkan 15 menit. Proses *clinkering* akan menghasilkan 67% *clinker* dari umpan tanur yang didapatkan dari faktor pembakaran yaitu 1,5. Sebagai contoh jika umpan tanur 1 ton akan menghasilkan 0,67 ton *clinker*. Hasil penelitian dan analisis penambahan flux meningkatkan nilai *burnability*.

Kata kunci : *clinker*, umpan tanur, *burnability*, *freelime*, *flux*

### Abstract

This study was compiled based on the importance of quality making clinker process. In clinkering process, many parameter that happened. one of the target parameter quality of making clinker is burnability. Burnability is standard size indicate easy or difficult mass transfer kiln feed became clinker phase. Burnability mensurable by determine content of free CaO. CaO mensurable after kiln feed burned on the time and temperature. The influence factor of burnability is liquid phase. On the temperature 1400°C – 1500°C have a low viscosity because kiln feed is melted. Flux is substance that fast reaction of kiln feed. This study used parameter test such us; *freelime clinker*, when without and use the flux. Taking the sample for secondary date that analyzed ratio. Study begin from clinkering process with furnace apparatus with temperature >1450°C. The time need constantly, 15 minutes for reaction of kiln feed become clinker. The result of clinkering process is, 67% clinker from kiln feed gotten by burned factor is 1,5. As example if one ton kiln feed will be produced 0,67 ton clinker the result of observation and analysis by adding flux can be increase burnability.

Keyword : *clinker*, kiln feed , *burnability*, *freelime*, *flux*

## I. PENDAHULUAN

Komposisi bahan baku berpengaruh terhadap kualitas *clinker*. Kualitas *clinker* ditentukan oleh hasil pembakaran dari ukuran partikel dan warnanya. Kualitas *clinker* diuji dengan metode analisis basah *freelime*. Semakin rendah kadar *freelime*, semakin tinggi *burnability*.

*Burnability* adalah ukuran menunjukkan kemudahan transfer massa tepung baku menjadi fasa terak. *Burnability* turun sebanding dengan naiknya kadar mineral *calcite* dan *quartz* [Indrawati, 2012]. Mineral *quartz* berasal dari pasir silika. Beberapa jenis pasir silika mempunyai kadar kuarsa yang berbeda. *Quartz* mempengaruhi ukuran partikel silika akibat tingkat kekerasannya tinggi. Semakin besar ukuran partikel semakin kecil luas permukaannya maka tingkat reaktivitas rendah.

Katalis adalah zat yang dapat mempercepat laju reaksi. Peningkatan nilai *burnability* dengan menambahkan *flux* (mineral Florida) sebagai katalis. Penambahan *flux* menurunkan titik leleh umpan. “.

## II. EKSPERIMEN

Kualitas *clinker* ditingkatkan dengan penambahan mineral florida (*flux*) [Linda Hills, 2012]. Partikel-partikel halus dari *flux* dapat mempercepat pembentukan *clinker*. Kadar *freelime* mempengaruhi *burnability clinker*.

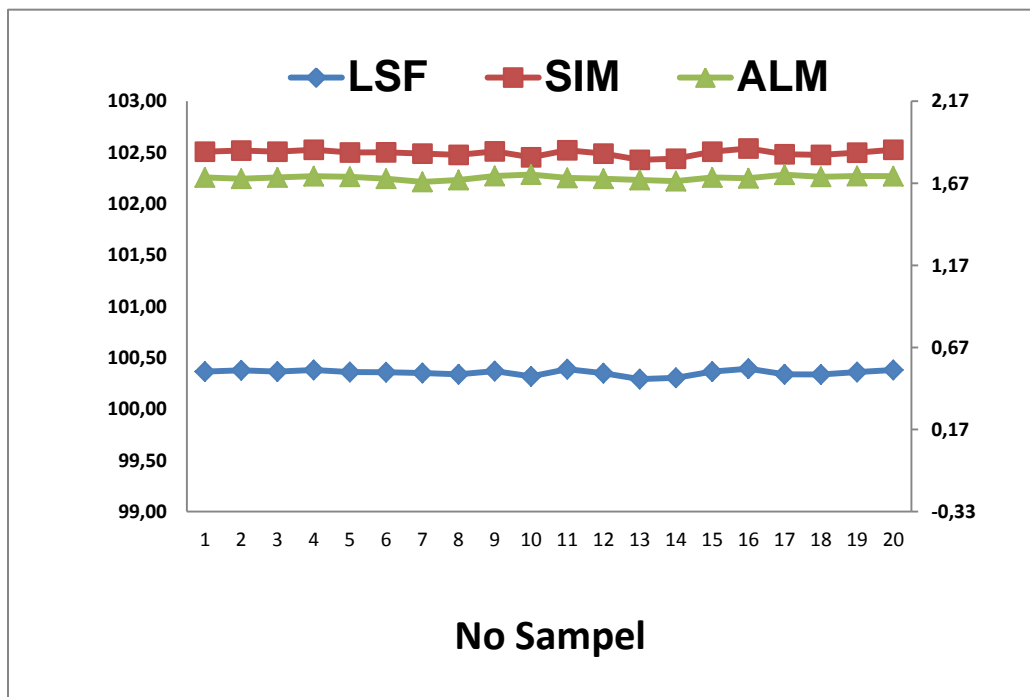
Sebagai penguat kualitas *clinker* digunakan *flux* dalam bentuk partikel-partikel halus dari mineral yang mengandung florida. Kandungan *freelime* diambil sebagai data *burnability* pada *clinker*. Berikut tahapan eksperimental adalah :

1. Sampel kiln feed dihomogenisasi sebagai data sekunder
2. nilai clinker faktor ditentukan dari sampel dengan furnace apparatus. Kiln feed (500 gram) diletakkan cawan platina, dimasukkan ke dalam furnace selama 15 menit pada suhu 1450oC. Sampel diangkat, diturunkan suhunya oleh desikator.
3. Dibuat larutan titrasi acidi yaitu amonium asetat dan larutan propanol gliserol.
4. Sampel yang telah homogen dibagi menjadi 5 bagian dengan presentase katalis; 0,15%, 0,20%, 0,25%, 0,30% dan 0,35%.
5. Clinker di buat dengan presentase penambahan masing-masing flux. Sampel dimasukkan ke dalam furnace selama 15 menit pada suhu 1450oC. menjadi clinker. Sampel diangkat, diturunkan suhunya oleh desikator.
6. Clinker dianalisis dengan kadar freelime konvensional menggunakan metode basah.

### III.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Uji Homogenisasi Sampel

Uji homogenitas sampel *kiln feed* dapat dilakukan dengan metode *quartering* dan *mixer*. Metode *mixer* digunakan dalam pengujian homogenisasi penelitian ini. Pengadukan sampel dengan *turbula mixer* disebut dengan metode *mixer*. Sampel dianalisa rasio material. LSF (*Lime Saturation Factor*) adalah nilai perbandingan antara CaO dengan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. SIM (*Silica Ratio*) adalah perbandingan antara SiO<sub>2</sub> dengan jumlah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. ALM (*Alumina Ratio*) adalah perbandingan antara Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Diambil sebanyak 20 titik sampel, kandungannya sebagai berikut:



Gambar 1. Nilai LSF, SM dan ALM data sekunder

Menunjukkan kestabilan nilai rasio LSF, SM, dan IM (gambar 1) pada pengambilan 20 sampel. Perbedaan yang sedikit membuat sampel yang diuji homogen. Homogenitas sampel diukur dari standar deviasi yang kecil.. Perhitungan statistika menyimpulkan sampel yang diambil homogen. Rumus rasio yaitu.

$$LSF = \frac{100 CaO}{2.8 SiO_2 + 1.18Al_2O_3 + 0.65Fe_2O_3}$$

$$SM = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

$$IM = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3}$$

## 2. Hasil Analisis Clinker Factor Furnace

Pengujian analisis *clinker factor furnace*, menggunakan metode gravimetri. Gravimetri adalah analisis pengukuran berdasarkan bobot sampel. Tujuannya mengetahui persentase *clinker* dari *funace*. Menghitung *clinker factor* menggunakan rumus sebagai berikut:

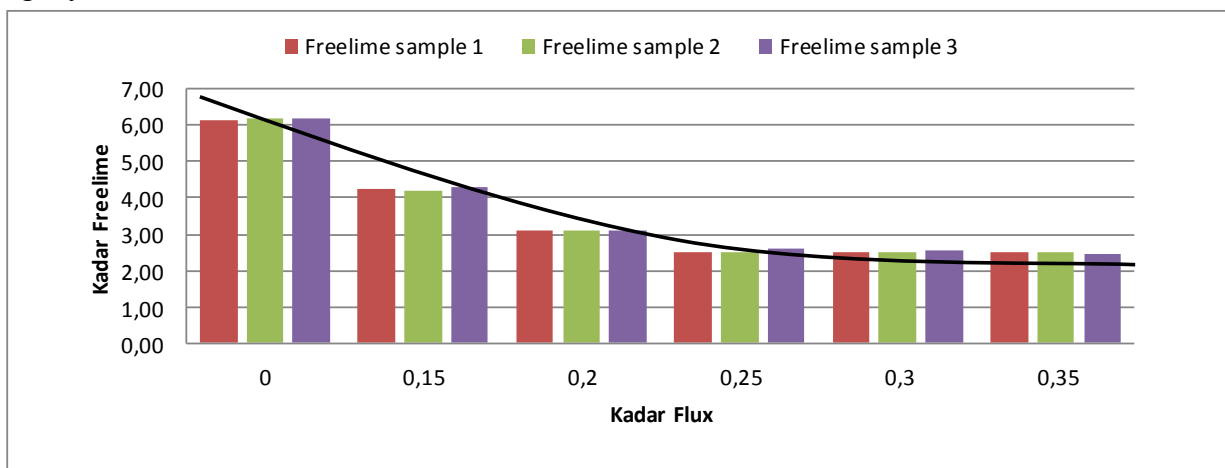
$$\%CF = \frac{\text{bobot hilang}}{\text{bobot sampel}} \times 100\%$$

dimana CF = Clinker Factor

Fungsi pengujiannya mengetahui hasil clinker untuk analisa selanjutnya. Hasil penimbangannya dari sample yaitu 335 gram clinker dari 500 gram sample. Hasil perhitungan mendapatkan 67% *clinker factor*.

## 3. Hasil Analisis Kandungan Freelite

Pengujian analisis kadar *freelite clinker* dilakukan secara konvensional. Uji konvensional menggunakan metode analisa basah (*wet analysis*). *Freelite* yaitu banyaknya CaO bebas yang tidak terikat membentuk  $C_3S$ . Pengujiannya menggunakan variabel kadar *flux* yang berbeda-beda. dan mencari titik optimum dari kedekatan kandungan *freelite*. Berikut matrik data setelah ditambahkan dengan *flux*.



Gambar 2. Grafik kadar freelite dan pengaruh terhadap penambahan flux

Grafik ini menunjukkan kadar *flux* ditambahkan pada sampel *kiln feed*. menunjukkan titik optimum penambahan *flux* pada 0,20%. Teori menunjukkan bahwa penurunan *freelite* optimum pada kadar 0,25%. Hasilnya menunjukkan semakin tinggi kadar *flux* yang ditambahkan semakin kecil kadar *freelite*. Hubungan grafik diatas adalah mineral florida sebagai fluks menyebabkan menurunnya suhu pembakaran. Calcium florida yang paling efektif

## IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari eksperimen ini adalah Hasil *clinker factor furnace* adalah 67% dari berat awal sampel. Penambahan *flux* dengan mineral florida menurunkan titik leleh material. Kadar *freelite* menurun *burnabilty* meningkat. Penambahan *flux* dengan variabel berbeda akan menghasilkan variasi kadar *freelite*. Variasi kadar *freelite* dikarenakan semakin tinggi kadar flux semakin rendah *freelite*. Kadar *flux* yang ditambahkan akan menghasilkan *freelite* yang rendah. Pengaruh penambahan *flux* mempercepat laju reaksi pembentukan *clinker*. *Clinker* dengan penambahan flux 0,20% mengoptimumkan nilai *freelite* yaitu 2,57%. Walaupun ditambahkan 0,25%, 0,30%, dan 0,35% tetap stabil.

## **V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Felekog˘lu, Burak, dkk. 2010. Effects of Porosity and Related Interstitial Phase Morphology Difference on The Grindability of Clinkers. *Materials and Structures* (2010) 43:179-193.
- [2] HL. Didamony, A. R. (2010). Effect of Basalt on Burnability of Rawmeal of Portland Cement Clinker. *Indian Journal Engineering and Material Science* , 17, 282-288.
- [3] Fowler, M. P. (2012). Toward a Sustainable Cement Industry (Vol. 7). Battelle. *International Journal*.
- [4] Indrawati, D. V. (2012). *Kursus Eselon Laboratorium*. Bogor. *Jurnal Nasional*.
- [5] Linda Hills. (2011). Solving Raw Material Challenger. *Construction Technology Laboratories, Inc. International Journal*.

## Perancangan *Centrifuge* untuk *Pre-treatment* Limbah *Glycol* Sebagai Umpan Insinerator

Aditya Purna Yoga ; Sariwati

Teknik Mesin Konversi Energi, Peminatan Pengolahan Gas LNG Academy Bontang, Kalimantan Timur

[adityapyoga@gmail.com](mailto:adityapyoga@gmail.com)

### Abstrak

Limbah yang dihasilkan dari aktivitas di kilang Badak LNG dipantau dan dikelola dengan baik, diantaranya limbah padat, cair, dan emisi udara. Limbah *glycol* merupakan limbah cair bercampur *sludge* yang tergolong limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Limbah ini merupakan pengotor (*impurities*) feed gas yang dipisahkan di Plant 21 (Knock Out Drum). Saat ini limbah *glycol* tersebut dikelola dengan cara dimusnahkan menggunakan Insinerator di Area IX dan limbah *sludge* dikirim ke pihak ketiga untuk dilakukan pemusnahan. Pada tahun 2013, limbah dari Plant 21 yang dihasilkan sebesar 297,825 ton. Untuk mengurangi beban insinerator perlu dilakukan *improvement* dalam pengelolaan limbah *glycol*, *improvement* yang bisa dilakukan yaitu memisahkan limbah *glycol* cair dengan *sludge* sehingga mampu mengurangi beban insinerator, pemisahan *sludge* juga akan meningkatkan *performance* insinerator. Pemisahan limbah cair *glycol* dengan *sludge* dilakukan dengan metode pemisahan secara sentrifugal.

Metode sentrifugal memanfaatkan gaya gravitasi dari limbah *glycol* dan *sludge* yang menyebabkan *sludge* akan terpisah dari limbah cair *glycol* akibat perbedaan gaya gravitasi *sludge* yang lebih besar dari gaya gravitasi limbah cair *glycol*. Pemisahan tersebut didapatkan *sludge* sebesar 0,56 gram tiap 100 ml *glycol*. Dengan inovasi sistem tersebut kinerja insinerator menjadi lebih handal, kendala insinerator dapat dikurangi, mengurangi beban insinerator dengan pengurangan volume limbah padat (*sludge*) yang masuk, serta mengurangi banyaknya *sludge* yang dikirim ke pihak ketiga. Dengan metode ini, biaya pengelolaan limbah *glycol* bisa dikurangi sampai 92,05 % atau potensi penghematan biaya sebesar USD 8.014.580 per tahun (kurs 1 USD = Rp 12.000).

Kata kunci : Limbah cair, *Sludge*, Insinerator, Sentrifugal, Biaya penghematan.

### Abstract

Waste generated from the Badak LNG plant activities are monitored and managed, including solids, liquids, and air emissions. Waste glycol is mixed with wastewater sludge is classified as B3 waste (Hazardous Material). This waste is the impurities in the feed gas is separated in Plant 21 (Knock Out Drum). Currently glycol wastes are managed in a way to use incinerators destroyed in Area IX and sludge waste is sent to a third party to do destruction. In 2013, the waste generated from Plant 21 of 297,825 tons. To reduce the load of the incinerator needs to be done improvement in glycol waste management, improvement that can be done is separate the glycol liquid waste with sludge so as to reduce the load of incinerator, separation sludge will also improve performance of incinerator. Separation of glycol wastewater with sludge be done by centrifugal separation method.

The method utilizes centrifugal force and gravity of glycol waste and sludge will cause the sludge separated from the glycol waste as a result of differences in gravitational force of sludge greater than gravitational force of waste glycol. The separation of the sludge obtained at 0,56 grams per 100ml of glycol waste. With that innovations systems performance of incinerator become more reliable, incinerator constraints can be reduced, reducing the load of an incinerator with a reduction in the volume of solid waste (sludge) are entered, as well as reducing the amount of sludge that is sent to a third party. With this method, glycol waste management costs can be reduced up to 92,05 % or the potential cost savings of USD 8.014.580 per year (exchange rate of 1 USD =Rp 12000).

Keywords : Liquid waste, Sludge, Incinerator, Centrifugal, Saving cost.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Limbah merupakan sisa hasil kegiatan usaha yang perlu dikelola dan dikontrol dengan baik, khususnya jenis limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah glikol merupakan salah satu limbah cair yang dihasilkan di Badak LNG merupakan kategori limbah B3. Limbah glikol tersebut dihasilkan dari aktivitas penginjeksian glikol pada *feed gas* untuk menyerap air dalam proses pemurnian LNG. Air perlu dihilangkan dari *feed gas* karena air bisa menyebabkan *freezing* pada proses LNG dengan suhu kriogenik. Titik beku air adalah 0° C, sehingga akan menghambat perpindahan pada pencairan LNG yang dilakukan pada temperatur -160°C.

Limbah Plant 21 yang ditampung di dalam *glycol pit* di Badak LNG memiliki rupa fisik hitam keruh, dan terbagi menjadi beberapa layer (lapisan). Lapisan paling atas yakni fraksi hidrokarbon

rantai pendek (seperti minyak), lapisan tengah yakni larutan yang mengandung banyak partikel-partikel kecil yang tak mau larut atau mengendap (koloid), dan lapisan paling bawah adalah endapan. Penanganan limbah Plant 21 di Badak LNG selama ini dimusnahkan dengan pembakaran dalam insenerator untuk limbah glikol bagian cair (lapisan tengah) dan penyerahan lapisan bawah atau endapan pada pihak ketiga untuk diolah lebih lanjut.

Dengan memperhatikan kondisi terkini di Badak LNG bahwa instrumen insenerator yang beroperasi aktif saat ini merupakan insenerator jenis pembakar limbah golongan cair, maka pembakaran hanya akan maksimal pada pembakaran zat cair bebas endapan. Limbah Plant 21 yang terdiri dari limbah cair yaitu *glycol* dan limbah padat yaitu *sludge* harus dipisahkan. Pada saat ini pemisahan dilakukan dengan metode *settling* atau pengendapan manual yaitu padatan yang terdapat dalam limbah Plant 21 akan turun karena gaya gravitasi. Dari sini timbul gagasan untuk memisahkan pengotor-pengotor (endapan) dari limbah Plant 21 yang disebut *sludge* dengan metode pemisahan sentrifugal untuk meningkatkan efisiensi pemisahan limbah cair *glycol* dan limbah padat *sludge*. Selain itu, metode pemisahan ini menjadikan efisiensi kerja instrumen insenerator dapat maksimal dan dapat mereduksi volume limbah padat (*sludge*) yang akan dikirim ke pihak ketiga, serta menghemat biaya pengiriman limbah padat tersebut.

## II. DASAR TEORI

### 1. Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun merupakan sisa suatu usaha dan atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan atau beracun karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan atau merusak lingkungan hidup dan atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia, serta makhluk hidup lainnya (Peraturan Pemerintah No 85 Tahun 1999).

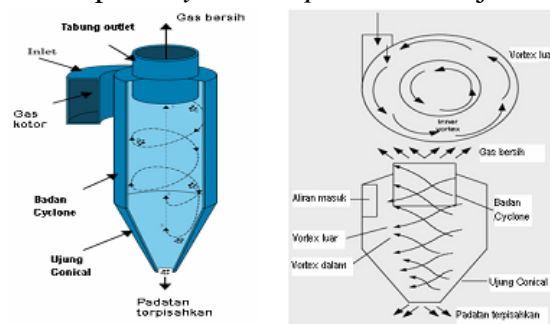
### 2. Incinerator

*Incinerator* merupakan suatu unit yang digunakan untuk menghancurkan limbah padat maupun cair. Dalam penghancuran limbah dalam *Incinerator* harus diperhatikan emisi limbah yang dihasilkan yaitu berupa standar baku mutu yang telah ditentukan berdasarkan aturan pemerintah (Kep 03/Bapedal/9/1995 atau Kep.13 MENLH/1995).

Fungsi utama insenerator adalah untuk mengurangi volume limbah khususnya limbah B3 yang bekerja pada temperatur tinggi. Insenerator memiliki beberapa jenis berdasarkan jenis umpan atau limbah yang akan diproses. Salah satunya adalah insenerator untuk membakar limbah cair. Kandungan *sludge* yang terkandung di dalam glikol dapat menyumbat *nozzle* yang ada pada insenerator sehingga dapat mengganggu proses.

### 3. Prinsip Kerja Cyclone Separator

*Cyclone separator* adalah suatu alat untuk memisahkan suatu larutan / campuran dengan berat molekul dan ukuran yang berbeda dengan memanfaatkan prinsip gaya sentrifugal sehingga dapat memaksa partikel yang lebih berat terkumpul ke dasar. *Cyclone Separator* lebih efisien jika bekerja pada tekanan rendah. Prinsip aliran pada *Cyclone Separator* ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1

Bagian utama cyclone separator :

1. Badan berbentuk silinder vertikal dengan bagian bawah berbentuk corong (conical)
2. Pipa inlet tangensial gas/fluida,
3. Pipa outlet pada bagian bawah untuk mengeluarkan partikulat hasil pemisahan, dan pipa outlet pada bagian atas untuk mengalirkan fluida bersih.

Bentuk kerucut *cyclone* menginduksikan aliran gas atau fluida untuk berputar, menciptakan *vortex*, sehingga material padatan akan terpisah ke dasar kerucut, sedangkan fluida bersih akan kembali mengalir ke atas melalui pusat *Cyclone*. Efektifitas pemisahan pada *Cyclone* sangat dipengaruhi oleh massa jenis dan ukuran partikel yang terbawa dalam aliran fluida. Gaya sentrifugal timbul saat partikulat di dalam fluida masuk ke puncak kolektor silindris pada suatu sudut dan diputar dengan cepat mengarah ke bawah seperti pusaran air. Aliran fluida mengalir secara melingkar dan partikulat yang lebih berat mengarah ke bawah setelah menabrak ke dinding *Cyclone*, dan meluncur ke bawah ke ujung corong conical.

Prinsip kerja *Cyclone Separator* :

- Aliran fluida diinjeksikan melalui pipa input
- Bentuk kerucut *cyclone* menginduksikan aliran fluida untuk berputar, menciptakan *vortex*.
- Fluida diumpankan secara tangensial ke dalam *cyclone* dengan kecepatan tertentu
- Partikulat dengan ukuran atau kerapatan yang lebih besar didorong ke arah luar *vortex* dan menabrak dinding *cyclone*.
- Gaya gravitasi menyebabkan partikulat-partikulat tersebut jatuh ke sisi kerucut menuju tempat pengeluaran.
- Partikulat dengan ukuran yang lebih kecil keluar melalui bagian atas dari *cyclone* melalui pusat yang bertekanan rendah.
- *Cyclone* tersebut membuat suatu gaya sentrifugal yang berfungsi untuk memisahkan partikulat (*sludge*) dari glikol.

#### 4. Gaya Sentrifugal ( $F_c$ )

Pemisahan *sludge* pada *Cyclone Separator* sangat dipengaruhi oleh besar/kecilnya gaya sentrifugal ( $F_c$ ). Kecepatan pengendapan partikel dalam fluida dapat dipercepat jika gaya sentrifugal ( $F_c$ ) lebih besar dari gaya gravitasi ( $g$ ). Di dalam *Cyclone*, fluida diumpankan secara tangensial ke dalam Vessel silinder dengan kecepatan tertentu. *Sludge* padatan menumbuk dinding, kemudian bergerak turun menuju ke dasar Vessel terpisah dari arus fluida dan material *sludge* akan terkumpul diujung Vessel untuk dibuang. Fluida bersih akan keluar pada bagian atas tengah Vessel.

*Cyclone Separator* ini sangat efektif jika fluida umpan berisi material yang sebagian besar berukuran lebih dari 10 mikron. *Cyclone* paling banyak digunakan sebagai *separator* (pemisah). Karena gerakan memutar gas dalam *Cyclone* yang muncul akibat pemasukan tangensial dan tidak ada tambahan energi yang dimasukkan maka tidak ada vorteks.

### III. EKSPERIMEN

#### 1. Metodologi

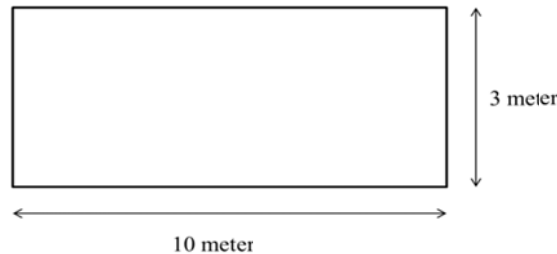
Limbah Plant 21 yang berasal dari Knock Out Drum Badak LNG akan dikirim ke area IX untuk tempat penampungan sementara limbah yang akan siap dikelola lebih lanjut. Selama di tempat penampungan limbah sementara Badak LNG limbah Plant 21 akan dipisahkan menjadi dua limbah yaitu limbah cair (*glycol*) dan limbah padat (*sludge*) dengan menggunakan *cyclone separator*.

*Cyclone separator* akan ditempatkan di sebelah atas tempat penampungan limbah Plant 21. Tempat penampungan limbah Plant 21 di area IX atau dikenal dengan nama *glycol* pit dengan ukuran panjang 10 meter, lebar 3 meter, dan kedalaman 2,5 meter akan dibuat menjadi 2 bagian yang dipisahkan oleh sekat. Pembuatan *glycol* pit menjadi 2 bagian tersebut dimaksudkan untuk bagian pertama berfungsi sebagai tempat penampungan limbah Plant 21 yang masih terdapat limbah padat *sludge* dan bagian kedua berfungsi sebagai tempat penampungan limbah *glycol* yang sudah terpisahkan dari limbah padat *sludge* setelah melalui *cyclone separator*. Pemisahan dengan *cyclone*

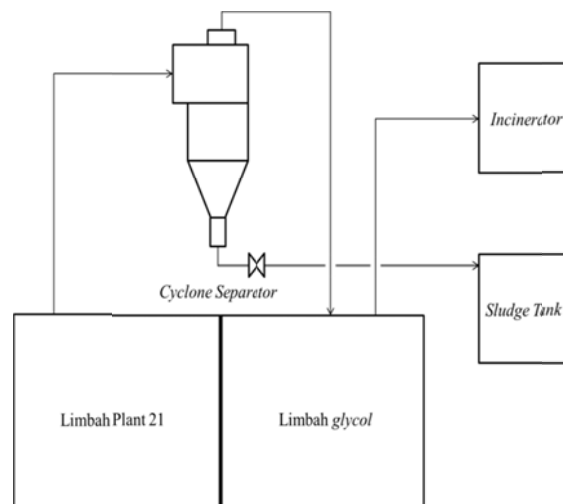


separator akan menghasilkan 0,56 gram tiap 100 ml limbah Plant 21 dengan kecepatan cyclone separator 2000 RPM.

Pemisahan limbah *glycol* dan *sludge* terjadi di dalam cyclone separator. Limbah Plant 21 masuk ke upper inlet cyclone separator, kemudian di dalam cyclone separator limbah Plant 21 mengalami gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal tersebut akan memisahkan *sludge* yang memiliki massa jenis yang lebih besar dari limbah cair *glycol* dan kemudian *sludge* akan turun ke bawah.



Gambar Tampak atas *glycol pit*



Gambar Perancangan *cyclone separator* untuk pemisahan *sludge* dari limbah Plant 21

## 2. Eksperimen

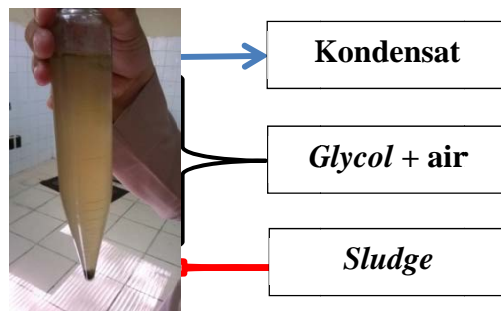
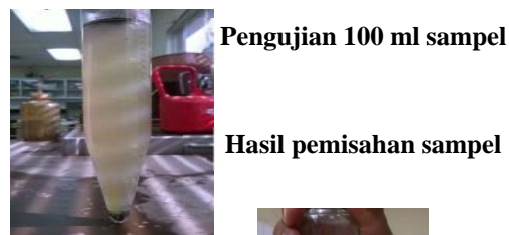
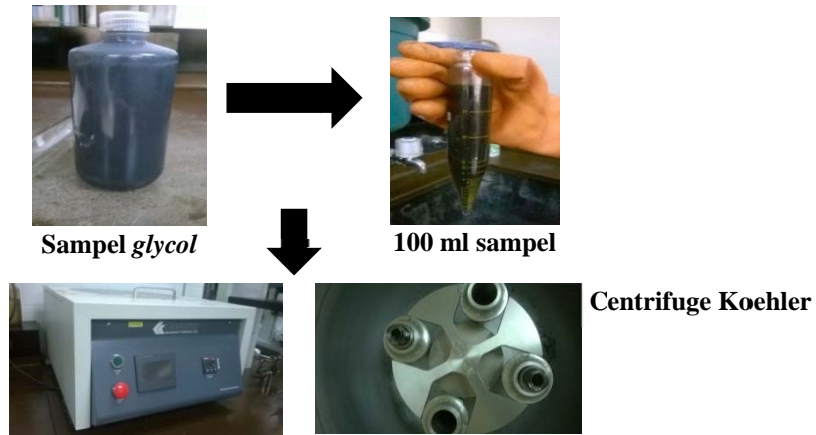
Sebagai penguat hipotesis bahwa metode pemisahan *sludge* dari limbah Plant 21 secara sentrifugal berpotensi untuk me-*reduce* limbah *sludge* dan biaya pengelolannya, maka penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel glikol di *glycol pit* di area 9 Badak LNG
2. Mengambil 100 ml sampel untuk dipisahkan menggunakan centrifuge
3. Mengamati volume *sludge* yang telah mengendap dan terpisah dari 100 ml sampel
4. Menghitung massa *sludge* yang terbentuk dalam 100 ml sampel
5. Menghitung total aktual massa limbah Plant 21 (glikol+*sludge*)
6. Menghitung total *sludge* yang dapat dihasilkan dengan menggunakan sistem sentrifugal
7. Menghitung implementasi total biaya pengelolaan limbah *sludge* tsb yang dikelola pihak ketiga
8. Membandingkan biaya pengelolaan limbah *sludge* sebelum di centrifuge dan setelah dicentrifuge

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Data

Pemisahan *Sludge* dari glikol menggunakan *centrifuge*



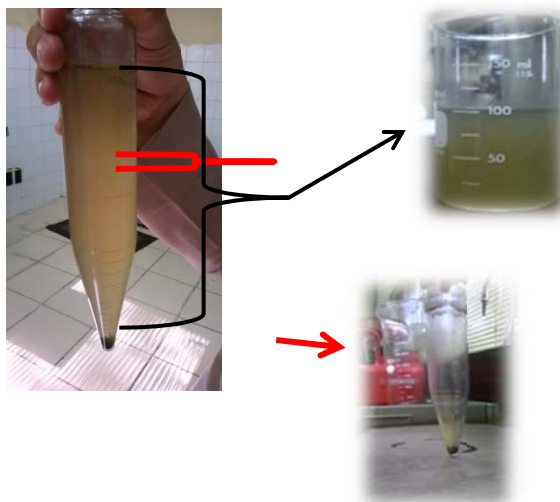
Menghitung massa *sludge* hasil percobaan

Massa gelas ukur

= 73,3 gram

Massa 100ml sampel + gelas ukur

= 173,66 gram



Massa *glycol* + gelas ukur = 173,1 gram

Massa *sludge* = 173,66 - 173,1 = 0,56 gram

Volume *sludge* = 0,25 ml

Massa jenis *sludge* = 2240 kg/m<sup>3</sup>

## 2. Perhitungan Biaya Penghematan dengan metode Sentrifugal Dengan metode pemisahan settling yang dilakukan Badak LNG saat ini

Pada tahun 2013

*Sludge* yang dihasilkan  
= 20,895 ton

*Glycol* yang dihasilkan  
= 276,63 ton

Total (Limbah KOD)  
= 297,825 ton

Persentase *sludge* dalam limbah Plant 21  
=  $20,895/276,63 \times 100\% = 7,01\%$

Berdasarkan data neraca limbah tahun 2013

### Dengan metode pemisahan sentrifugal

Dengan menggunakan skala laboratorium

*Sludge* yang dihasilkan  
= 0,56 gram tiap 100 ml limbah

*Glycol* yang dihasilkan  
= 100 ml = 100 gram

Persentase *sludge* dalam sampel limbah Plant 21  
=  $0,56/100 \times 100\% = 0,56\%$

Dengan menggunakan sistem sentrifugal dalam melakukan pemisahan *sludge* dari limbah Plant 21, tingkat pemisahannya akan bertambah dari sebelumnya 92,99% menjadi 99,44% atau bertambah 6,45%.

Biaya pengelolaan *sludge* oleh pihak ketiga sebesar Rp 5.000.000,00 / kg *sludge*.

### Dengan metode pemisahan settling yang dilakukan Badak LNG saat ini

Biaya pengelolaan *sludge*

=  $20,89 \times 1000 \text{ kg} \times \text{Rp } 5.000.000,00$   
= Rp 104.475.000.000,00  
= 8.706.250 USD (kurs 1 USD = Rp 12.000)

### Dengan metode pemisahan sentrifugal

Jumlah *sludge* yang dihasilkan

=  $297,825 \times 0,56 / 100$   
= 1,66 ton

Biaya pengelolaan *sludge*

=  $1,66 \times 1000 \text{ kg} \times \text{Rp } 5.000.000,00$   
= Rp 8.300.000.000,00  
= 69.160 USD (kurs 1 USD = Rp 12.000)

Biaya penghematan

= Rp 104.475.000.000,00 – Rp 8.300.000.000,00  
= Rp 96.175.000.000,00  
= 8.014.583 USD (kurs 1 USD = Rp 12.000)

Persentase penghematan

=  $96.175.000/104.475.000 \times 100\% = 92,05\%$

Biaya penghematan untuk pengelolaan *sludge* setelah dilakukan improvement sebesar Rp 96.175.000,00 atau 8.014,58 USD. Dengan persentase penurunan biaya sebesar 92,05%.

## V. KESIMPULAN

1. Pemisahan limbah *sludge* dan limbah glikol yang kurang sempurna dapat menyebabkan kerusakan pada insinerator dan massa *sludge* yang dihasilkan menjadi besar
2. Dengan menggunakan sistem sentrifugal tingkat pemisahan limbah *sludge* dan limbah glikol meningkat dari sebelumnya 92,99% menjadi 99,44% atau bertambah 6,45%

3. Potensi penghematan biaya pengelolaan sludge setelah dilakukan improvement pemisahan limbah glikol dan limbah sludge yaitu sebesar Rp 96.175.000,00 atau 8.014,58 USD

#### **VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] <http://id.wikipedia.org/wiki>
- [2] <http://azhie.net/2012/03/gaya-sentrifugal.html>
- [3] <http://jasakalibrasi.net/fungsi-centrifuge/>
- [4] <http://instrumentanalis.blogspot.com/2012/10/centrifuge-dan-viskometer.html>



## Manajemen Perawatan Alat Berat PT. X Terhadap Customer

Ibnu Mulyansyah ; Taufiq Hidayaturajaman ; Budi Prianto  
Program Studi Alat Berat Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[raynormarin3@gmail.com](mailto:raynormarin3@gmail.com)

### Abstrak

Setiap perusahaan memiliki strategi tersendiri untuk mencapai target penjualan produk, dengan menjalin hubungan kemitraan kepada customer untuk melakukan manajemen perawatan terhadap produk-produk yang telah dimiliki oleh customer. Penelitian ini bertujuan untuk mengenal jenis perawatan yang dilakukan dan *warranty* yang akan diperoleh oleh customer serta membuat rancangan jadwal perawatan terhadap unit milik customer. Referensi untuk jenis – jenis perawatan mengacu ke pada handbook “*Management Perawatan Alat Berat*”, dan untuk *warranty* mengacu kepada handbook “*Service Product Support*”. Sedangkan untuk pembuatan rancangan jadwal unit mengacu kepada modul “*Operation Maintenance Manual*”. Dengan metode pengumpulan data, pengolahan data, diharapkan menghasilkan susunan jadwal perawatan yang dilakukan oleh distributor.

Kata kunci : *Manajemen, perawatan, manajemen perawatan, warranty, customer*

### Abstract

Each company have their own strategy to reach every sales target of their products, interlacing their cooperation with customers, and maintain their products which have bought by the customer. This research with a purpose to understand what kind of maintenances and warranty can be obtained by customer, and carry out maintenance schedule for customer units. The reference for kind of maintenances is refer to handbook “*Service Product Support*”, and reference for warranty is refer to handbook “*ServiceProduct Support*”. Whereas for design of maintenance scheduling is refers to module “*Operation Maintenance Manual*”. With data gathering method, data processing will be expected results maintenance schedule that given by distributor.

Keywords: Management, maintenance, maintenance management, warranty, customer

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

PT. X merupakan salah satu perusahaan distributor alat berat yang sedang berkembang pesat di Indonesia yang didirikan pada tahun 2002. Untuk memperluas penjualan produknya, PT. X mendistribusikan produk dengan merek-merek ternama dari seluruh dunia seperti Doosan, NHL, Tata Daewoo, dan Jungheinrich yang dibagi menjadi dua divisi yaitu Heavy Equipment dan Industrial Machinery. Untuk divisi Heavy Equipment sendiri, PT. X mendistribusikan beragam produk Doosan seperti Excavator, Articulated Dump Truck, dan Wheel Loader. Kemudian untuk produk NHL, PT. X mendistribusikan Rigid Dump Truck serta Off-Road Heavy Duty Truck untuk produk Tata Daewoo. Sedangkan untuk divisi Industrial Machinery Kobexindo mendistribusikan produk Jungheinrich Electric Forklift yang cocok untuk penggunaan indoor, dan Doosan Diesel Forklift untuk penggunaan outdoor

Dengan jumlah dan tipe produk yang beragam, tentu PT. X memiliki strategi tersendiri untuk mencapai target penjualan produk, menjalin hubungan kemitraan dengan customer, dan sekaligus melakukan manajemen perawatan terhadap produk-produknya baik itu di workshops, warehouses, maupun di customer itu sendiri untuk menjamin kualitas dan produktivitas dari setiap produk tersebut

### 2. Permasalahan

Permasalahan penelitian ini ialah :

1. Apa saja perawatan yang di lakukan terhadap unit yang sudah dibeli customer?
2. Bagaimana cara membuat jadwal perawatan yang dilakukan terhadap unit milik customer dalam waktu setahun?
3. Apa saja warranty yang diberikan PT. X terhadap customer?

### 3. Tujuan

1. Mengetahui jenis perawatan yang dilakukan oleh PT. X terhadap unit yang sudah dibeli customer.
2. Membuat rancangan jadwal perawatan terhadap unit milik customer dalam waktu satu tahun kedepan.
3. Memahami jenis warranty yang didapatkan oleh customer setelah membeli produk dari PT. X.

### 4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mengetahui apa saja service yang akan dilakukan oleh pihak distributor terhadap customer dan dapat membuat perkiraan jadwal perawatan sehingga mengurangi jumlah waktu downtime serta mampu meningkatkan nilai produktivitas. Dan jika dilihat dari sisi sebagai customer, penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi mengenai jenis-jenis warranty yang akan diberikan oleh pihak distributor beserta ketentuannya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA



Gambar 1. Kegiatan Operasional Unit Alat Berat

### Pengertian Manajemen Perawatan

Manajemen perawatan adalah serangkaian aktifitas yang bertujuan untuk memastikan unit agar selalu berada dalam kondisi siap untuk beroperasi sekaligus untuk mengurangi jumlah waktu downtime dan mengurangi kemungkinan unit berhenti beroperasi. Hal ini juga diperlukan untuk menekan biaya pengeluaran yang lebih besar untuk melakukan perbaikan unit ketika unit tidak dapat beroperasi sesuai dengan target produksi sehingga dapat meningkatkan nilai keuntungan. Dengan kondisi yang terjaga maka sebagai barang untuk fungsi produksi sudah barang tentu alat tersebut akan menghasilkan:

- Alat bekerja dengan efektif dan efisien.
- Rusak mendadak menjadi minim.
- Kesiapan alat beroperasi tinggi.
- Biaya operasi relative rendah.
- Usia alat menjadi optimum.
- Keamanan kerja alat terjamin.
- Harga unit bekas menjadi tinggi.

Ada beberapa pertimbangan untuk melakukan manajemen perawatan :

1. Jumlah biaya yang diperlukan untuk melakukan perawatan
2. Waktu terbuang karena unit tidak dapat beroperasi (Downtime).
3. Strategi perawatan sebelum unit mengalami kerusakan yang lebih parah (melakukan perawatan sebelum unit berhenti beroperasi).
4. Perencanaan jadwal perawatan PM (Preventive Maintenance) dan dilakukan secara berkala untuk mengurangi resiko downtime.

Untuk melakukan manajemen perawatan yang efektif dan efisien maka ada delapan elemen manajemen perawatan yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Perawatan berkala / Preventive maintenance, merupakan perawatan minimum yang dilaksanakan rutin dalam selang waktu tertentu dan tepat waktu.
2. Kontrol kontaminasi/ contamination control, merupakan suatu program yang berisi usaha dan aktivitas pencegahan timbulnya atau masuknya zat yang tidak diinginkan di dalam system.
3. Pengambilan oli secara berkala/ Schedule Oil Sample, merupakan pengambilan contoh oli secara berkala guna di analisa kandungan kualitasnya di laboratorium.
4. Monitor kondisi/ Condition Monitoring, merupakan aktivitas pemeriksaan, pemantauan atau pengujian pada system yang dilakukan berkala dan apabila ada kondisi khusus..
5. Pelatihan/ Training, merupakan proses menambah kemampuan pelaksanaan perawatan alat berat dalam hal kesadaran, pengetahuan dan ketrampilan untuk melakukan tugasnya.
6. Penjadwalan/ Scheduling, merupakan proses pengaturan penentuan waktu pelaksanaan proses perawatan.
7. Manajemen perbaikan/ Repair Management, merupakan pengaturan proses perbaikan terhadap komponen, baik yang sudah rusak maupun belum rusak.
8. Pencatatan/ Recording, merupakan proses dokumentasi semua aktivitas dan biaya yang terjadi sepanjang pengoperasian dan perawatan unit.

Jenis –Jenis Perawatan :

1. *Planned maintenance* (pemeliharaan terencana) adalah pemeliharaan yang terorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Perawatan terencana (*planned maintenance*) terdiri dari tiga bentuk pelaksanaan, yaitu:
  1. *Preventive maintenance* merupakan perawatan minimum yang dilaksanakan rutin dalam selang waktu tertentu dan tepat waktu.
  2. *Corrective maintenance* adalah suatu kegiatan *maintenance* yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelalaian pada mesin/peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.
  3. *Predictive maintenance* adalah tindakan-tindakan *maintenance* yang dilakukan pada tanggal yang ditetapkan berdasarkan prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi
2. *Unplanned maintenance* biasanya berupa *breakdown/emergency maintenance*. *Breakdown/emergency maintenance* (pemeliharaan darurat) adalah tindakan *maintenance* yang tidak dilakukan pada mesin peralatan yang masih dapat beroperasi, sampai mesin/peralatan tersebut rusak dan tidak dapat berfungsi lagi

### III.METODE PENELITIAN

Beberapa metode yang digunakan dalam penelitian ini, meliputi:

1. Studi literatur :

Mempelajari literatur-literatur yang berkaitan dengan manajemen perawatan dari berbagai sumber, sekaligus memahami teori-teori manajemen perawatan secara umum sebagai landasan pemahaman sebelum melakukan studi lapangan.

Literatur terkait yang dipelajari :

  - a. Referensi mengenai manajemen perawatan unit
  - b. Teori Manajemen dan teori manajemen perawatan
  - c. Materi mata kuliah Heavy Equipment Maintenance Management
  - d. Modul Operation Maintenance Manual merupakan acuan untuk membuat jadwal perawatan
2. Studi lapangan :

Melakukan kunjungan ke PT.X untuk mengumpulkan data sebagai perbandingan, mempelajari karakteristik manajemen perawatan yang dimiliki PT.X, dan membuat rangkuman data secara keseluruhan.



Kegiatan yang dilakukan :

- a. Pencarian dan pengumpulan data
- b. Melakukan kunjungan ke PT. X

#### IV. PELAKSANAAN

Setelah melakukan kunjungan ke PT.X , kami mendapatkan data sebagai berikut :

*Service product support meliputi :*

1. Standart after sales service ( Since Delivery ~ Out of Warranty Period ) :

Merupakan tindakan service yang dilakukan PT.X terhadap unit yang telah dibeli oleh customernya.

Berikut ini adalah *standart after sales service* :

➤ Pre-Delivery Inspection & Field Guidance

Merupakan pengecekan awal yang dilakukan sebelum unit baru yang dibeli customer dikirimkan ke tempat tujuan. Customer juga akan mendapatkan pengarahan seputar cara pengoprasian, perawatan, serta saran-saran yang sesuai dengan lokasi dimana unit tersebut akan beroperasi.

➤ 250 HM Service

Merupakan service berkala (Preventive maintenance) yang diberikan tanpa dikenakan biaya perawatan (Service ke-1) tidak termasuk biaya penggantian oli dan coolant. Service ini dilakukan oleh mekanik PT.X dan dilakukan di tempat customer.

➤ 500 HM Service

Merupakan service berkala (Preventive maintenance) yang diberikan tanpa dikenakan biaya perawatan (Service ke-2) tidak termasuk biaya penggantian part. Service ini dilakukan oleh mekanik PT.X dan dilakukan di tempat customer.

➤ 1000 HM Service

Merupakan service berkala (Preventive maintenance) yang diberikan tanpa dikenakan biaya perawatan (Service ke-3) tidak termasuk biaya penggantian part. Service ini dilakukan oleh mekanik PT.X dan dilakukan di tempat customer.

➤ 2000 HM Service

Merupakan service besar (General Overhaul) yang dilakukan dengan persetujuan dari pihak customer. Pada service ini biaya perawatan dan penggantian part ditanggung oleh customer.

2. Jenis-jenis kontrak dan ASS lainnya :

➤ Service Call

- Customer dapat menghubungi PT.X yang terdekat dengan lokasi ketika customer mendapatkan masalah
- Biaya akan dihitung berdasarkan tingkatan service yang dilakukan PT.X

➤ Component Exchange (comex)

- PT.X menyediakan persediaan *component exchange* yang memadai pada setiap cabangnya
- Customer dapat menukarkan komponen yang lama dengan *stock comex*
- Customer akan dikenakan biaya untuk *comex price rate* dan biaya perbaikan tambahan untuk melakukan pembuatan ulang component yang lama

➤ Service Program

- PT.X menyediakan PPM (Program Pemeriksaan Mesin), P2U (Pemeriksaan Undercarriage) dan program analisa oli.
- Prosedur transaksi akan mengikuti prosedur standart PT.X

➤ Normal Component Overhaul

- PT.X menyediakan 2 lokasi workshop untuk melakukan *component rebuilt* seperti engine, main pump, travel device, swing device, dsb.
- Lama waktu service dan prosedur akan mengikuti prosedur standart milik PT.X.

- Unit General Overhaul
  - PT. X menyediakan mekanik berpengalaman untuk melakukan *general unit overhaul* untuk mendukung customer.
  - Prosedur transaksi akan mengikuti prosedur standart PT.X
- Service Support Agreement
- Mechanic Contract
- Full Maintenance Contract

## V. KESIMPULAN

- a. Perawatan yang dilakukan PT. X terhadap unit yang sudah dibeli oleh customer meliputi pre-delivery inspection, preventive maintenance, dan general overhaul.
- b. Dengan menggunakan modul operation maintenance manual (OMM) dapat membantu memprediksi kapan perawatan harus dilakukan sehingga mempermudah pembuatan jadwal.
- c. Berdasarkan *Service Product Support*, customer dapat memahami jenis warranty yang akan didapat beserta kondisi yang diperlukan untuk melakukan claim.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT. TrakindoUtama, "**Management Alat Berat**", Cileungsi; Traning Center; 2007.
- [2] PT. Trakindo Utama, "**Management Perawatan Alat Berat**", Cileungsi; Traning Center; 2007.
- [3] PT.X, "**Service Product Support**", Cikarang; Training Center; 2008.
- [4] PT.X, "**Operation Maintenance Manual**", Cikarang; Training Center; 2009.



## Rancang Bangun Mesin Pemotong Pelat Dengan Memodifikasi Gerinda Tangan

Bustanul Ulum ; Libert A. Putirulan ; Taufik Nur Rohma ; Trio A. Anwar ; Haolia Rahman  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
bustanululum@gmail.com

### Abstrak

Pemotongan pelat dengan mesin gerinda tangan mempunyai hasil yang tidak lurus. Alat ini merupakan alat bantu pemotongan pelat dengan menggunakan mesin gerinda tangan yang ditujukan mampu membentuk potongan persegi dan lurus. Mesin gerinda diletakkan pada sebuah konstruksi (clamp) yang mempunyai jalur pada meja potong. Mesin pemotong pelat ini diharapkan mampu untuk mengurangi resiko cacat pada pemotongan dan meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi pada skala industri kecil.

Kata kunci : mesin gerinda tangan, pemotong pelat, kelurusan.

### Abstract

Cutting sheet metal using hand grinding produce unstraight edge. This device is a tool for cutting sheet metal using hand grinding machine which is proposed to form square and straight edge. The machine placed in a construction (clamp) with has a strip on the table. This device is expected to reduce the defects of product and increase the quality and quantity of production on a small scale industry.

Keywords : hand grinding machine, cutter plate, straightness.

## I. PENDAHULUAN

Mesin gerinda tangan komersil tidak dapat digunakan untuk memotong pelat dengan tingkat kelurusan seperti halnya mesin pemotong gullotine. Mesin gullotine hanya mampu untuk pemotongan pelat-pelat lurus kemudian ketebalan pelat yang dapat dipotong di bawah 0,6 mm dan mesin gullotine hidrolik mampu memotong pelat antara 6-10 m [1]. Ketidaklurusan pemotongan pelat diakibatkan tidak adanya alat bantu dalam pemotongan yang hanya mengandalkan keterampilan/pengalaman operator.

Alat ini dirancang sehingga membantu proses pemotongan pelat dengan menggunakan mesin gerinda tangan yang ditujukan mampu membentuk potongan persegi dan lurus.

Mesin pemotong pelat ini diharapkan mampu untuk mengurangi resiko cacat pada pemotongan dan meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi pada skala industri kecil.

## II. TEORI

Teknik pemberian bentuk pada pelat

- Pelengkungan bundar pelat
- Penekukan segi
- Pembingkain
- Perusukan
- Penggulungan
- Pelipatan
- Penciutan
- Penjuraian dan Pengkubahan
- Pendesakan logam

### 1. Teknik Penceplosan

Teknik penceplosan mencakup pengerjaan bebas serpih (biasanya pengerjaan beruntun) benda kerja berbagai bentuk dengan sepasang perkakas (perkakas atas dan perkakas bawah). Yang diolah bahan logam dan bukan logam yang dapat diceplos, ditarik, dan dikempa, misalnya lembaran, sabuk, dan jalur sebagai benda yang akan dikempa awal dan cakram.

Cara kerja teknik penceplosan ialah:

1. Pemotongan: Pemenggalan bahan dengan gunting dan perkakas pemotong.
2. Penceplosan: Pengubahan bentuk (misalnya pelengkungan) bahan dengan berbagai macam perkakas penceplos.
3. Perentangan merongga: Pengubahan bentuk potongan pelat menjadi badan rongga dengan perkakas perentang.
4. Pengempaan leleh dingin: Pengubahan bentuk mentah atau yang akan dikempa awal menjadi benda rongga di antara stempel dan matriks.
5. Pengempaan: Pengubahan bentuk bahan kerja di dalam perkakas kempa.

#### ***Pemotongan dengan perkakas pemotong***

Pada pemotongan, bahan gerapan dipenggal seluruhnya atau sebagian. Menurut jenis proses pemotongan dibedakan sebagai berikut:

- *Pencuplikan* ialah penceraihan bentuk sembarang sepenuhnya sepanjang sebuah garis tertutup dengan perkakas pemotong tau gunting.
- *Pembolongan* ialah seperti pencuplikan yaitu penceraihan sepenuhnya sepanjang sebuah garis tertutup, namun dengan perbedaan bahwa pada pembolongan, bagian yang tertumbuk lepas merupakan buangan, sedangkan pada pencuplikan, bagian yang tertumbuk ke luar benda kerja.
- *Pemenggalan* ialah penceraihan sepenuhnya sepanjang sebuah garis yang tidak tertutup dengan perkakas pemotong atau gunting.
- *Pembelahan* ialah penceraihan sebagian baha dengan perkakas pemotong atau gunting.

Perkakas pemotong memiliki bagian utama ialah stempel pemotong dan pelat pemotong. Kontruksi lainnya; jenis buatan atau bentuk kontruksi sebuah perkakas pemotong ditentukan oleh:

- a. Jenis bahan yang akan dipotong, misalnya pelat baja, kuningan atau alumunium, karton, bahan tiruan, kulit dan asbes.
- b. Tebal bahan yang akan dipotong.
- c. Jumlah benda kerja yang akan dibuat.
- d. Ketepatan yang dituntut untuk benda kerja itu.
- e. Jumlah dan jenis tahap kerja yang ditempuh oleh benda kerja tersebut.

#### ***Gaya Potong***

Gaya potong  $F$  ialah gaya yang dibutuhkan untuk merobek bahan. Perhitungannya mengikuti rumus:

$$F = U.S. \delta aB$$

Dimana,

$U$  = garis pemotongan (keliling pola pemotongan segala stempel dalam mm)

$S$  = tebal bahan dalam mm

$$\sigma aB = \text{Batas patah tarik} \frac{N}{mm}$$

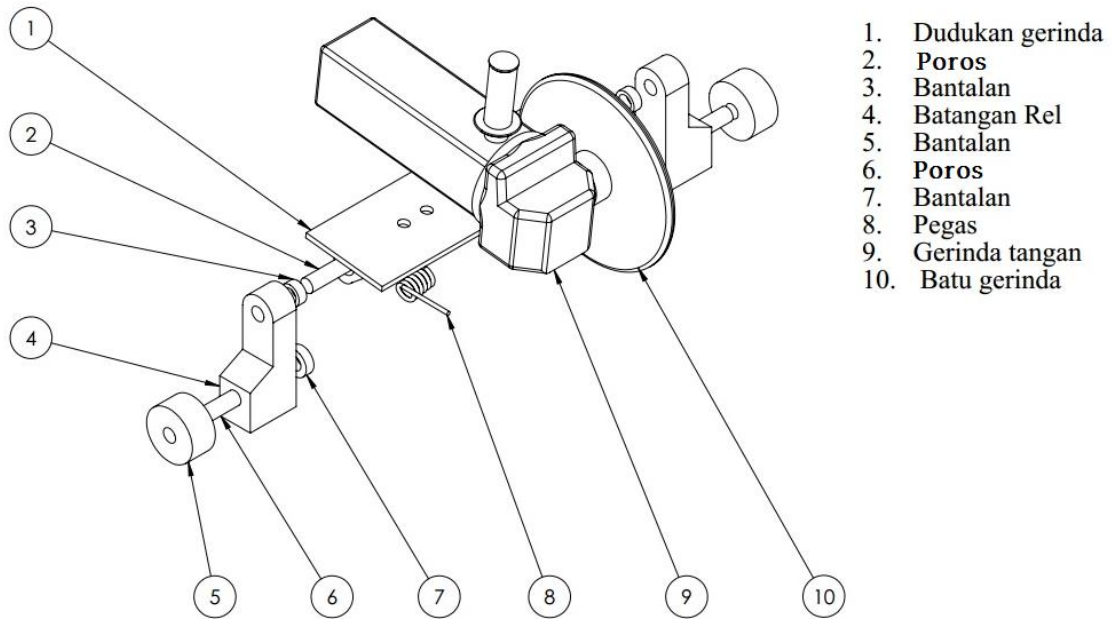
$$\delta aB = \text{kekuatan geser dalam} \frac{daN}{cm^2} (\delta aB = 0,8 \cdot \sigma aB).$$

Besar gaya potong berperan menentukan di dalam perhitungan dimensi, konstruksi perkakas dan pemilihan alat kempa....[2].

### **III.METODE PELAKSANAAN**

Langkah-langkah dalam rancang bangun mesin pemotong pelat ini adalah perencanaan, observasi, perancangan mesin. Rencana penelitian mendisain dan membuat peralatan / komponen utama dari mesin pemotong pelat ini serta memilih komponen - komponen yang tersedia yang diperlukan untuk merakit mesin ini.

## 1. Pembahasan

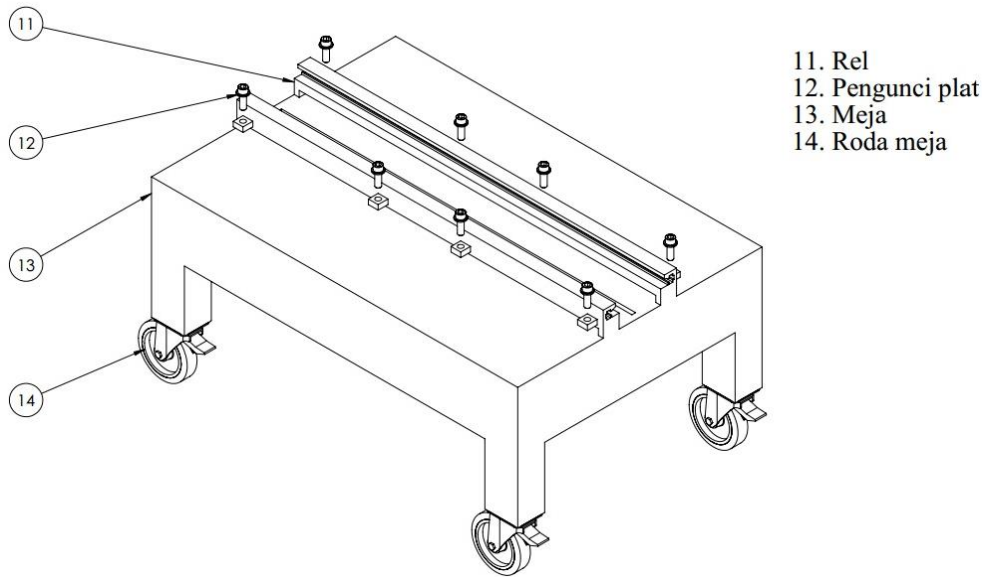


Bagian mesin :

1. Dudukan gerinda  
Dudukan gerinda merupakan komponen yang berfungsi untuk menopang gerinda tangan.
2. Poros  
Poros no.2 ini merupakan komponen yang berfungsi menghubungkan antar rel.
3. Bantalan gelinding  
Bantalan no.3 merupakan komponen yang berfungsi untuk menggerakkan dudukan gerinda agar bisa naik turun yang dipasang pada as no.2.  
Bearing stress yang terjadi =  $\sigma_b = \frac{P}{A}$   
Dimana, P = Bearing Force  
A = Luas cross section  
 $A = t \times d$   
 $L_h = \frac{L_s}{n} \times 1,67 \cdot 10^6$       Ket : t adalah tebal pelat dan d adalah diameter hole  
Umur bearing diketahui dengan persamaan, dengan  $L_s$  = umur bantalan (juta putaran); n = putaran poros (rpm)...[3]
4. Batangan rel  
Batangan rel merupakan komponen yang berfungsi sebagai tumpuan ketika bantalan bergerak.
5. Bantalan gelinding  
Bantalan no.5 merupakan komponen yang berfungsi sebagai roda penggerak pada rel, sehingga dapat bergerak maju mundur.
6. Poros  
Poros no.6 merupakan komponen yang berfungsi sebagai penghubung bantalan pada rel dengan batangan rel.
7. Bantalan gelinding  
Bantalan no.7 merupakan komponen yang berfungsi penghubung as no.6 dengan batangan rel sehingga bantalan no.5 dapat berputar.
8. Pegas  
Pegas merupakan komponen yang berfungsi ketika mesin gerinda ditekan operator maka dudukan gerinda akan kembali ke posisi semula.
9. Gerinda tangan  
Gerinda merupakan tangan komponen utama sebagai alat potong.

#### 10. Batu gerinda

Batu gerinda yang digunakan batu gerinda potong (flat wheels).



#### 11. Rel

Rel merupakan komponen yang berfungsi sebagai alur/penyearah untuk gerinda tangan.

#### 12. Pengunci pelat/clamp

Pengunci pelat/clamp merupakan komponen yang berfungsi untuk menjepit pelat agar pada saat proses pemotongan pelat tidak bergerak. Clamp disini berupa baut.

#### 13. Meja

Meja merupakan komponen yang berfungsi sebagai dudukan pelat yang ingin dipotong.

#### 14. Roda meja

Roda meja disini berfungsi untuk mempermudah dalam pemindahan mesin pemotong ini.

Mekanisme kerja alat ini :

- Pelat yang akan dipotong diletakkan di atas meja mesin.
- Atur posisi bagian mana yang akan dipotong.
- Jepit pelat tersebut menggunakan clamp yang tersedia pada meja gerinda.
- Jika sudah merasa aman hidupkan mesin gerinda tersebut.
- Dan jalankan mesin gerinda tersebut pelan – pelan dengan mengikuti alur yang sudah ada.

### IV. KESIMPULAN

Dengan adanya alat ini membantu operator dalam proses pemotongan karena mengurangi resiko kecelakaan kerja dan cacat pada pemotongan pelat dan meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi pada skala industry kecil.

### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yusron, Sugiarto. 2012. “Dasar Proses Pemotongan Plat”. <http://yusronsugiarto.lecture.ub.ac.id/files/2012/10/modul-3-Pemotongan-Plat.pdf>. 14 Februari 2014.
- [2] Schonmetz, Alois. *Pengerjaan Logam dengan Perkakas Tangan dan Mesin Sederhana*. Bandung:Angkasa,2013.vi,356 hlm.:17,6 x 25 cm.
- [3] Suryanto. 1995. *Elemen Mesin 1*. Bandung: PEDC.

## Rancangan *Hydrofoil Impeller* pada *Biodigester* yang Dilengkapi *Baffle* untuk Meningkatkan Produktifitas Biogas

Moch. Rizqi Akbar Firdaos, Muhammad Aryo Widagdo, R.Grenny Sudarmawan  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
rizqiakbar10@ymail.com

### Abstrak

Limbah organik di Indonesia belum termanfaatkan dengan baik, salah satunya adalah limbah kotoran sapi yang rata-rata menghasilkan sekitar 1,7 miliar ton per tahun. Kurang lebih 10,000 biodigester sudah dibangun di beberapa titik di Indonesia, namun biodigester yang selama ini untuk menghasilkan biogas dari kotoran sapi masih menggunakan biodigester tanpa pengaduk. Untuk mengoptimalkan produksi biogas ini maka dirancang biodigester yang dilengkapi dengan pengaduk (*Mechanical Stirring*). Biodigester dirancang dengan bentuk silinder vertikal dan pengaduk *impeller*. Metode perancangan yang digunakan yaitu analisa terhadap rancangan sebelumnya yang memiliki kapasitas 12m<sup>3</sup> tanpa menggunakan sistem pengadukan. Metode ini ditinjau dari data empiris yang kemudian dilihat efektifitas dan efisiensinya. Pemilihan jenis pengaduk sangatlah penting. Dalam perancangan ini akan menggunakan pengaduk jenis *hydrofoil* yang memiliki arah aliran aksial tinggi yang mampu mengaduk dengan merata. Pengadukan dilakukan dengan durasi waktu setiap dua jam sekali selama sepuluh menit dioperasikan pada putaran rendah menggunakan *Timer Program On-Delay*. Untuk menghindari pusaran fluida (*vortex*) biodigester dilengkapi dengan *baffle*. Penyederhanaan konstruksi dilakukan dengan meletakkan filter biogas di atas *ellipsoidal head*. Perancangan ini menghasilkan sebuah rancangan biodigester yang dilengkapi dengan sistem pengadukan terintegrasi yaitu *hydrofoil* dan *baffle*.

Kata kunci : Biodigester, *hydrofoil*, filter, *baffle*, kotoran sapi.

### Abstract

The organic waste in Indonesia had not utilized well, one of them is cow waste which produced about 1,7 million tons every year. Approximately 10,000 biodigester has built in some regions of Indonesia, but the biodigester that commonly utilized there is no mechanical stirring. The biodigester designed vertical cylinder with impeller stirrer. The method of design that used is analysis toward previously design that has capacity of 12m<sup>3</sup> without stirring system. This method reviewed from empiric data then analyze the effectivity and efficiency. The selection kind of stirring is very important. In this designing used hydrofoil stirrer that has high axial flow which can make smooth mixing. Stirring is done by the duration of time every two hours for ten minutes is operated at low speed using the On-Delay Timer Program. To avoid fluid vortex (*vortex*) biodigester equipped with baffles. Simplifying construction of biogas is done by putting a filter on ellipsoidal head. By doing the design and calculation approach, the design analysis resulted in a biodigester design that is equipped with a stirring system that is integrated hydrofoil and baffle.

Keyword : Biodigester, hydrofoil, filter, baffle, cow waste

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Sumber energi alternatif di Indonesia sangatlah banyak namun belum termanfaatkan dengan baik dan optimal. Salah satu contohnya adalah limbah feses sapi, dimana limbah ini sangat berpotensi untuk menjadi sumber energi alternatif yang bisa digunakan oleh siapapun.

Meskipun limbah ini sudah dimanfaatkan sebagai biogas, namun biodigester yang sudah digunakan belum menggunakan sistem pengadukan. Hal ini dapat mempengaruhi produktivitas biogas. Perlunya pengembangan teknologi biodigester yang dilengkapi pengadukan yang terintegrasi secara otomatis. Pembuatan biodigester dengan memanfaatkan pengadukan akan sangat menguntungkan dalam meningkatkan produktifitas biogas. Penentuan desain impeller sebagai pengaduk pun sangat penting. Jenis impeller yang mampu mengangkat solid yang mengendap adalah jenis *hydrofoil impeller*. Rancangan yang dibuat adalah desain biodigester yang dilengkapi dengan *hydrofoil impeller* pada posisi *top-entering*.



## 2. Landasan teori

### Stirring Technology

Pengadukan adalah operasi yang menciptakan terjadinya gerakan dari bahan yang diaduk seperti molekul- molekul, zat-zat yang bergerak atau komponennya menyebar (terdispersi). *Stirring Technology* atau teknologi pengadukan sangat diperlukan dalam proses mempercepat pembentukan biogas dikarenakan beberapa hal sebagai berikut :

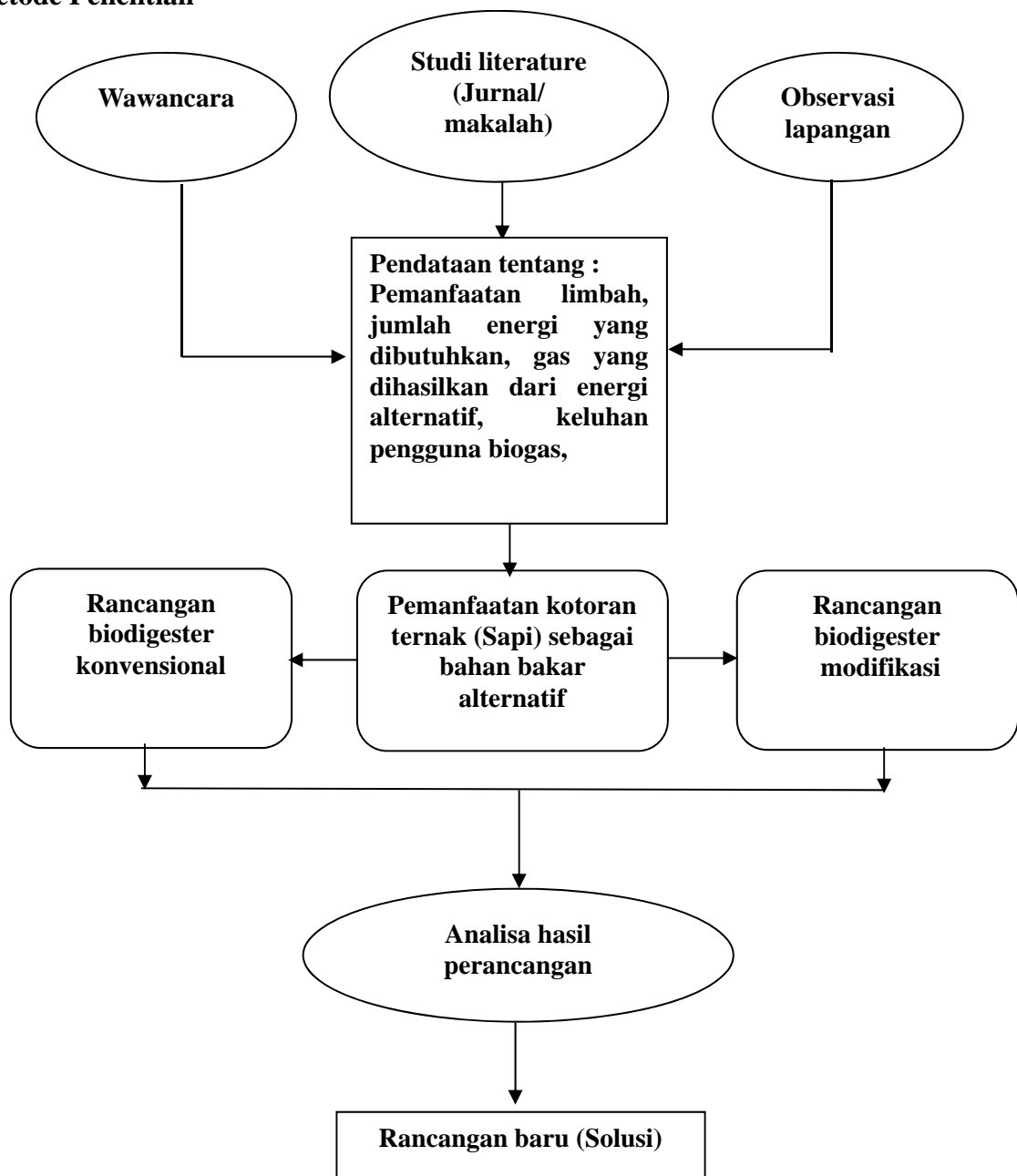
1. Solid akan mengendap pada dasar tangki
2. Akan terbentuk busa pada permukaan yang akan menyulitkan keluarnya gas
3. Penyampuran lumpur lama dengan lumpur baru yang mempunyai populasi bakteri sangat tinggi akan sangat mempercepat produksi biogas
4. Mengurangi endapan atau apungan yang berbentuk semi padat
5. Dapat mendispersikankerja bakteri baru dan lama secara merata
6. Membagi ratakan temperatur, sehingga kandungan nutrisi campuran lebih cepat habis yang berarti proses produksi biogas berjalan lebih cepat

Pengadukan yang sering dijumpai adalah *passive stirring*, dimana pengadukan dilakukan diluar biodigester. Cara ini masih kurang efektif seperti yang dituliskan di atas. Oleh karena itu perlu mengimplementasikan *active stirring system*, seperti menggunakan *mechanical stirring*, *pneumatic stirring* atau *hydraulic stirring*. Beberapa negara lebih dari 90% menggunakan *mechanical stirring* (Al Seadi Teodorita dkk 2008).

Pengadukan yang sesuai dengan kebutuhan ini adalah jenis impeller yang memiliki gaya aliran aksial yang tinggi yang mampu mengangkat solid yang mengendap dan mendispersikan kerja bakteri (Paul, Edward L 2004).

## II. EKSPERIMEN

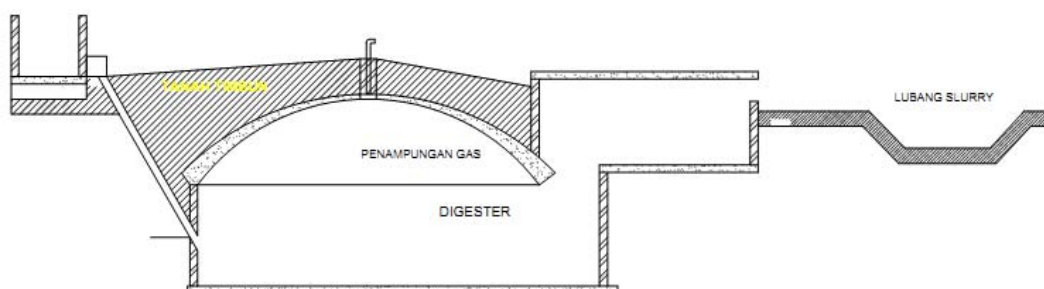
### 1. Metode Penelitian



Gambar 1. Flowchart metode penelitian

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Pembahasan



Gambar 2. Desain Biodigester tanpa Pengaduk

Desain biodigester yang sudah digunakan di Indonesia belum menggunakan pengaduk. Hal ini sangat berpengaruh terhadap produktivitas gas yang dihasilkan biodigester, karena substrat (*slurry*) tidak tercampur secara homogen. Maka perlunya suatu sistem pengadukan yang mampu mencampur bakteri yang terdapat pada substrat secara dispersi. Namun tidak semua sistem pengadukan dapat mencampur bahan dengan baik, perlunya pemilihan sistem pengadukan yang sesuai dengan desain biodigester.

#### Pendekatan perancangan

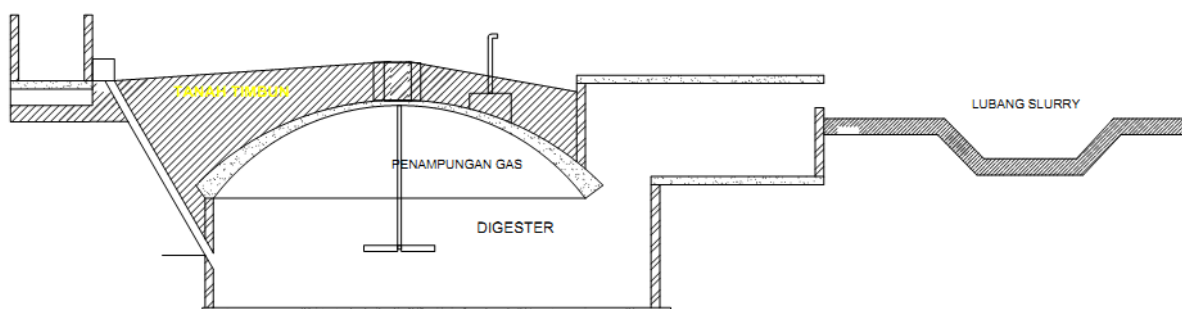
*Vertical Biodigester* yang dilengkapi dengan *hydrofoil impeller*. Pertimbangannya ialah sebagai berikut :

1. Bentuk yang akan dibuat berbentuk vertikal, ini membuat konstruksi tegak dan kuat.
2. Biodigester ditanam didalam tanah agar suhu tetap terjaga, karena suhu ideal kerja bakteri berada pada suhu mesophilic antara 20-35 C
3. Pengadukan berbentuk silinder vertikal dengan *hydrofoil impeller* yang didesain sesuai dengan kebutuhan pengadukan.
4. Penentuan geometri dan dimensi impeller, dengan mempertimbangkan dimensi biodigester.
5. Penambahan baffle pada empat titik sebagai pengarah aliran dan pengubah aliran laminar menjadi turbulen
6. Pemanfaatan timer sebagai sistem otomasi agar motor dapat dioperasikan secara berkala
7. Dilengkapi dengan safety valve untuk menghindari fluktuasi tekanan yang tinggi.
8. Dilengkapi dengan filter H<sub>2</sub>S yang dirancang terintegrasi dengan biodigester

#### Impeller

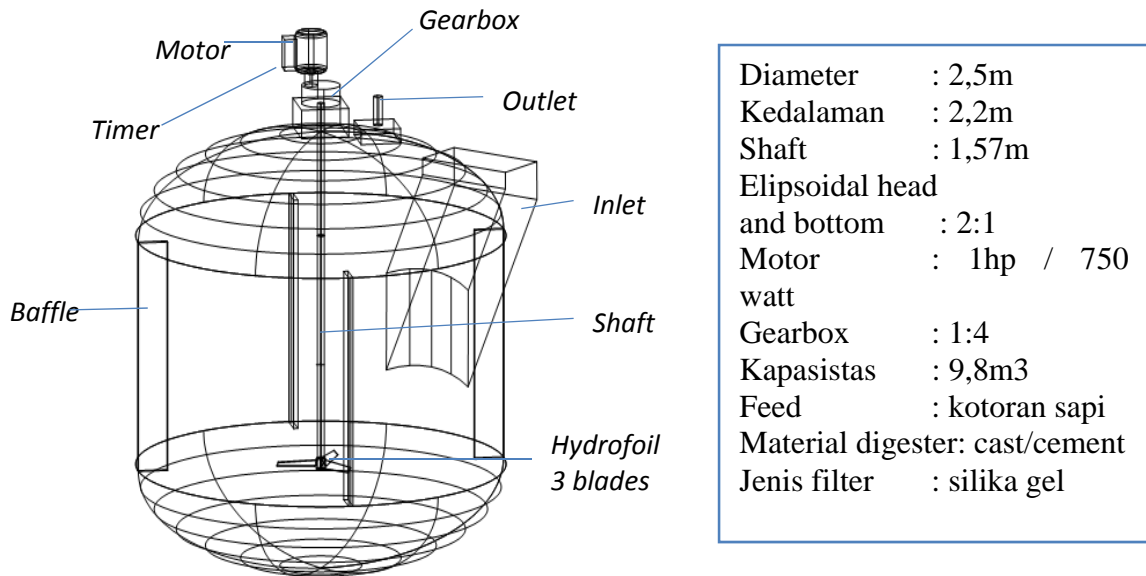
Penentuan tipe *blade* pada pengadukan sangat penting, karena diperlukan suatu aliran yang bisa mencampur substrat pada slurry secara homogen dalam periode yang telah ditentukan. Selain itu kecepatan putaran pengadukan harus diperhatikan agar tidak menghambat bakteri dalam proses fermentasi. Oleh karena itu *blade* dengan tipe *hydrofoil impeller* lebih sesuai dengan kebutuhan karena aliran aksial yang dihasilkan dapat mengaduk bahan dengan viskositas rendah (kotoran sapi) secara merata dengan waktu yang lebih singkat.

Rancangan implementasi mechanical active stirring pada biodigester.



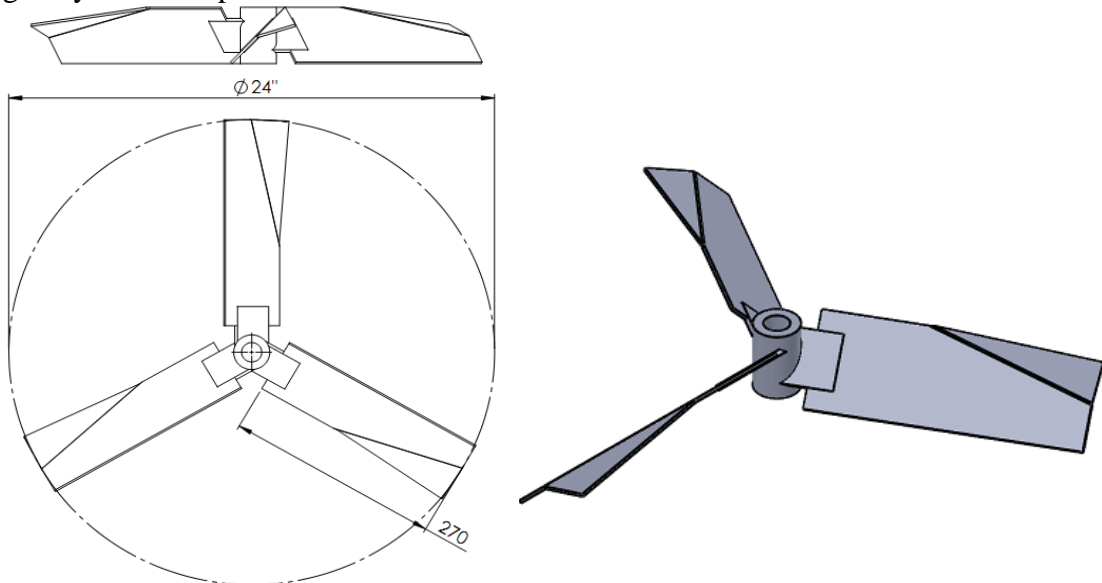
Gambar 2. Desain Biodigester dengan Pengaduk

Berikut rancangan biodigester dengan pengaduk *hydrofoil impeller*:



Gambar 3. Rancangan biodigester dengan hydrofoil impeller

Rancangan hydrofoil impeller



Gambar 4. Rancangan geometri dan dimensi hydrofoil impeller



Gambar 5 simulasi menggunakan software Solidworks

#### IV. KESIMPULAN

- Pengadukan dengan impeller jenis *hydrofoil* sangat menguntungkan, selain dari pada arah aliran aksial lebih baik dibandingkan dengan yang lain, impeller tipe ini memiliki efisiensi yang tinggi.
- Menggunakan putaran rendah untuk mengaduk solid pada digester agar kerja bakteri optimal
- Penggunaan *baffle* dapat membantu dalam pembentukan aliran turbulen pada digester yang berakibat terdispersinya solid baru terhadap solid yang lama.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Al Seadi Teodorita, Dominik Rutz, Heinz Prassl, Michael Kottner, Tobias Finserwalder, Silke Volk, Rainer Janssen, *Stirring Technologies Biogas Handbook*, University of Southern Denmark Echbjerg, Niels Borhs Vej 9-10, DK-6700 Esbjerg, Denmark, 2008.
- [2] Biogas Rumah Biru, *Panduan Konstruksi Model Instalasi Biogas Indonesia*, 2010
- [3] Da Costa Joaquim, *Optimasi Produksi Biogas Pada Anaerobic Digester Biogas Type Horizontal*, Program Magister Konversi Energi Teknik Mesin ITS, Indonesia 2011
- [4] Paul, Edward L, Victor A, Suzzane M. "Handbook of Industrial Mixing. Science and Practice". North American Mixing Forum. Inc. Hoboken, New Jersey 2004
- [5] Sorensen Bent, *Renewable Energi Conversion, Transmission And Storage*, 2007
- [6] Yotaro Hattamura *The practice of Machine Design*, Japan 1999

## Analisa Kerusakan Cylinder Head pada Engine Marine 3412 Caterpillar dengan S.N 3JK00737

Adlu Chobiir Rosyadi ; Amry Dwi Prasetya ; Dewin Purnama  
TeknikMesin AlatBerat, PoliteknikNegeri Jakarta  
[amrydp@yahoo.com](mailto:amrydp@yahoo.com)

### Abstrak

Kinerja sebuah engine diesel dipengaruhi oleh sempurna atau tidaknya pembakaran yang terjadi di ruang bakar. Pembakaran akan menghasilkan ledakan dan api yang berakibat suhu dan tekanan yang sangat tinggi di ruang bakar karena katup *intake&exhaust* menutup. Cylinder head adalah komponen utama dari engine yang terletak di atas *block cylinder* yang berfungsi sebagai ruang pembakaran. Cylinder head harus mampu menahan suhu panas dan tekanan hasil pembakaran. Cylinder head merupakan *main component* yang harganya relatif mahal, kerusakan yang terjadi pada cylinder head akan menyebabkan penggantian besar yang dapat merugikan. Penelitian ini bertujuan mengetahui fungsi dan kerusakan yang terjadi pada cylinder head. Penelitian ini merujuk pada buku *Applied Failure Analysis dan Guideline and Reusable Parts & Salvage*. Dengan adanya penelitian ini hasil yang diharapkan dapat mengetahui penyebab kerusakan pada cylinder head untuk meminimalisir kerusakan yang akan terjadi di kemudian hari.

Kata kunci: *Cylinder head, intake & exhaust, block cylinder, main component, applied failure analysis, guideline and reusable parts & salvage*

### Abstract

The performance of a diesel engine is affected by whether or not perfect combustion that occurs in the combustion chamber. Combustion will generate an explosion and fire that resulted in the temperature and high pressure because the engine due to the intake valves and exhaust closing. Cylinder head is the main component of the engine which is located above the cylinder block which serves as a combustion chamber. Cylinder head must be able to withstand the heat and pressure of combustion products. Cylinder head is the main component which is relatively expensive, the damage which happen to the cylinder head will cause the big change that could suffer a financial loss. This study aims to determine the function and damage to the cylinder head. This study refers to the book *Applied Failure Analysis and Guideline and Reusable Parts and Salvage*. From this research be provider that the result can find the cause of damage to the cylinder head to minimize the damage that will occur in the future.

Keywords: *Cylinder head, intake & exhaust, block cylinder, main component, applied failure analysis, guideline and reusable parts & salvage*.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Engine diesel sangat berperan penting dalam berbagai aspek seperti pembangunan infrastruktur jalan & jembatan, konstruksi bangunan/gedung, pertambangan & perminyakan, perindustrian, dll. Agar kinerja engine dapat tercapai maksimal diperlukan pembakaran yang sempurna di ruang bakar. Pembakaran akan menghasilkan ledakan dengan suhu yang sangat tinggi. Dibutuhkan komponen yang mampu menahan suhu dan tekanan hasil pembakaran agar engine dapat terus beroperasi secara normal, dalam hal ini adalah cylinder head.

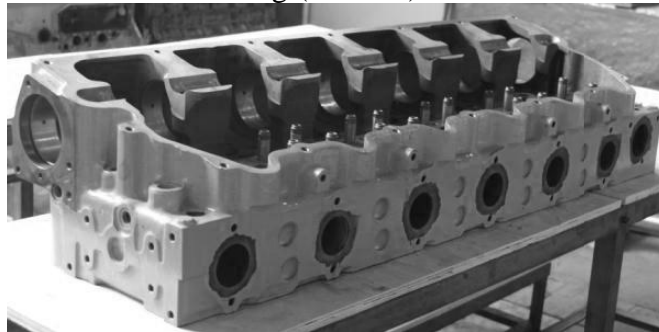
Kerusakan dengan jenis pitting korosi pada setiap permukaan cylinder head khususnya pada engine marine Caterpillar sangat jarang terjadi. Banyak faktor yang dapat menyebabkan kerusakan ini terjadi. Dengan adanya penelitian berjudul "*Analisa Kerusakan Cylinder Head pada Engine Marine 3412 Caterpillar dengan S.N 3JK00737*" diharapkan dapat mengetahui akar penyebab dan jenis kerusakan dan memberikan solusi cara mengatasi cylinder head engine marine 3412 Caterpillar yang mengalami kerusakan. Serta memberikan rekomendasi perbaikan dan perawatan kepada pemilik agar kerusakan serupa tidak terjadi di kemudian hari.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1. Prinsip Dasar Cylinder Head

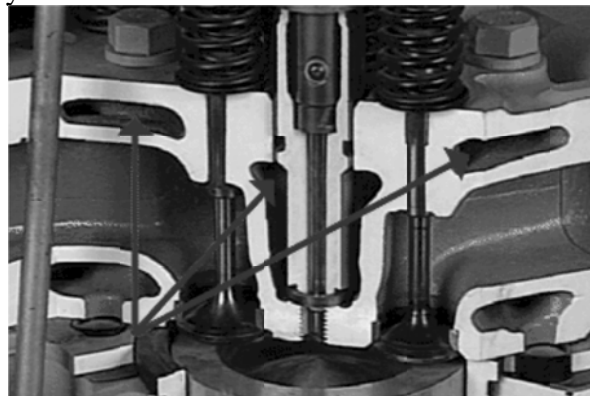
*Cylinder head* ditempatkan di bagian atas *cylinder*. Pada bagian bawah cylinder head terdapat ruang bakar dan *katup-katup/valve*. Cylinder head harus tahan terhadap temperatur dan tekanan yang

tinggi selama engine bekerja. Harus kuat dan kaku sehingga gaya-gaya dari gas hasil pembakaran yang menuju ke cylinder head dapat didistribusikan secara merata ke *engine block*. Oleh sebab itu umumnya cylinder head dibuat dari besi tuang (besi cor).



Gambar 1. Cylinder head[1]

Pada cylinder head dilengkapi dengan mantel pendingin yang di aliri air pendingin yang berguna sebagai media untuk mendinginkan suhu engine yang panas, terutama pada bagian *valve*. *Coolant* mengalir dari saluran yang terdapat pada *engine block* sampai ke *cylinder head*, mengambil panas dari *valve seat* dan *guide*-nya.

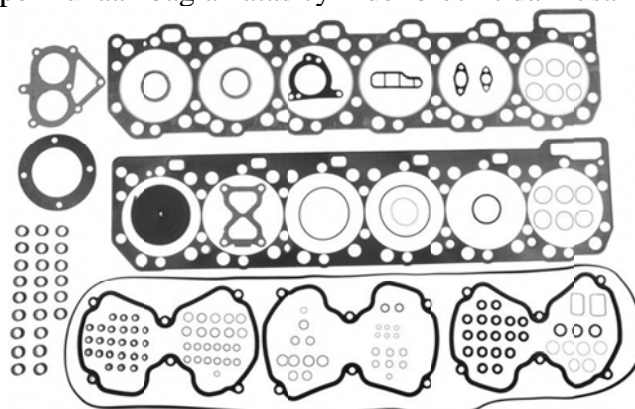


Gambar 2. Ruang pendingin pada cylinder head [2]

*Water coolant* bekerja karena dipompa oleh *water pump*. Hal ini berguna untuk mencegah engine *overheating* dan meminimalisir komponen-komponen engine agar tidak cepat aus atau rusak.

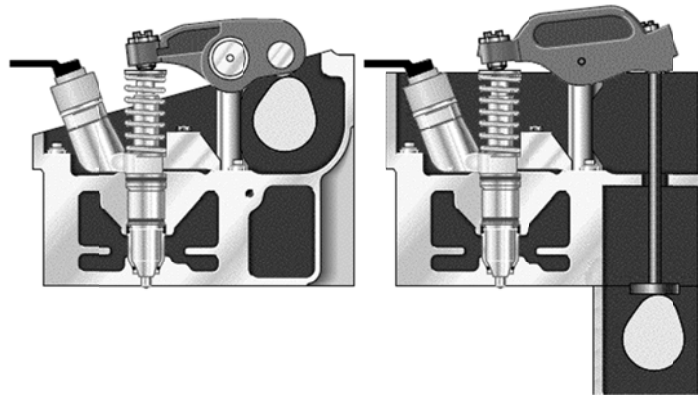
## 2. Pengertian Cylinder Head

*Cylinder head* merupakan penutup lubang cylinder (ruang bakar) pada *cylinder block* dan tempat kedudukan *valve*. *Cylinder head* bertumpu pada bagian atas *cylinder block*. Titik tumpunya disekat dengan *gasket* untuk menjaga agar tidak terjadi kebocoran kompresi, disamping itu agar permukaan metal cylinder head dan permukaan bagian atas cylinder block tidak rusak akibat gesekan.



Gambar 3. Gasket cylinder head[3]

*Cylinder Head* juga sebagai tempat komponen-komponen engine seperti, valve guide, valve seat, valve spring, valve, rocker arm, camshaft, pushrod, injector, rocker arm shaft.



Gambar 4. Cylinder Head sebagai dudukan valve dan injector[2]

### 3. Fungsi Cylinder Head

*Cylinder head* berfungsi sebagai tempat mekanisme valve dan sebagai tutup cylinder. Secara umum fungsi dari kepala silinder atau *cylinder head* ini yaitu adalah:

1. Mencegah kebocoran tekanan pembakaran.
2. Penghantar panas pembakaran kependinginan.
3. Sebagai saluran masuk dan keluarnya udara dan gas buang.
4. Tempat kedudukan *valve*, *injector* dan lain-lain.
5. Menyalurkan pendinginan kesekitarnya.
6. Dapat diganti apabila sudah mengalami keausan permukaan

## III. EKSPERIMEN

### 1. Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini penulis menggunakan 8 Langkah Penerapan *Applied Failure Analysis*, yaitu:

1. Pastikan masalah tsb dengan singkat dan jelas.
2. Susun semua fakta yang diperoleh.
3. Catat dan periksa fakta-fakta tsb.
4. Berpikir secara logis.
5. Tentukan root cause yang paling mendekati timbulnya masalah tsb.
6. Komunikasikan dengan bagian yang bertanggung jawab.
7. Lakukan perbaikan sesuai arahan bagian yang bertanggung jawab.
8. Bicarakan kepada pelanggan.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mencari tahu penyebab dari kerusakan ini, penulis mengumpulkan data dan fakta dari engine marine 3412 ini. Data dan fakta yang ditemukan ini adalah sebagai berikut:

### History Engine

- Milik pribadi
- Dipakai setiap minggu untuk memancing
- Kurang perawatan (Maintenance)
- Overhaul yang pertama

### Fakta yang ditemukan

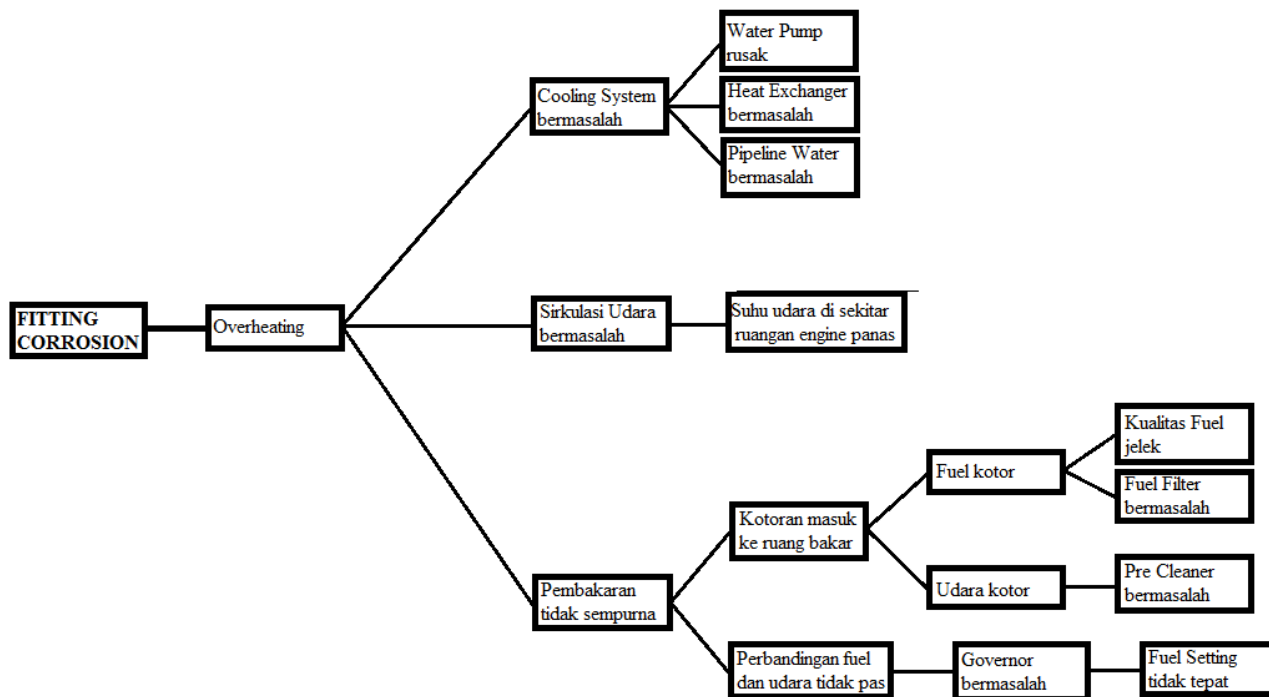
- Piting korosi
- Valve terbakar
- Fuel Filter yang digunakan tidak sesuai/diluar spesifikasi



- Fuel Screen tidak ada
- Pemilik engine meng-overhaul 2 engine dengan model yang sama namun hanya engine ini saja yang mengalami kerusakan.

Dari data dan fakta tersebut penulis membuat sebuah diagram fish bone untuk memudahkan dalam mencari akar penyebab (root cause) dari kerusakan ini. Diagram ini menjelaskan kemungkinan-kemungkinan penyebab kerusakan piting pada cylinder head marine engine 3412 ini berdasarkan data dan fakta yang ditemukan. Adapun diagram fish bone dapat kita lihat pada gambar dibawah ini.

**Diagram Fishbone Engine Marine 3412 yang mengalami kerusakan piting korosi**



Gambar 5. Diagram Fish Bone

Berdasarkan diagram diatas, penulis menemukan root cause dari kerusakan yang terjadi inidengan mencoret kemungkinan-kemungkinan yang ternyata bukan menjadi akar penyebab permasalahan tersebut, yaitu sebagai berikut:

1. Cooling System dan Sirkulasi Udara Bermasalah bukan merupakan root cause. Setelah di periksa ternyata bukan ini yang menjadi akar penyebab kerusakan.
  2. Setting Governor bermasalah bukan merupakan root cause. Pada saat governor di lepas dan di tes kondisinya masih bagus.
  3. Udara kotor bukan merupakan root cause. Air Cleaner masih bagus dengan kondisi layak untuk digunakan.
  4. Fuel kotor bukan merupakan root cause, karena 2 engine yang di overhaul oleh pemilik menggunakan fuel yang sama dan hanya pada engine ini saja yang mengalami kerusakan
- Setelah mencoret kemungkinan-kemungkin tersebut akhirnya penulis mendapatkan root cause dari kerusakan ini yaitu Fuel Filter yang digunakan tidak sesuai atau diluar spesifikasi.

**V. KESIMPULAN**

1. Penggunaan Fuel Filter yang tidak sesuai dapat menyebabkan kerusakan serta kerugian yang sangat besar.
2. Perawatan secara berkala sangat dibutuhkan untuk meminimalkan kerusakan besar pada engine, memanjangkan usia (life time) komponen dan engine, dan dapat mengoptimalkan kinerja engine.

## **VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] [www.google.com/Cylinder-head-engine-caterpillar-3412](http://www.google.com/Cylinder-head-engine-caterpillar-3412)
- [2] PT. Trakindo Utama. 2003. Dasar-dasar Engine Diesel. Learning Center Department
- [3] Modul CAT Cylinder Heads and Valves
- [4] Buku Belajar SMK. Teknik Alat Berat. 2004. Melepas dan Memasang Cylinder Head Group.



## Rancang Bangun Perkakas Tekan Pembuat Cetakan Kue

Genista Ginting<sup>1</sup>; Jeriko Aries<sup>1</sup>; Obed Jonathan<sup>1</sup>; Yosep Setiawan<sup>1</sup> Mochammad Sholeh<sup>2</sup>

1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

### Abstrak

Pembuatan cetakan kue saat ini masih menggunakan cara tradisional. Cara tradisional yang dimaksud adalah dengan menggunakan perkakas tangan berupa kikir, gunting plat, palu dan sebagainya. Cara ini kurang efektif, oleh karena itu di rancanglah suatu alat perkakas tekan dengan konsep deep drawing pada proses pembentukan cetakannya. Tujuan dari pembuatan alat ini adalah untuk meningkatkan efisiensi waktu pembuatan cetakan kue, mengurangi tingkat kecelakaan kerja, menghasilkan produk yang lebih presisi dan lebih baik. Dalam proses drawing akan dilakukan pada satu stasiun dengan menggunakan satu punch dan prosesnya akan berlangsung kontinyu. Mekanisme yang digunakan dalam membuat rancangan ini yaitu sistem toggle. Sistem toggle dianggap sangat menguntungkan karena dapat menghasilkan gaya yang efektif dan efisien dalam proses perkakas tekan, terkhusus proses drawing. Hasil dari rancangan ini dapat menggantikan proses pembuatan cetakan kue dengan cara tradisional, dengan produk yang presisi, lebih cepat, dan aman.

Kata kunci : Perkakas tekan, punch, drawing, kontinyu, sistem toggle

### Abstract

Manufacture of cakes mold this time is still using the traditional method. The traditional method in question is use hand tools such as file, plate shears, hammer, etc. This method is less effective, therefore be designed a press tool with deep drawing concept on the formation process. The purposes of making this tool are to increase the time efficiency of cakes mold-manufacture, reduce the rate of workplace accidents, produce more precision products and better. In deep drawing process, will be performed at one station with a punch, and the process will be going continuously. The mechanisms that used in making this design is toggle system. A toggle system is considered very beneficial because it can produce an effective and efficient forces in press tooling process, especially drawing process. The result of this design can replace cakes mold- manufacture process with traditional method, with precision products, more fast, and safe.

Keyword: press tool, punch, drawing, continuously, toggle system.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

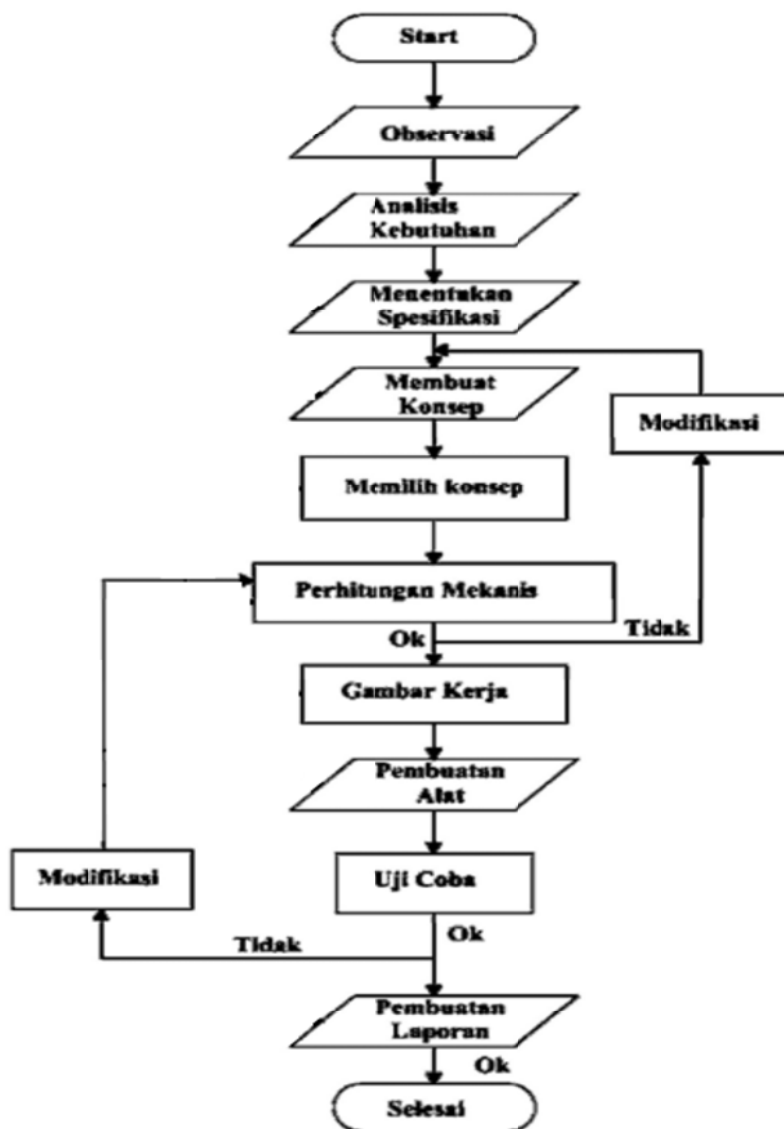
Dalam pembuatan satu cetakan kue dengan metode tradisional membutuhkan waktu kurang lebih 1 jam. Untuk meningkatkan produktivitas industri pembuatan cetakan kue agar lebih efektif dan efisien, maka diperlukan peningkatan aplikasi teknologi untuk membuat cetakan kue. Tujuan dari perancangan ini adalah merancang suatu model perkakas tekan pembuat cetakan kue dengan waktu pengerjaan yang lebih singkat. Hasil dari perancangan dan pengujian ini nantinya akan diterapkan kepada industri pembuat cetakan kue.

Dalam proses pembuatan cetakan kue pada industry kecil, sering dijumpai banyak sekali kekurangan yang bersifat teknis, karena kurang memperhitungkan sifat-sifat mekanis bahan, jenis dan dimensi dari alat pembentuknya. Tidak hanya itu, keahlian yang dimiliki masing-masing pengrajin cetakan kue juga berbeda, sehingga berpengaruh kepada efektifitas kerja. Hal ini berakibat pada cetakan yang mengalami kerusakan dan jumlah produksi cetakan yang berkurang karena rusak serta lambatnya proses produksi cetakan kue.

Berikut adalah perbandingan antara cara tradisional dengan alat yang dirancang :

Cara Tradisional	Press Tool Pembuat Cetakan Kue
- pembuatannya menggunakan palu, kikir dan gunting plat	- prosesnya deep drawing, satu kali proses menghasilkan satu produk
- kurang presisi	- lebih presisi
- banyak produk cacat	- cacat terjadi jika komponen alat terjadi kerusakan
- satu produk membutuhkan waktu lebih kurang 2 jam	- satu produk membutuhkan waktu 5 detik
- tingkat kecelakaan kerja tinggi	- kecelakaan kerja lebih diminimalisir
- biaya produksi lebih tinggi	- biaya produksi lebih hemat

## II. METODOLOGI RANCANGAN



Gambar 1. Diagram Alir

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

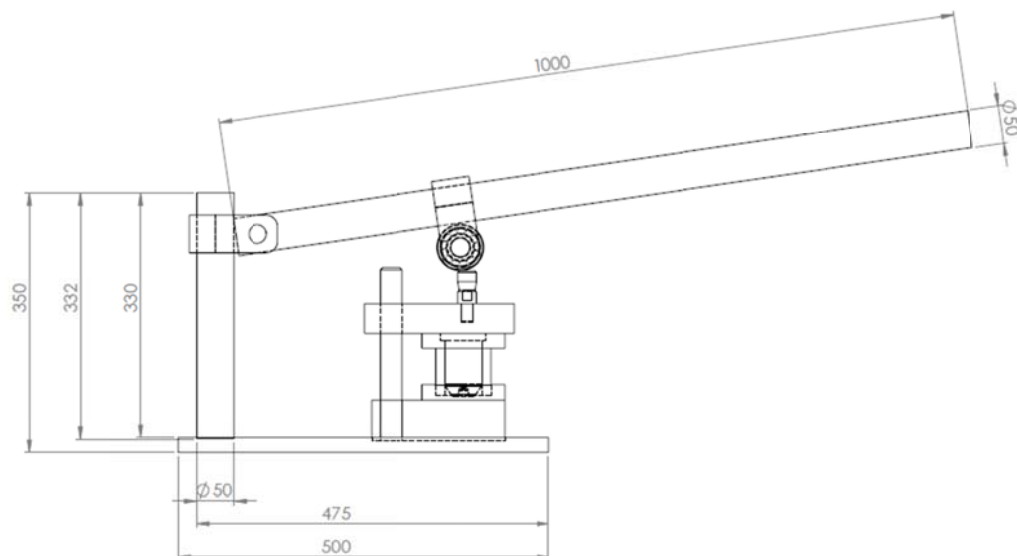
#### 1. Konsep dan Analisis Rancangan

Pemilihan konsep :

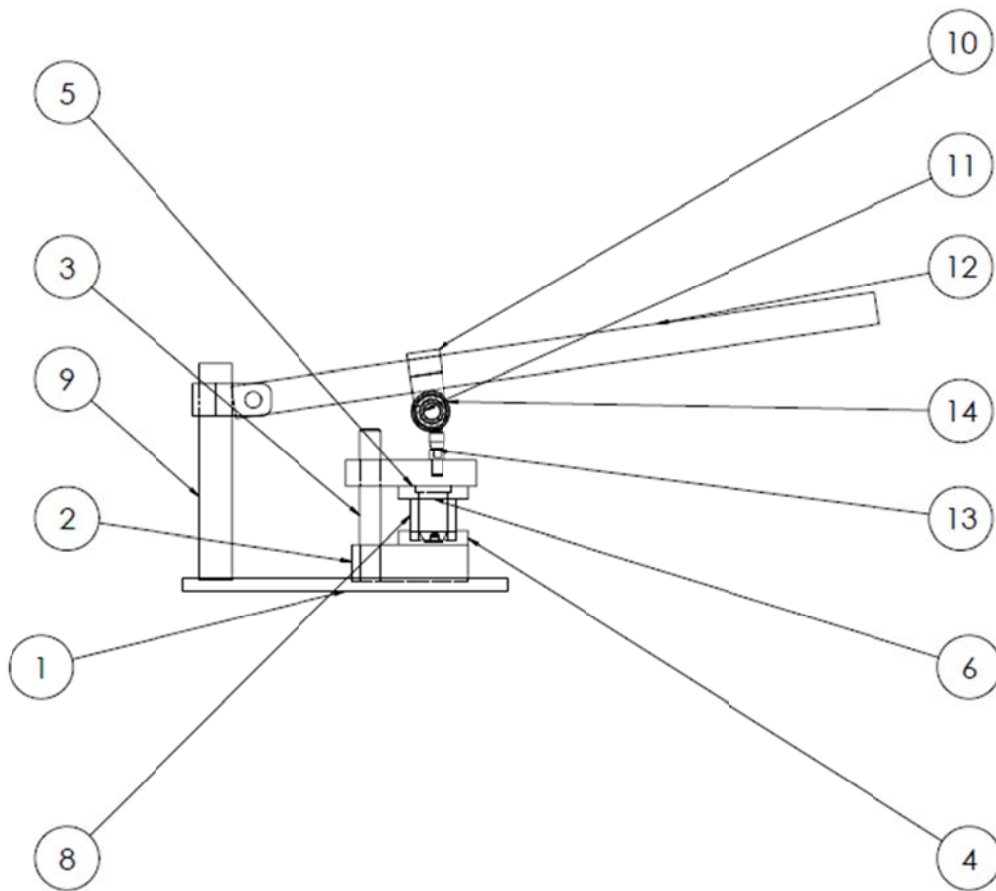
1. Perkakas tekan dengan mekanisme Tuas (Rack Pinion)  
Kelebihan : Biaya lebih murah serta mekanismenya lebih mudah dipahami.  
Kekurangan : Dimensi yang besar serta gaya yang dihasilkan kecil.
2. Perkakas tekan dengan mekanisme Hidrolik  
Kelebihan : Gaya yang dihasilkan besar serta pengoperasian lebih mudah  
Kekurangan : Biaya lebih mahal serta mekanismenya lebih sulit
3. Perkakas tekan dengan mekanisme sistem toggle  
Kelebihan : Gaya yang dihasilkan lebih besar dibanding gaya yang diberikan, biaya lebih murah, dimensinya lebih kecil.  
Kekurangan : Mekanismenya lebih sulit.

Dari tiga konsep diatas, akhirnya konsep yang dipilih menggunakan mekanisme system toggle, karena sistem toggle dapat menghasilkan gaya yang jauh lebih besar dibanding dengan gaya yang diberikan sehingga akan mempermudah dalam penggunaan perkakas tekan tersebut, selain itu biaya yang dikeluarkan untuk rancang bangun perkakas tekan ini lebih murah dibanding dengan mekanisme perkakas tekan yang lainnya serta dimensi keseluruhan perkaaks tekan yang tidak terlalu besar sehingga dapat digunakan di industry – industry kecil sampai menengah. Jadi system toggle merupakan system yang efektif dan efisien dalam mekanisme perkakas tekan.

Luaran yang diharapkan dalam rancang bangun perkakas tekan ini adalah :



Gambar 2. Design Press Tool pembuat cetakan kue



Keterangan Gambar :

1. Meja : dudukan presstool dan tiang silinder penyangga tuas
2. Bottom Plate : sebagai landasan dies
3. Pillar : pengarah punch, top plate dan blank holder
4. Dies : cetakan yang membentuk produk
5. Top plate : dudukan punch dan punch holder
6. Punch Holder : penahan punch saat press penekanan
7. Punch : penekan plat untuk memberntuk produk
8. Blank Holder : menahan plat kerja ketika proses deep drawing
9. Batang silinder : tempat menempel-nya komponen-komponen lain
10. Bearing Holder : dudukan bearing
11. Pin : melekatkan bearing pada bearing holder
12. Tuas : handle untuk melakukan proses tekan
13. Shank : menghubungkan presstool dengan tuas agar bisa naik turun
14. Rolling Bearing : meneruskan gaya dari tuas ke presstool

#### IV. KESIMPULAN

Dari proses pembuatan rancang bangun perkakas tekan pembuat cetakan kue yang telah kami lakukan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Konsep alat yang dipilih sederhana yaitu toggle. Biaya pembuatan alat dengan konsep ini juga lebih murah dibandingkan dengan hidrolik dan rack pinion.
2. Rancangan ini diharapkan mampu menyelesaikan masalah-masalah yang ada pada cara tradisional dalam membuat cetakan kue sesuai dengan hasil pengamatan.

**V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Meriam, J.L dan Kraige, L.G.1987. *Engineering Mechanics, Statics, Volume 1, 2nd Edition*, diterjemahkan oleh :  
Toni Mulia. Erlangga. Jakarta
- [2] Takei, Heido. 1982. *Die Structure and Design*. Nagoya International Training Center. Japan





## Perancangan Filter Coalescer Pada Pipa Gas di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas

Arief Nur Hidayat ; Azharyanto Fadhli ; Mochammad Sholeh

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

[ariefnur\\_hidayat@ymail.com](mailto:ariefnur_hidayat@ymail.com)

### Abstrak

Penggunaan energi alternatif mulai gencar dilakukan. Gas merupakan sumber energi alternatif yang baik untuk digunakan, mengingat bahwa cadangan minyak dunia yang saat ini semakin menipis dan masih banyaknya sumber/ladang gas di Indonesia. Pendistribusian gas melalui pipa ke Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) untuk memenuhi pasokan gas lebih murah biayanya dibandingkan dengan pendistribusian menggunakan kendaraan yang mengantar gas dari sumber/ladang gas alam ke berbagai SPBG. Gas yang mengalir melalui pipa SPBG sering terkontaminasi partikel kotoran dan kandungan air yang dapat mengurangi kualitas gas.

Kualitas gas yang baik ialah gas yang tidak mengandung air dan tidak mengandung partikel kotoran dengan ukuran lebih besar dari 5 [ $\mu$ ]. Untuk menghasilkan kualitas gas yang baik, dibutuhkan alat *Filter Coalescer*. Fungsi dari alat tersebut ialah untuk menyaring partikel kotoran dan kandungan air dalam gas. Kontruksi dari *Filter Coalescer* harus mampu menahan tekanan dari gas. Selain itu sistem pada tutup pada alat ini harus memiliki sistem yang praktis, karena dalam jangka waktu 1 tahun sekali filter berjenis *separator* di dalam alat tersebut harus diganti dengan yang baru.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah rancangan *Filter Coalescer* yang mampu menyaring partikel kotoran dan mampu memisahkan kandungan air pada gas dengan maksimal.

Penelitian ini menggunakan metode observasi lapangan, studi literatur untuk menentukan spesifikasi desain dan konsep desain, dan analisis gaya dan perhitungan mekanik.

Keunggulan dari rancangan Filter Coalescer ini ialah mampu memisahkan kandungan air pada gas dengan maksimal dan memiliki sistem penutup yang praktis.

Kata kunci : gas alam, *filter coalescer*, *filter separator*, *pressure vessel*.

### Abstrack

Alternative energy is being developed today to replace the gasoline or diesel energy. Gas is one of the best alternative energy, because it gives less effect to enviroment and Indonesia has a lot of gas source.

The distribution of gas by pipeline to the Fuel Gas Filling Station (SPBG) to meet the gas supply less costly than using the distribution of vehicles delivering gas from source/natural gas fields to various SPBG . Gas flowing through the pipeline SPBG often contaminated with particles and water content which can reduce the quality of the gas.

Quality of the gas is depend on the water content and particulate. The gas which has less water content and less particles ( $>5\mu$ ) is a high product. So it needs filter coalescer in pipe gas distribution. The function is to filter particles and water content in the gas. The construction of filter coalescer must be able restrain of the gas pressure. Beside of that, the cap design must be easy to take part, because the filter separator should be replace every year.

Tha aim of this result is to design filter coalescer that could reduce water content and particle content of the gas. The method of this research are field observation, study literature to determine design spesification and design concept of the system, and force and mechanic analysis.

The advantages of this Filter Coalescer design is capable of separating water content in gas with a maximum cover and have a practical system.

Keyword : natural gas, filter coalescer, filter separator, pressure vessel.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Dewasa ini penggunaan energi alternatif mulai gencar dilakukan. Gas merupakan sumber energi alternatif yang baik untuk digunakan, mengingat bahwa cadangan minyak dunia yang saat ini semakin menipis dan masih banyaknya sumber/ladang gas di Indonesia. Pendistribusian gas melalui pipa ke Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) untuk memenuhi pasokan gas lebih murah biayanya dibandingkan dengan pendistribusian menggunakan kendaraan yang mengantar gas dari sumber/ladang gas alam ke berbagai SPBG.

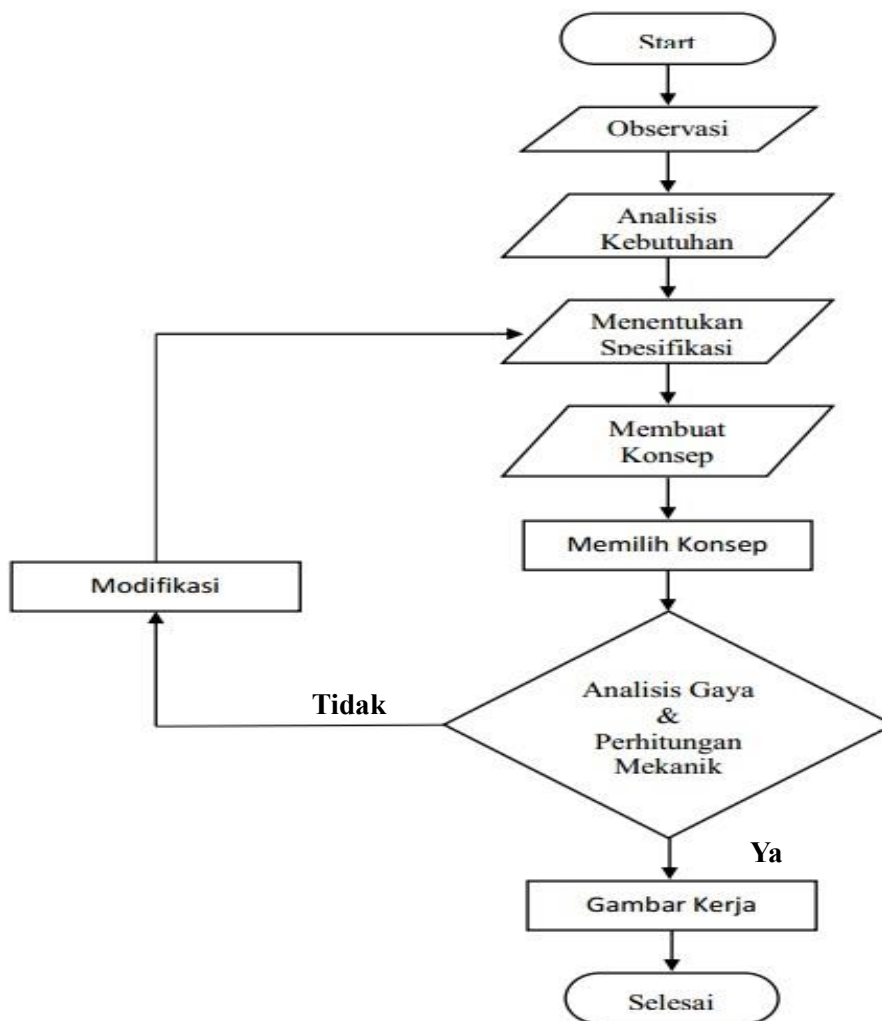
Gas yang mengalir melalui pipa SPBG sering terkontaminasi partikel kotoran dan kandungan air yang dapat mengurangi kualitas gas. Kualitas gas yang baik ialah gas yang tidak mengandung air

dan tidak mengandung partikel kotoran dengan ukuran lebih besar dari 5  $[\mu]$ . Untuk mendapatkan kualitas gas yang baik dibutuhkan sebuah alat yaitu *Filter Coalescer*.

*Filter Coalescer* ialah alat yang digunakan untuk memisahkan/menyaring fluida gas dari berbagai partikel kotoran yang bergabung dalam aliran gas dalam pipa tersebut. Biasanya partikel kotoran disebabkan karena masih adanya sisa-sisa hasil pengerjaan pada saat pipa tersebut dibangun. Salah satunya adalah kotoran dari sisa-sisa pengelasan pipa pada saat pengerjaan. Selain itu *Filter Coalescer* juga digunakan untuk memisahkan kandungan air dalam gas. Agar kandungan air dapat terpisah dengan maksimal peletakkan filter di dalam *Filter Coalescer* harus pada lokasi yang tepat. Dalam jangka waktu yang telah ditentukan filter di dalam *Filter Coalescer* harus diganti, sehingga dibutuhkan mekanisme sistem penutup pada *Filter Coalescer* yang praktis serta mudah digunakan. *Filter Coalescer* juga harus memiliki konstruksi yang kuat agar mampu menahan tekanan operasional dari gas yang mengalir. Tujuan penelitian ini adalah merancang *Filter Coalescer* yang mampu memisahkan kandungan air dengan gas secara maksimal, dan memiliki sistem penutup yang praktis.

## II. EKSPERIMEN

### 1. Metode Perancangan



Gambar 1 : Diagram Alir Metode Perancangan

Metode perancangan ini meliputi beberapa tahapan yaitu pada tahap pertama ialah observasi, untuk mengumpulkan data dan studi pustaka. Setelah itu menganalisis hasil observasi. Kemudian

menentukan spesifikasi alat yang dilanjutkan dengan membuat beberapa konsep alat, dan memilih konsep terbaik. Pada tahap ke empat adalah menganalisis gaya dan perhitungan mekanik, jika memenuhi maka dilanjutkan dengan gambar kerja, namun jika tidak memenuhi diulangi dari tahap menentukan spesifikasi.

### III. TEORI

#### Gas Alam

Komponen utama gas alam adalah metana ( $\text{CH}_4$ ) yang merupakan molekul hidrokarbon. Selain itu gas alam juga mengandung molekul hidrokarbon lainnya seperti etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), propane ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) dan butana ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ). Nitrogen, helium, karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) dapat juga terkandung di dalam gas alam. Komposisi gas alam bervariasi sesuai dengan sumber ladang gasnya. Berikut ialah komposisi dari gas alam pada SPBG Ragunan:

Tabel 1 : Komposisi dan data fluida gas yang mengalir ke SPBG Ragunan

Data	Satuan	Nilai
<i>Vapour Fraction</i>	-	1
<i>Temperature</i>	°F	87.501
<i>Pressure</i>	psig	150
<i>Std Gas Flow</i>	MMSCFD	7.409
<i>Mass Flow</i>	lb/hr	17403.666
<i>Heat Flow</i>	MMBtu/hr	-37.634
<i>Mass Enthalpy</i>	Btu/lb	-2162.422
<i>Actual Gas Flow</i>	ACFM	469.269
<i>Molecular Weight</i>	-	21.391
<i>Mass Density</i>	$\text{kg/m}^3$	0.618
<i>Viscosity</i>	cP	0.012
<i>Thermal Conductivity</i>	Btu/hr-A-F	0.018
<i>2 Factor</i>		0.971
<i>Component Molar Fraction</i>		
<i>Nitrogen</i>	%-mole	5.2434
<i>Methane</i>	%-mole	77.7215
<i>Ethane</i>	%-mole	2.7765
<i>Propane</i>	%-mole	1.8876
<i>i-Butane</i>	%-mole	0.4195
<i>n-Butane</i>	%-mole	0.4095
<i>i-Pentane</i>	%-mole	0.0999
<i>n-Pentane</i>	%-mole	0.1698
$\text{C}_6$	%-mole	0.3096
$\text{H}_2\text{S}$	%-mole	0.0000
$\text{CO}_2$	%-mole	10.8363
$\text{H}_2\text{O}$	%-mole	0.1266

Tabel 2 : Kebutuhan dan Spesifikasi

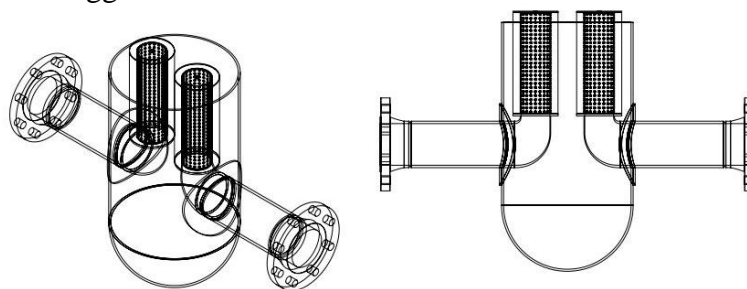
Kebutuhan	Spesifikasi	Design mampu menahan 225 [Psig]	Hasil filter dapat menyaring kotoran hingga 5 [ $\mu$ ] dan kandungan air hingga 0.1266 %-mole	Penutup menggunakan <i>quick opening closure</i> (Sistem buka-tutup yang cepat/praktis)	Penggantian filter minimal 1 tahun
Mampu menahan tekanan 150 [Psi]	X				
Mampu menyaring kotoran yang lebih dari 5 [ $\mu$ ]		X			
Mudah dalam penggantian filter				X	
Sitem penutup yang praktis				X	
Mampu memisahkan kandungan air dalam gas		X			
Jangka waktu penggantian filter minimal dari 1 tahun					X

### Filter Coalescer

*Filter Coalescer* ialah alat yang berfungsi untuk memisahkan partikel kotoran dan air dari kandungan gas sehingga gas yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. *Filter Coalescer* secara umum terdiri dari 2 jenis, yaitu horizontal dan vertical. Untuk pemisahan fluida 2 fasa yaitu air dengan gas, digunakan *Filter Coalescer* jenis vertical. Selain itu konstruksi dari *Filter Coalescer* haruslah mampu menahan tekanan operasional dari gas, oleh karena itu *Filter Coalescer* memiliki bentuk konstruksi seperti bejana tekan (*pressure vessel*).

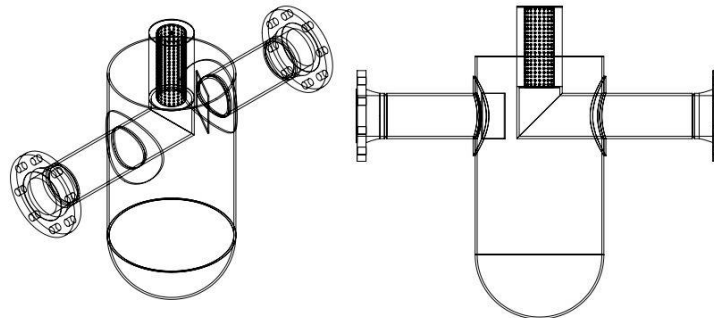
Berikut ini beberapa konsep rancangan *Filter Coalescer* yang dibuat untuk memenuhi kebutuhan.

- Konsep Pertama : Menggunakan dua filter.



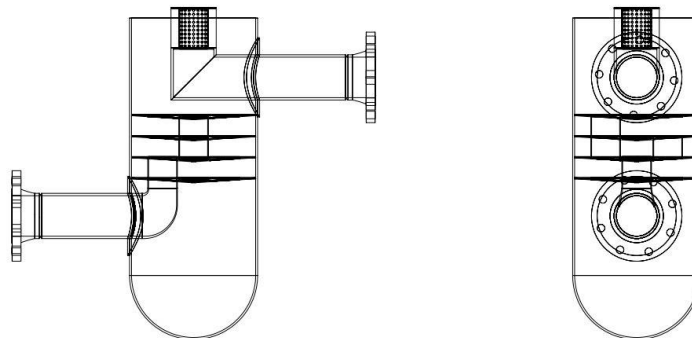
Gambar 2 : Konsep Desain Filter 1

- Konsep Kedua : Menggunakan satu filter, dan plat pengarah aliran gas yang berfungsi untuk memisahkan kandungan air dari gas



Gambar 3 : Konsep Desain Filter 2

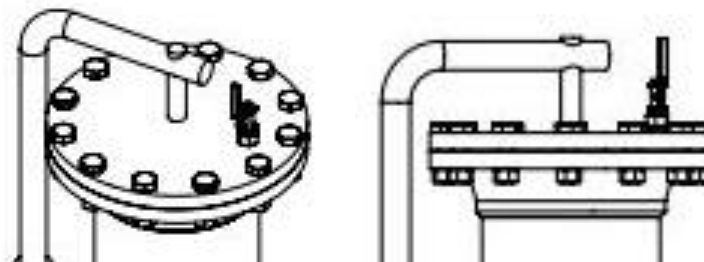
- Konsep Ketiga : Menggunakan satu filter, yaitu Filter Separator, dan sistem plat yang berbentuk seperti skat.



Gambar 4 : Konsep Desain Filter Ketiga

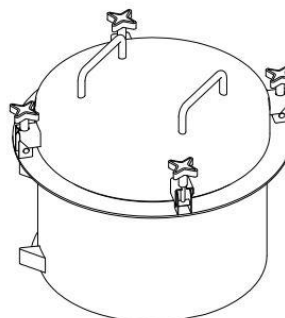
### Konsep sistem pada penutup

- Konsep Pertama : Menggunakan sambungan mur & baut.



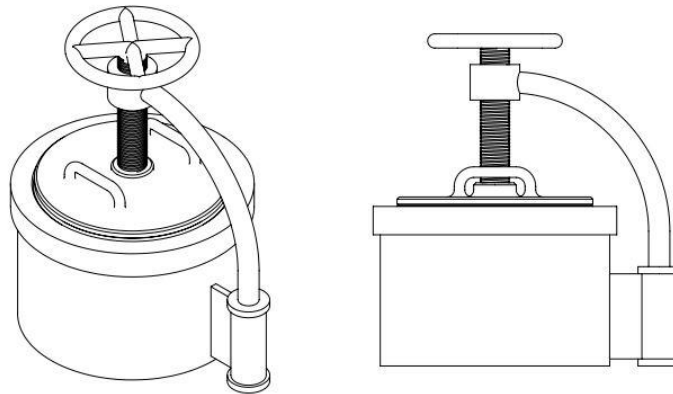
Gambar 5 : Konsep Desain Tutup 1

- Konsep Kedua : Menggunakan sistem ulir dengan slot



Gambar 6 : Konsep Desain Tutup 2

- Konsep Ketiga : Menggunakan satu poros ulir yang tersambung dengan tutup.



Gambar 7 : Konsep Desain Tutup 3

Untuk mencari ketebalan dari bejana tekan ( pressure vessel ) penulis menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Hoop Stress} \\ \sigma_{t1} = \frac{p \times d}{2t}$$

$$\text{Longitudinal Stress} \\ = \frac{p \times d}{4t}$$

p = pressure of internal pressure [Mpa]

d = internal diameter of the cylinder shell [mm]

t = thickness of the cylinder shell [mm]

$\sigma_{t1}$  = hoop stress for the material of the cylinder shell [Mpa]

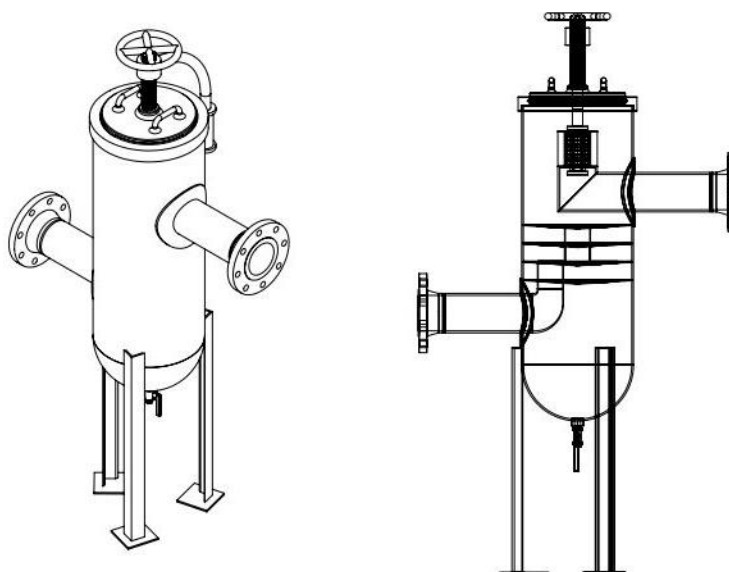
$\sigma_{t2}$  = longitudinal stress for the material of the cylinder shell [Mpa]

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_{t1} - \sigma_{t2}}{2}$$

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Hasil

##### Desain Final



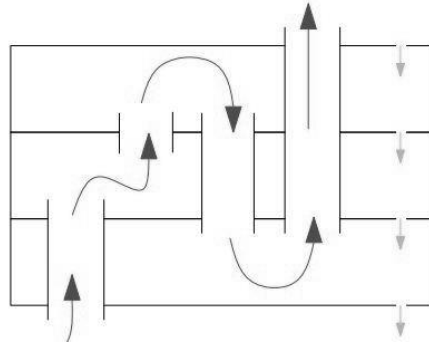
Gambar 8 : Desain Final Filter Coalescer

Spesifikasi Alat :

- Mampu menahan tekanan hingga 225 [psig]
- Dapat menyaring partikel kotoran hingga 5 [ $\mu$ ]
- Menggunakan satu filter dengan jenis *catridge separator*.
- Penutup dengan sistem ulir, dilengkapi seal/gasket.
- Dilengkapi dengan skat-skot.

a) Pembahasan

Berdasarkan studi literatur, desain filter yang digunakan pada penelitian ini adalah konsep ketiga. Desain filter ini memiliki satu filter *catridge separator* dan sistem pelat yang berbentuk skot, sehingga saat fluida gas mengalir akan membentur skot yang dapat memisahkan kandungan air.



Gambar 9 : Aliran Gas yang Melewati Skot-Skot ( Arah Panah ke Atas ) & Aliran dari Air yang Jatuh ke Bawah (Arah Panah ke Bawah )

Setelah gas bertumbukan dengan skot, kandungan air yang terpisah jatuh ke bawah yang disebabkan adanya gaya gravitasi. Sedangkan karena gas alam memiliki massa jenis yang lebih kecil dari udara maka gas tetap ke atas dan tidak terpengaruh gaya gravitasi. Massa jenis gas 0.616 [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ], massa jenis udara (Oksigen) 1.429 [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] dan massa jenis air 1000 [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]. Setelah gas melalui banyak benturan dengan skot barulah gas tersebut melewati filter dengan jenis *separator* untuk menyaring partikel kotoran yang memiliki ukuran lebih besar dari 5 $\mu$  [ $\mu$ ].

Berdasarkan literatur, desain penutup yang dipilih adalah konsep ketiga. Desain penutup ulir praktis dan mampu menahan tekanan operasional 150 [psi]. Penutup juga dilengkapi *seal/gasket* untuk mencegah kebocoran.

Desain pada konstruksi yaitu vessel menggunakan angka aman 1.5, sehingga bila dioperasikan, akan lebih aman karena mampu menahan tekanan diatas tekanan operasional.

Jadi keunggulan dari rancangan Filter Coalescer ini ialah mampu memisahkan kandungan air pada gas dengan maksimal, dan memiliki sistem tutup yang praktis namun tetap kuat menahan tekanan dari gas. Sistem tutup yang praktis sangat memudahkan pada saat penggantian filter.

## V. KESIMPULAN

- Mesin Alat diharapkan mampu memisahkan kandungan air dengan maksimal karena dilengkapi dengan skot.
- Spesifikasi alat :
  - a. Mampu menahan tekanan hingga 225 [psig]
  - b. Dapat menyaring partikel kotoran hingga 5 [ $\mu$ ]
  - c. Menggunakan satu filter dengan jenis *catridge separator*.
  - d. Penutup dengan sistem ulir, dilengkapi seal/gasket.
  - e. Dilengkapi dengan skot agar kandungan air dapat terpisah dengan maksimal.



**VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] GPSA Engineering Data Book 12th Edition
- [2] Khurmi, R. S. dan J. K. Gupta. 2005. A Text Book Of Machine Design. New Delhi:Eurasia Publishing House Limited.
- [3] Megyesy, Eugene F. (1997). Pressure Vessel Handbook [10 th Edition]. Tulsa : Pressure Vessel Publishing,Inc.
- [4] R.Moss, Dennis R. (2004). Pressure Vessel Design Manual. Oxford : Elsevier,Inc.

## Reverse Alat Pemindah Air Minum Kemasan Galon dari Sistem Pompa Menjadi Vacuum

Bayu Adi Muliawan ; Muhammad Amirudin ; Sunarto

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

[General.bayu@yahoo.com](mailto:General.bayu@yahoo.com)

### Abstrak

Kesulitan menuangkan air minum dari kemasan yang berbentuk galon sudah menjadi masalah yang sering dihadapi bagi kebanyakan mahasiswa yang tinggal di kamar kosan. Walaupun pada saat ini banyak alat yang telah dibuat untuk memenuhi kebutuhan tersebut, namun masih banyak kelemahan yang terdapat pada alat-alat tersebut, seperti harus menggunakan sumber listrik yang cukup besar, bentuknya yang besar dan sulit untuk dibawa-bawa jika berpindah tempat tinggal serta harganya yang cukup mahal. Ada pula alat yang sebaliknya, harganya murah dan mudah dibawa saat berpindah tempat tinggal, tapi alat ini memiliki kelemahan yaitu harus memompa secara terus menerus agar air dari dalam galon bisa keluar dan lifetime dari alat tersebut tidak bisa diprediksi, jika sedang tidak beruntung alat tersebut bisa rusak sehari setelah dibeli. Berdasarkan kelemahan tersebut, kami bermaksud untuk membuat alat untuk menutupi kelemahan-kelemahan alat yang sudah ada dengan menggunakan sistem vacuum.

Rancangan ini bertujuan untuk membantu para konsumen khususnya sesama mahasiswa perantau agar lebih mudah dalam mengambil air minum. Rancangan ini menggunakan metode penelitian untuk menghitung seberapa besar energi vacuum yang dibutuhkan agar volume air yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Harapan setelah selesainya rancangan ini, akan ada produsen yang ingin memproduksi alat ini sehingga dapat mempermudah kehidupan masyarakat luas.

Kata kunci : air minum kemasan galon, sistem vacuum, kelemahan-kelemahan

### Abstract

The difficulty to pour water for drink from the gallon has been always become problem to be faced by university student from aboard city. Despite of in this time many tools have made to fulfill needed, however they still have debility like have to use big electricity power, the shape is too big and hard to carry when move to another place and also have big cost. Otherwise, there are another tools have low cost and easy to carry when move to another place, but this tool has weakness, that is we have to continuously to inflate the water in order to the water can come out from the gallon and the lifetime from this tool can't be predicted. If something error occur when production, these tool can be broken one day from the tool has been made. By virtue of this weakness, we have in mind to make a tool which can cover up the weakness from the tools have been made.

In this design, the tool will have a surplus for pour water, only with push the lever so the water can come out easily. This thing can be happened because this design used vacuum system with the result when the lever has been pushed the water can come out and when the lever has been released and back to the position, vacuum system will work until certain high. This design purpose for helping the consumer, specially aboard university student from another city in order to make easy to take water for drink. In make this design used research methods for calculate how much the vacuum energy needed in order that the water volume used appropriate with needed. The hope after finished this design, a producer coming will product this design so what can be make easy to width people.

Keyword: gallon drink water, vacuum system, consumer needed.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Perkembangan industri properti saat ini di kota – kota besar sedang dalam mengalami peningkatan signifikan. Pasir merupakan bahan bangunan yang paling banyak dipakai dalam industri konstruksi saat ini, kebutuhan pasir setiap harinya sangat banyak, terutama daerah pusat-pusat kota yang pembangunannya sangat pesat. Survey harga properti residensial menurut bank Indonesia pada tahun 2010 di 14 kota besar mengindikasikan indeks harga properti residensial pada triwulan IV 2010 mengalami peningkatan dari triwulan sebelumnya yakni dari 0,48% menjadi 0,67%. Responden (35,38%) mengungkapkan bahwa tekanan kenaikan harga properti residensial terutama berasal dari kenaikan harga bahan bangunan dan diperkuat oleh tingginya upah pekerja (22,25%) serta mahalnya biaya perizinan (17,38%) . Pasir dengan kualitas sesuai standar nasional indonesia (SNI) sebagai bahan bangunan maupun bahan campuran sangat perlu diperhatikan dalam penerapannya.

Berdasarkan observasi dalam usaha penerapan agregat kehalusan sesuai syarat gradasi pasir, pengembang properti kecil menengah maupun usaha kecil pembuatan instrumen properti masih menggunakan cara manual dalam proses pengayakan yang menggunakan tenaga manusia dan terkadang mengurangi kinerja pekerja konstruksi tersebut dikarenakan harus mengoptimalkan tenaga saat mengolah pasir hingga siap pakai. Hal ini menyebabkan waktu dan tenaga pekerja konstruksi kurang efisien. Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton atau mortar. Agregat menempati sebanyak kurang lebih 70 % dari volume beton atau mortar. Mesin pengayak gradasi pasir diharapkan mampu menghasilkan pasir dengan agregat sesuai penggunaannya secara efisien dan ringkas.

## II. EKSPERIMEN

### 1. Analisa Pesaing

#### II.1 Drinking Water Pump

Berat : 100 gr

Kelebihan :

- Tidak perlu mengangkat galon
- Dapat dibawa-bawa (portable)

Kelemahan :

- Harus memompa secara terus menerus
- Lifetime tidak bisa ditentukan

Harga : Rp 35.000

Dimensi : Lebar: 7cm. Tinggi: 19,5 cm

#### II.2 Electric Drinking Water Pump

Berat : 850 gr

Kelebihan :

- Air keluar hanya dengan menekan tombol
- Dapat dibawa – bawa (portable)

Kelemahan :

- Harus di cas/mengganti baterai secara berkala
- Terlalu panjang

Harga : Rp.58.000

#### II.3 Dispenser listrik

Berat : > 2 Kg

Kelebihan :

- Dapat menghasilkan air panas maupun dingin
- Air keluar dengan menekan tombol

Kelemahan :

- Sulit untuk dibawa-bawa
- Harus disambungkan listrik
- Kesulitan saat pemasangan air galon

Harga : > Rp. 100.000



#### II.4 Rak + kran air gallon

Berat : 1.400 gr

Kelebihan :

- Air keluar dengan menekan tombol
- Pemasangan galon mudah

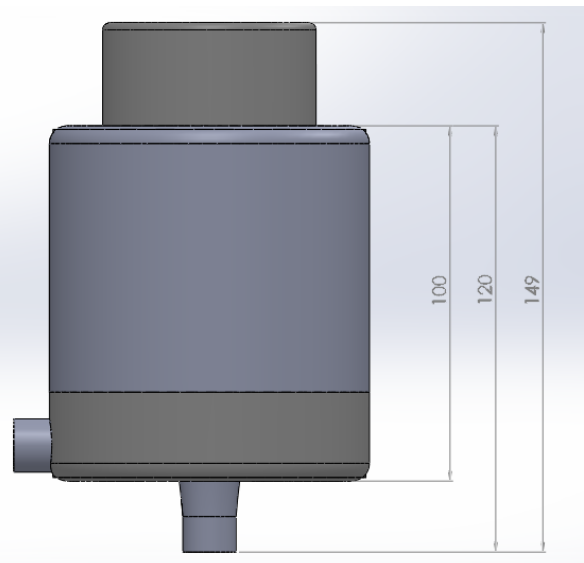
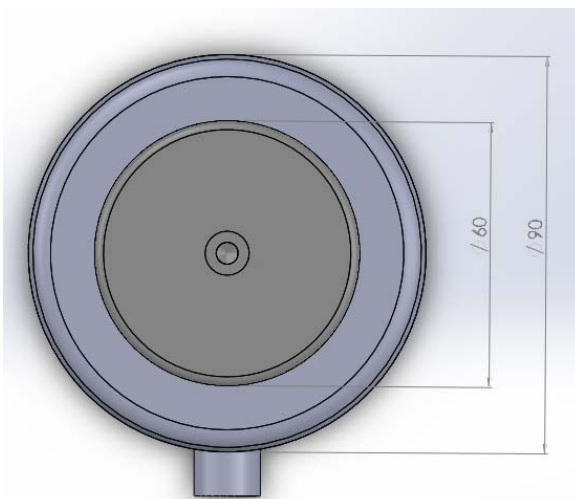
Kelemahan :

- Harus ditempatkan di tempat tinggi
- Membutuhkan ruang lebih besar

Harga : Rp. 100.000



Dengan melihat beberapa pesaing yang sudah ada, rancangan alat yang dapat menutupi kelemahan-kelemahan dari alat sebelumnya.



Rancangan alat ini memiliki bentuk yang mirip dengan pesaing pertama namun memiliki sistem yang berbeda. Kami menggunakan sistem vakum pada alat kami sehingga memiliki Spesifikasi :

Berat : 170 gr

Kelebihan :

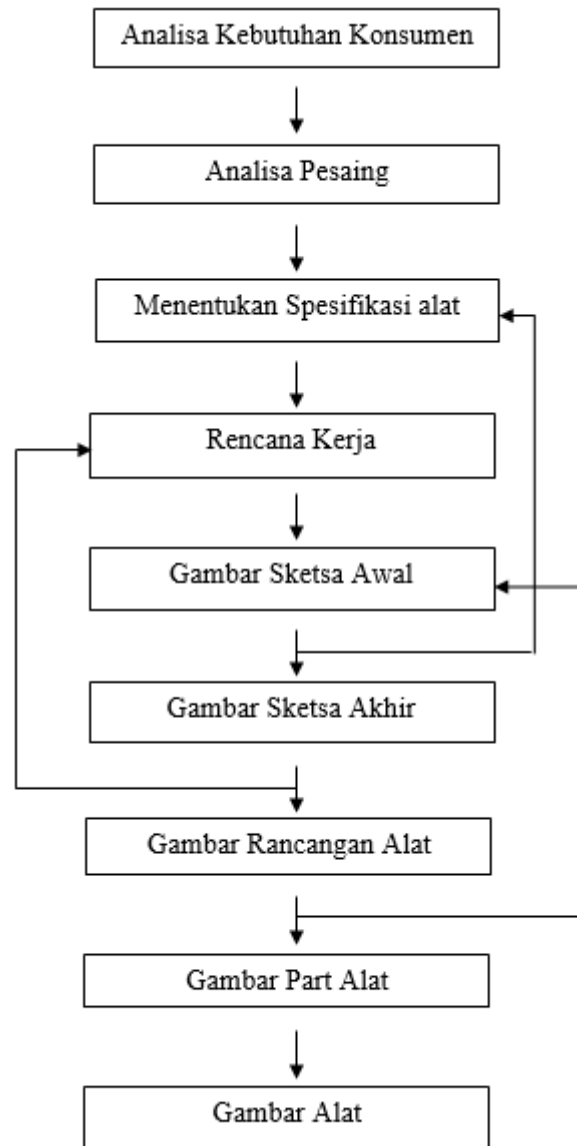
- Air akan keluar dengan sekali tekan tanpa menggunakan listrik atau baterai. (untuk awal pemakaian, air akan keluar setelah maksimal 3 kali tekan selanjutnya air akan keluar dalam sekali tekan)
- Lifetime bisa diperkirakan karena tidak menggunakan bahan yang mudah rusak.
- Dapat dibawa-bawa (Portable)
- Pemasangan mudah
- Tidak memakan banyak ruang

Kelemahan : Mahal (harga alat belum dapat dipastikan)

Dimensi : Tinggi : 147 mm, Lebar : 90 mm

### III.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Metodologi



Makalah ini dibuat dengan metode deskripsi berdasarkan proses perancangan dengan urutan tugas sebagai berikut :

Dalam merancang sebuah alat, tahapan pertama yang dilakukan adalah dengan menganalisa kebutuhan konsumen dalam kehidupan sehari-harinya. Setelah kita mengidentifikasi kebutuhan konsumen, selanjutnya kita harus mencari apakah benda yang akan dirancang sudah pernah dibuat atau belum. Jika sudah pernah dibuat maka kita harus menganalisa kekuatan dan kelemahan pesaing yang ada.

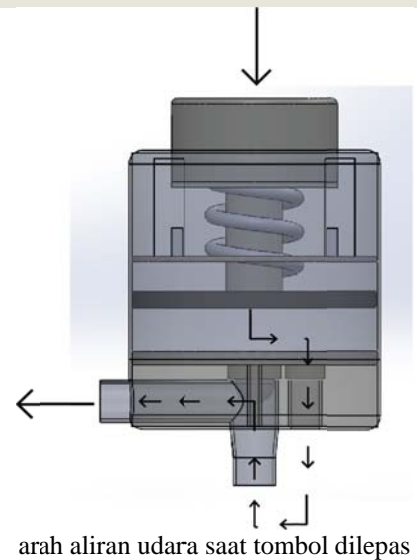
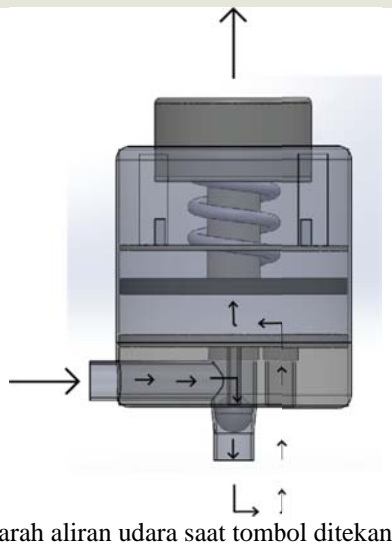
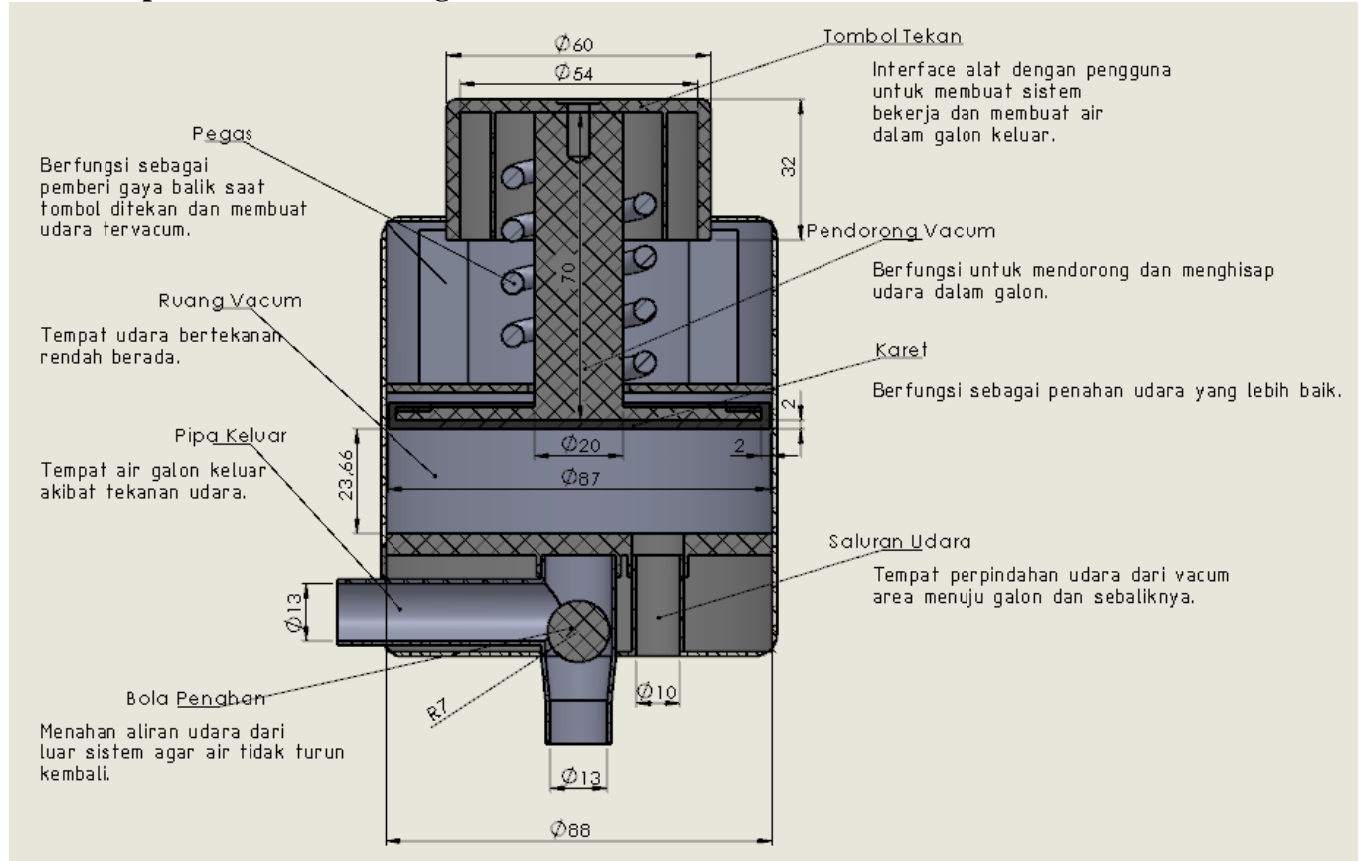
Tahapan berikutnya adalah kita harus menentukan spesifikasi dari alat yang akan kita buat, Lalu menyusun konsep rencana kerja. Setelah membuat rencana kerja maka kita mulai membuat sketsa gambar awal. Jika terjadi ketidakcocokan dari rancangan sketsa awal, maka kita harus menentukan kembali dari tahapan spesifikasi alat.

Jika sketsa gambar awal cocok maka, kita harus memodifikasi sketsa gambar sesuai dengan spesifikasi rancangan yang kita buat yang hasilnya akan berbentuk gambar sketsa akhir. Setelah selesai maka kita mulai membuat rancangan alat atau gambar visualisasi alat yang kita rancang. Jika

gambar rancangan alat mengalami kegagalan, maka kita harus kembali ketahapan pembuatan gambar sketsa awal.

Kemudian gambar rancangan alat yang sudah sesuai, kita dapat menentukan dan meletakkan komponen-komponen atau part apa saja yang mendukung dari sketsa gambar akhir. Kemudian setelah tahapan gambar part yang dibutuhkan dalam rancangan terselesaikan selanjutnya kita dapat membuat visualiasi dari alat yang kita rancang.

## 2. Konsep dan Analisi Rancangan



Cara kerja dari rancangan kami adalah sebagai berikut :

1. Tombol ditekan membuat alat vacuum mendorong udara ke dalam galon sehingga air dalam galon terangkat dan keluar.
2. Saat tombol dilepas, pegas kembali ke posisi semula sekaligus membuat alat vacuum menghisap kembali udara dari galon.

3. Bola menahan udara yang dihisap oleh vacum untuk menjaga agar tekanan udara pada vacum area tetap rendah dan membuat air yang ikut terhisap tidak berubah posisi.
4. Ketika tombol ditekan kembali, bola akan bergerak sehingga udara dalam vacum kembali mendorong air keluar dari galon.
5. Sistem ini akan terus berulang hingga air dalam galon habis atau ketinggian air berada di bawah mulut pipa.

#### IV. KESIMPULAN

Rancangan alat ini akan memudahkan konsumen dalam mengambil air dari galon tanpa menggunakan listrik maupun baterai, mudah untuk dibawa dan memiliki harga sebanding dengan hasil yang didapatkan.

Dalam hasil rancangan kami, sistem vacum dapat meningkatkan efektivitas dalam mengambil air dari galon dibandingkan alat yang sudah ada. Jika alat yang sudah ada memiliki efektifitasnya mencapai 75% tetapi alat kami dapat meningkatkan efektivitas sampai 85%.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wiwin. (2012). *Pompa Air Minum Galon Praktis – Drinking Water Pump Manual – Pump for Bottled Water*. (Online). Tersedia : <http://www.tokopedia.com/wiewienshop/pompa-air-minum-galon-praktis-drinking-water-pump-manual-pump-for-bottled-wate.html> (diunduh tanggal 6 mei 2014)
- [2] Kandar. (2013). *Pompa Air Minum Galon Elektrik Baterai*. (Online). Tersedia : <http://www.tokopedia.com/tokosumbermas/pompa-air-minum-galon-elektrik-baterai.html> (diunduh tanggal 6 mei 2014)
- [3] MagmaQ. (2014). *Baru! Produk Inovasi : Magma-Q Rak + Kran Air Gallon Mg-8301*. (Online). Tersedia : <http://www.tokopedia.com/magmaq/baru-produk-inovasi-magma-q-rak-kran-air-gallon-mg-8301.html> (diunduh tanggal 6 mei 2014)

## Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai dengan Sirkulasi Air

R. Sugeng Mulyono, Eka Febri Nugroho, Fahmi Bahtiar, Foger Adi Abdullah, Syifa Aziz Nugroho Maria Amir

Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

ekafebrinugroho@gmail.com, fogeradi@gmail.com

### Abstrak

Untuk mengolah kedelai menjadi beberapa jenis makanan tentu tidak mudah, karna harus melalui berabagai tahap sehingga kedelai dapat diproses menjadi jenis makanan sesuai yang diinginkan misalnya tempe. Dalam pembuatan tempe pada zaman modern ini produsen dituntut selalu meningkatkan kualitas dan kuantitas produksinya. Maka produsen harus memiliki mesin yang mempunyai kemampuan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi.

Pada umumnya dalam proses pembuatan tempe dibutuhkan waktu lama pada proses pengupasan kulit ari yang bisa mencapai 30 - 45 menit untuk 50 kg kedelai, jika dilakukan secara manual jumlah kedelai yang banyak ini maka dibutuhkan proses pencucian ulang untuk menyelesaikannya. Saat ini mesin yang ada hanya berfungsi sebagai pengupas kulit ari saja. Dari kekurangan tersebut maka dirancang sebuah alat "Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai dengan Sistem Pembilasan (*flushing*)" untuk menciptakan hasil yang maksimal dari alat sebelumnya.

Hasil yang diharapkan dengan pembuatan mesin ini adalah menggantikan proses pengelupasan kulit ari yang dilakukan secara manual menjadi menggunakan mesin sehingga waktu yang diharapkan untuk menggiling atau mengupas kulit ari kedelai adalah 5 - 10 menit untuk 50 kg kedelai.

Kata kunci: kedelai, pengupas, produksi, proses, tempe

### Abstract

To process soybeans into some kind of food is certainly not easy , because to go through that stage berabagai soybeans can be processed into the desired type of food , for example tempeh . In making tempeh in modern times demanded producers always improve the quality and quantity of production . Then the manufacturer must have a machine that has the ability to improve the quality and quantity of production .

In general, the process of making tempeh takes a long time in the process of stripping the epidermis which can reach 30-45 minutes to 50 kg of soybean , if done manually the amount of soy that much of this is needed to complete the washing process repeated . Currently there is only a machine that serves as a paring epidermis alone . Of these deficiencies then designed a tool " Skin Parer with Ari Soy Rinsing System ( flushing ) " to create the maximum results from the previous tool . Results are expected in the manufacture of this machine is replacing the epidermis peeling process is done manually be using the machine so that the expected time to grind or epidermis peeling soybeans is 5-10 minutes to 50 kg of soybean .

Keywords : soy , peeler , production , process , tempeh

## I. PENDAHULUAN

Peran teknologi pada masa kini telah berkembang dengan pesat, sehingga segala sesuatu dituntut agar praktis, cepat, efisien, dan mudah. Ditambah dengan adanya era persaingan dengan dibukanya pasar internasional. Perusahaan berlomba-lomba untuk meningkatkan keuntungan dan mendapatkan pangsa pasar dengan cara meningkatkan teknologi yang dipakai oleh masing-masing perusahaan. Untuk meningkatkan keuntungan produsen harus meningkatkan jumlah produk dalam proses produksi sehingga dibutuhkan sebuah alat atau mesin karna waktu yang dibutuhkan oleh mesin lebih cepat dibandingkan waktu yang dibutuhkan oleh manusia.

Dalam hal ini untuk produsen tempe yaitu pada proses pengupasa kulit ari pada kedelai, waktu yang dibutuhkan oleh sebuah mesin bisa lebih cepat dibandingkan waktu 30 - 45 menit tiap 50 kg yang dibutuhkan untuk melakukan proses tersebut secara manual. Oleh karna itu penggunaan mesin sangat dibutuhkan untuk meningkatkan produktifitas produsen.



## II. TEORI

### 1. Poros

Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama - sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Dalam hal ini dijelaskan poros penerus daya dan pasak yang dipakai untuk meneruskan momen dari atau kepada poros.

Macam-macam poros :

#### **Poros Transmisi**

Poros macam ini mendapat beban puntir muni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, pulley sabuk atau sprocket rantai, dll.

#### **Spindel**

poros transmisi yang relatif pendek seperti poros utama mesin perkakas dimana beban utamanya berupa puntiran, disebut spindel. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

#### **Gandar**

Poros seperti yang dipasang antara roda-roda kereta barang, dimana tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang tidak boleh diputar, disebut gandar. Gandar ini hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula diaman akan mengalami beban puntir juga.

Hal - hal Penting dalam Perencanaan Poros :

1. Kekuatan Poros
2. Kekakuan Poros
3. Putaran Kritis
4. Korosi
5. Bahan Poros

Faktor - faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan ( $f_c$ )

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

Jika daya diberikan dalam daya kuda (PS), maka harus dikalikan dengan 0,735 untuk mendapatkan daya dalam kW.

Jika momen puntir (disebut juga sebagai momen rencana) adalah  $T$  (kg.mm) maka :

$$T_{\text{poros}} = \frac{Pd_{\text{poros}}}{\omega_{\text{poros}}}$$

Dimana :

$T_{\text{poros}}$  : Torsi poros rencana (kg.mm)

$Pd$  : Daya rencana (kW)

$\Omega$  : Kecepatan putar [rad/s]

### 2. Bantalan

Bantalan adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak - baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja semestinya. Jadi, bantalan dalam pemesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung.

### **Klasifikasi Bantalan**

Bantalan dapat diklasifikasikan terhadap poros :

#### ***Atas Dasar Gerakan Bantalan Terhadap Poros***

- a. Bantalan Luncur
- b. Bantalan gelinding

#### ***Atas Dasar Arah Beban Terhadap Poros***

- a. Bantalan Gelinding
- b. Bantalan Aksial
- c. Bantalan Gelinding Khusus

### **3. Sabuk dan Pulley**

Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi. Dalam hal demikian, cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat diterapkan, dimana sebuah sabuk luwes atau rantai dibelitkan sekeliling pulley pada poros.

Transmisi dapat digolongkan atas transmisi sabuk, transmisi rantai, dan transmisi kabel atau tali.

- Sabuk rata dipasang pada pulley silinder dan meneruskan momen antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 10 [m] dengan perbandingan putaran 1/1 sampai 6/1.
- Sabuk dengan penampang trapesium dipasang pada pulley dengan alur dan meneruskan momen antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 5 [m] dengan putaran 1/1 sampai 7/1.
- Sabuk dengan gigi yang digerakkan dengan sprocket pada jarak pusat sampai 2 [m], dan meneruskan putaran secara tepat dengan perbandingan antara 1/1 sampai 6/1.

Namun sebagian besar transmisi sabuk-v karena mudah penanganannya dan harganya pun murah. Kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 sampai 20 [m/s] pada umumnya, dan maksimum sampai 25 [m/s]. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih sampai 500 [kW]<sup>[2]</sup>

### **III. METODE RANCANG BANGUN**

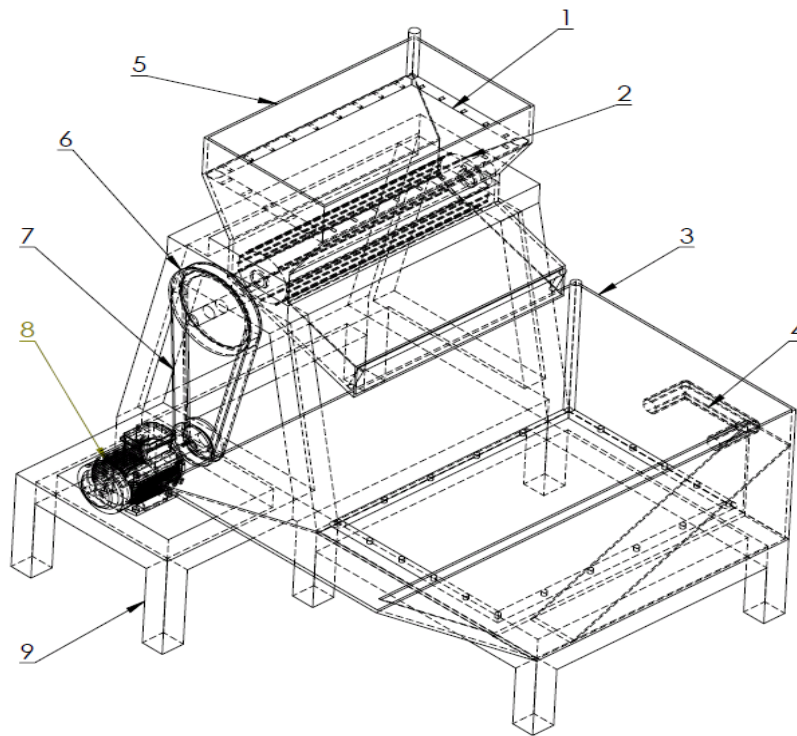
Dalam pembuatan “Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai dengan Sirkulasi Air” ini memerlukan pengerjaan pemesinan terlebih dahulu seperti proses bubut, proses frais, proses pengeboran, proses gerinda, dan proses pengelasan. Proses pemesinan itu bertujuan untuk mengubah bahan mentah menjadi bahan yang diinginkan agar ukuran bentuk dan kegunaannya sesuai dengan kebutuhan.

Proses perancangan yang dikembangkan pada mesin ini adalah dibuatnya bak penampungan didalamnya terdapat pembatas atau sekat yang berfungsi sebagai pemisah antara kedelai dengan kulit ari yang sudah terlepas sehingga kulit ari dan air dapat langsung mengalir ke saluran pembuangan. Dari observasi yang dilakukan produsen melakukan proses penggilingan dengan kapasitas besar sekitar 50 – 100 kg untuk sekali proses, dari mesin yang sudah ada kapasitas penggilingan ditentukan dari kapasitas hooper pada mesin karna tidak adanya bak penampungan.

Maka dari mesin yang akan dibuat kapasitas penggilingan untuk sekali proses ditentukan oleh kapasitas bak penampungan bukan dari hopper.

Langkah yang dilakukan dalam rancang bangun mesin ini adalah menentukan indikator masalah dengan melakukan survei lapangan mengambil referensi dan data dari buku dan internet, menentukan pemecahan masalah, membuat rancangan mesin, proses pembuatan serta pengujian terhadap mesin tersebut.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar1. Mesin Pengupas Kulit Ari dengan Sirkulasi Air

Hasil observasi yang dilakukan untuk sekali proses pengupasan kulit ari secara manual dengan jumlah kedelai sebanyak 100 kg diperlukan waktu 1 – 1,5 jam, setelah proses tersebut dilakukan lagi proses pembilasan untuk membersihkan kedelai dari kulit ari nya yang masih menempel membutuhkan waktu 30 – 60 menit.

Mesin yang akan dibuat ini dapat membuat kedua proses tersebut menjadi sekali proses yang akan menghemat waktu pengerjaan, dari jumlah kedelai sebanyak 100 kg mesin yang akan dibuat ini diharapkan hanya membutuhkan waktu 30 – 75 menit.

Bagian mesin :

1. Pipa
2. Rotor
3. Bak penampungan
4. Handle
5. Hopper
6. Pulley
7. V-belt
8. Motor

Bagian utama mesin :

- Rotor : Komponen penting dalam mesin ini, karna rotor berfungsi sebagai pengupas dan penggiling kulit ari kedelai yang masuk. Mekanisme berputar dengan diameter rotor 6 [cm] dengan celah bidang geser 6 [mm] bahan yang digunakan untuk rotor adalah Stainless Steel.
- Kerangka mesin : Berfungsi untuk menopang komponen dari alat ini. Bentuk dari rangka dibuat sederhana dan sesuai dengan kebutuhan dan bahan yang digunakan adalah besi siku ST37.

- Bak penampungan : Berfungsi untuk menampung air dan kedelai yang sudah terkupas kulit ari nya. Kapasitas bak penampungan sebanyak 63,46 [kg]
- Motor : Penggerak utama dari kerja rotor, motor yang digunakan adalah motor listrik 0,25 HP, dengan putaran 1400 rpm.
- Hopper : Suatu elemen konstruksi yang berfungsi untuk menampung kacang kedelai yang baru dimasukkan agar tidak tumpah sebelum digiling oleh rotor, material yang digunakan adalah stainless steel dengan cara dipotong sesuai ukuran, proses tekuk, dan las.

\*Kapasitas Hopper untuk sekali memasukkan kedelai adalah :

$$\begin{aligned} V_1 &= L \times a \times t & V_2 &= p \times l \times t \\ &= 29.250 \times 500 & &= 30000 \times 500 \\ &= 14.625.000 & &= 15.000.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= V_1 + V_2 \\ &= 29.625.000 \text{ [mm}^3\text{]} \sim 29.625 \text{ [cm}^3\text{]} \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{kedelai}} = 0,753 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= 29.625 \times 0,753 \\ &= 22307,625 \text{ [g]} \\ &= 22,307 \text{ [kg]} \end{aligned}$$

\*Kapasitas yang dapat ditampung oleh bak penampungan dalam 1 kali proses penggilingan sesuai dengan volume bak penampungan :

$$\begin{aligned} V_1 &= p \times l \times t & V_2 &= L \times a \times t \\ &= 600 \times 350 \times 400 & &= \left( \frac{400 \times 350}{2} \right) \times 400 \\ &= 84.000.000 \text{ [mm}^3\text{]} & &= 280.000 \text{ [mm}^3\text{]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= V_1 + V_2 \\ &= 84.000.000 + 280.000 \\ &= 84.280.000 \text{ [mm}^3\text{]} \sim 84.280 \text{ [cm}^3\text{]} \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{kedelai}} = 0,753 \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

$$V = 84.280 \text{ [cm}^3\text{]}$$

$$\begin{aligned} \text{kapasitas} &= 84.280 \times 0,753 \\ &= 63462,84 \text{ [g]} \\ &= 63,46 \text{ [kg]} \end{aligned}$$

Jadi, kapasitas yang dapat ditampung oleh bak penampungan dalam sekali proses adalah 63,46 [kg].

Cara kerja alat ini adalah :

- Kedelai yang sudah direbus dan direndam untuk memperlunak kedelai dimasukkan kedalam hopper
- Kedelai yang masuk ke hopper secara langsung akan tergiling oleh rotor, pada bagian dalam hopper terdapat pipa yang berfungsi menyemprotkan air.
- Kedelai yang telah digiling akan jatuh ke dalam bak penampungan yang telah tersedia dibagian bawah.
- Bak penampungan tersebut memiliki sebuah batasan yang lebih rendah untuk memisahkan kedelai dengan kulit ari yang mengambang dan akan terbuang.

- Sementara kedelai yang sudah bersih akan mengendap dibawah penampungan.
- Setelah penuh bak penampungan oleh kedelai yang bersih dari kulit ari akan di tuang secara manual.

## V. KESIMPULAN

Dari penulisan artikel ini penulis mendapatkan kesimpulan :

1. Kapasitas dari bak penampungan alat ini adalah 63,46 [kg]
2. Alat ini memiliki kelebihan yaitu menggiling sekaligus dapat membilas kedelai sehingga mempersingkat proses produksi.
3. Pada bak penampungan dibuat khusus sehingga kedelai yang sudah digiling dapat terpisah secara otomatis dengan kulit ari.
4. Tenaga yang digunakan oleh manusia lebih sedikit karna mesin sudah bekerja secara otomatis.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso, Kiyokatsu Suga. 1987. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**. Jakarta : Pradnya Paramita, PT, hal 7
- [2] Sularso, Kiyokatsu Suga. 1987. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**. Jakarta : Pradnya Paramita, PT, hal 167
- [3] Sularso, Kiyokatsu Suga. 1987. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**. Jakarta : Pradnya Paramita, PT.
- [4] Putro, Djalmono, Wahyu. November 2013, **Rancang Bangun Pemodelan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) Turbin Crossflow**. Vol 1, No 1.

## Perbandingan Konsumsi Energi pada Sistem *Fan* dengan Menggunakan *Damper* dan *Variable Speed Driver* (VSD)

Ardy Suryo Prabowo; Cahyo Nugroho; Febby Alfian; Retno Dwi Lestari ; Cecep Slamet Abadi  
Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Jakarta  
[retnordl@gmail.com](mailto:retnordl@gmail.com)

### Abstrak

Laju aliran udara dari *fan* yang melewati *ducting* perlu diatur karena perbedaan kebutuhan laju aliran udara pada suatu industri. Untuk mengatur laju aliran udara yang keluar dari *fan* dapat menggunakan *damper* dan VSD. Studi dimulai dengan melakukan uji coba terhadap *fan* yang menggunakan *damper* dan *fan* yang menggunakan VSD. Uji coba *fan* yang menggunakan *damper* dilakukan dari bukaan *damper* pada saat 0 – 100% dengan daya listrik 100%. Sedangkan daya listrik pada motor *fan* dengan VSD, *flow* udara diatur setara dengan putaran motor pada *fan*. Hasil dari pengujian tersebut didapatkan bahwa mengatur laju aliran udara menggunakan VSD konsumsi energinya lebih hemat dibandingkan dengan yang menggunakan *damper*. Dengan konsumsi energi yang lebih hemat, otomatis dapat menekan biaya produksi pada suatu industri.

Kata kunci : konsumsi energi, *fan*, *damper*, *variable speed driver*.

### Abstract

The study is about the comparison of energy consumption in the fan system using a damper and VSD ( Variable Speed Driver ) to adjust the flow rate of air from the fan. The air flow rate is set because of differences in needs at the time of production. To adjust the flow rate of air coming out of the fan can use the damper and VSD. The study begins with a test that uses a damper to the fan and the fan using VSD. Trials using the fan damper done when the fan motor voltage 220 V and current of 1,7 A with a damper openings during 0-100 %. While trials with VSD fan motor speed set up the same as the rate of air required. The result of these tests showed that regulate air flow rate using VSD energy consumption more efficient than the use of the damper. With more efficient energy consumption, can automatically reduce the cost of production in an industry. VSD is expected to be used in the industry in fan changes air flow rate.

Keywords : energy consumption , fans, dampers , variable speed driver.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia yang semakin maju serta meningkatnya kebutuhan masyarakat akan produk hasil industri dalam negeri menjadi faktor yang mendorong industri untuk meningkatkan produksinya. Aktivitas produksi ini terkadang tidak menentu. Dalam prosesnya, mesin-mesin produksi maupun ruangan membutuhkan pendingin yang udaranya disalurkan dari *fan* melalui *ducting*. Berhubung kebutuhan akan kerja *fan* ini dinamis, sehingga fluida yang dibutuhkan tidak selalu sama di setiap produksinya.

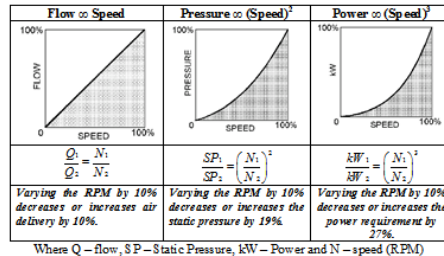
Untuk mengatur aliran udara yang keluar dari *fan* sesuai dengan kebutuhan industri dapat dilakukan dengan cara menggunakan *damper* maupun menggunakan *Variable Speed Driver* (VSD). *Damper* mengatur aliran udara dengan mengatur bukaan *damper*, sehingga kecepatan motor tetap. VSD mengatur aliran udara dengan memasang VSD pada motor *fan*, sehingga aliran udara sesuai dengan kecepatan motor.

Tujuan dari penelitian kami adalah mengetahui besarnya efisiensi daya udara yang dihasilkan *fan* yang menggunakan *damper* dan VSD, mengetahui perbedaan konsumsi daya listrik pada *fan* yang menggunakan *damper* dan VSD, mengetahui besarnya efisiensi daya listrik yang dapat dicapai melalui penggunaan VSD jika dibandingkan dengan *damper*. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberi solusi untuk penghematan energi listrik pada motor *fan* sehingga dapat menekan biaya produksi.

## II. TEORI

### 1. Fan

*Fan* adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk membuat aliran gas kontinu seperti udara. *Fan* dipergunakan untuk menghasilkan angin. Fungsi yang umum adalah untuk pendingin udara, ventilasi (*exhaust fan*), pengering (umumnya memakai komponen penghasil panas). Pada pengujian ini kami menggunakan *Force Draft Fan* (FDF), ini dikarenakan *damper* yang kami gunakan diletakkan setelah *fan*.



Gambar 1: Fan Laws

### 2. Damper

*Damper* adalah alat yang digunakan untuk mengatur jumlah aliran udara. Guna menjamin keandalan struktur aliran udara yang terkendali dan berkesinambungan, maka udara pada area tersebut dipertahankan bertekanan negatif dengan mengoperasikan sistem suplai udara segar maupun hisapan udara buang. Kondisi saluran udara (*ducting*) yang tidak rapat atau bocor dan tidak berfungsinya pengatur aliran udara (*damper*) dengan baik akan mengakibatkan penurunan kapasitas udara yang dihisap *fan*.

### 3. Variable Speed Driver (VSD)

*Variable Speed Driver* (VSD) atau juga disebut dengan *Variable Frequency Drive* atau singkatnya disebut dengan inverter adalah solusi aplikasi yang membutuhkan kemampuan pengaturan motor lebih lanjut, misal: pengaturan putaran motor sesuai bebannya atau sesuai nilai yang kita inginkan. Penggunaan VSD bisa untuk aplikasi motor AC maupun DC. Aplikasi VSD banyak diperlukan dalam industri. Jika sebelumnya banyak dipergunakan sistem mekanik, kemudian beralih ke motor slip atau pengereman maka saat ini banyak menggunakan semikonduktor. Tidak seperti *soft starter* yang mengolah level tegangan, inverter menggunakan frekuensi tegangan masuk untuk mengatur *speed* motor.

### 4. Rumus untuk Perhitungan

$$A_{\text{pipa untuk damper}} [m^2] = \frac{1}{4} \pi d^2 [m^2]$$

$$A_{\text{pipa untuk damper}} [m^2] = \frac{1}{4} \pi \cdot 0,1458^2 [m^2] = 0,016687247 m^2$$

$$A_{\text{damper}} [m^2] = \frac{x}{100} \times A_{\text{pipa untuk damper}} [m^2]$$

$$Q_{\text{out}} \left[ \frac{m^3}{s} \right] = A [m^2] \times v \left[ \frac{m}{s} \right]$$

$$\text{Daya udara} [kW] = P [Pa] \times Q \left[ \frac{m^3}{s} \right]$$

$$\text{Daya listrik} [kW] = V [V] \times I [A] / 1000$$

$$\text{Penghematan Daya udara} [kW] = \text{Daya udara (damper)} [kW] - \text{Daya udara (VSD)} [kW]$$

$$\% \text{ Penghematan Daya udara} [kW] = \frac{\text{Penghematan Daya udara} [kW]}{\text{Daya udara (damper)} [kW]} \times 100\%$$

$$\text{Penghematan Daya} [kW] = \text{Daya (damper)} [kW] - \text{Daya (VSD)} [kW]$$

$$\text{Penghematan Energi Harian} = \text{Penghematan Daya} [kW] \times 24 \text{ jam} = \text{daya} [kWh]$$

$$\text{Penghematan Energi Bulanan} = \text{Penghematan Energi Harian} \times 30 = \text{daya} [kWh]$$

$$\text{Penghematan Energi Tahunan} = \text{Penghematan Energi Harian} \times 365 = \text{daya} [kWh]$$

$$\text{Penghematan Biaya Tahunan} [Rp] = \text{Penghematan Energi Tahunan} [kWh] \times Rp. 879,00 / kWh$$

\*misal harga energi: Rp.879,00/kWh#

### **III. EKSPERIMEN**

Pada eksperimen ini, penulis melakukan eksperimen mencari perbandingan pada sistem *fan* dengan menggunakan *damper* dan VSD.

Studi ini dilakukan secara eksperimen dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyalakan *fan*.
2. Mencatatat tagangan, arus, kecepatan motor, kecepatan udara, torsi, dan tekanan pada *fan* yang menggunakan *damper*.
3. Mencatatat tagangan, arus, kecepatan motor, kecepatan udara, torsi, dan tekanan pada *fan* yang menggunakan VSD.
4. Mengukur diameter dalam *ducting* pada *fan*.
5. Mematikan *fan*.



## IV. HASIL PENGUKURAN DAN PEMBAHASAN

## 1. Hasil Pengukuran

Tabel 1: Data Hasil Percobaan Menggunakan *Damper*

% Bukaan <i>Damper</i>	Tegangan [V]	Arus [A]	Speed [rpm]	Torsi [Nm]	Tekanan [Pa]	Kecepatan [m/s]	$A_{Damper}$ [m <sup>2</sup> ]	$Q_{out}$ [m <sup>3</sup> /s]	Daya <sub>udara</sub> [kW]	Daya <sub>listrik</sub> [kW]
0	220	1,7	4204	0,41	140	0	0	0	0	374
20	220	1,7	4204	0,41	140	6,6	0,003	0,022	3,083	374
40	220	1,7	4209	0,41	140	7,5	0,006	0,050	7,008	374
60	220	1,7	4211	0,41	150	8	0,01	0,080	12,014	374
80	220	1,7	4213	0,41	150	8,7	0,013	0,116	17,421	374
100	220	1,7	4216	0,41	150	9,2	0,016	0,153	23,028	374

Tabel 2: Data Hasil Percobaan Menggunakan VSD

% Bukaan <i>Damper</i>	Tegangan [V]	Arus [A]	Speed [rpm]	Torsi [Nm]	Tekanan [Pa]	Kecepatan [m/s]	$A_{Damper}$ [m <sup>2</sup> ]	$Q_{out}$ [m <sup>3</sup> /s]	Daya <sub>udara</sub> [kW]	Daya <sub>listrik</sub> [kW]
100	120	0,75	2219	0,26	50	6,6	0,016	0,110	5,506	90
100	130	0,9	2420	0,29	70	7,5	0,016	0,125	8,760	117
100	140	0,9	2596	0,29	75	8	0,016	0,133	10,012	126
100	150	1	2821	0,34	80	8,7	0,016	0,145	11,614	150
100	160	1,1	3018	0,35	90	9,2	0,016	0,153	13,817	176

## 2. Pembahasan

Tabel 3: Perbandingan Efisiensi Daya Udara yang Menggunakan *Damper* dan VSD

Kecepatan [m/s]	Dengan <i>Damper</i>				Dengan VSD			Penghematan Daya [kW]	% Penghematan Daya [kW]
	% Bukaannya <i>Damper</i>	Tekanan [Pa]	$Q_{out}$ [ $m^3/s$ ]	Daya [kW]	Tekanan [Pa]	$Q_{out}$ [ $m^3/s$ ]	Daya [kW]		
6,6	20	140	0,022	3,083	50	0,110	5,506	-2,422	-78,571
7,5	40	140	0,050	7,008	70	0,125	8,760	-1,752	-25,0
8	60	150	0,080	12,014	75	0,133	10,012	2,002	16,666
8,7	80	150	0,116	17,421	80	0,145	11,614	5,807	33,333
9,2	100	150	0,153	23,028	90	0,153	13,817	9,211	40

Penghematan daya<sub>udara</sub> yang menggunakan *damper* dan VSD yaitu lebih hemat yang menggunakan VSD, walaupun pada saat bukaan *damper* 20-40% belum terlihat penghematannya, tetapi pada bukaan *damper* 60-100% terlihat penghematan daya<sub>udara</sub> yang terjadi.

Tabel 4: Perbandingan Konsumsi Energi yang Menggunakan *Damper* dan VSD

Kecepatan [m/s]	Dengan <i>Damper</i>				Dengan VSD			Penghematan Daya [kW]	Penghematan Energi			Penghematan Biaya - Tahunan [Rp] (dalam Jutaan)	
	% Bukaannya <i>Damper</i>	Tegangan [V]	Arus [A]	Daya [kW]	Tegangan [V]	Arus [A]	Daya [kW]		Penghematan Daya [kW]	Harian	Bulanan		Tahunan
										[kWh]			
6,6	20	220	1,7	0,374	120	0,75	0,09	0,284	6,816	204,48	2487,84	2,186	
7,5	40	220	1,7	0,374	130	0,9	0,117	0,257	6,168	185,04	2251,32	1,978	
8	60	220	1,7	0,374	140	0,9	0,126	0,248	5,952	178,56	2172,48	1,909	
8,7	80	220	1,7	0,374	150	1	0,15	0,224	5,376	161,28	1962,24	1,724	
9,2	100	220	1,7	0,374	160	1,1	0,176	0,198	4,752	142,56	1734,48	1,524	

Konsumsi Energi lebih hemat yang menggunakan VSD dibandingkan dengan *damper*. Hal ini dikarenakan aliran udara *fan* diatur dengan VSD yang dipasang pada motor *fan*, sehingga apabila dibutuhkan aliran udara sedikit konsumsinya pun akan turun. Sedangkan apabila menggunakan *damper*, aliran udara diatur dengan bukaan *damper*, sehingga motor *fan* tetap bekerja pada kecepatan yang sama, sehingga daya yang diperlukan pun sama.

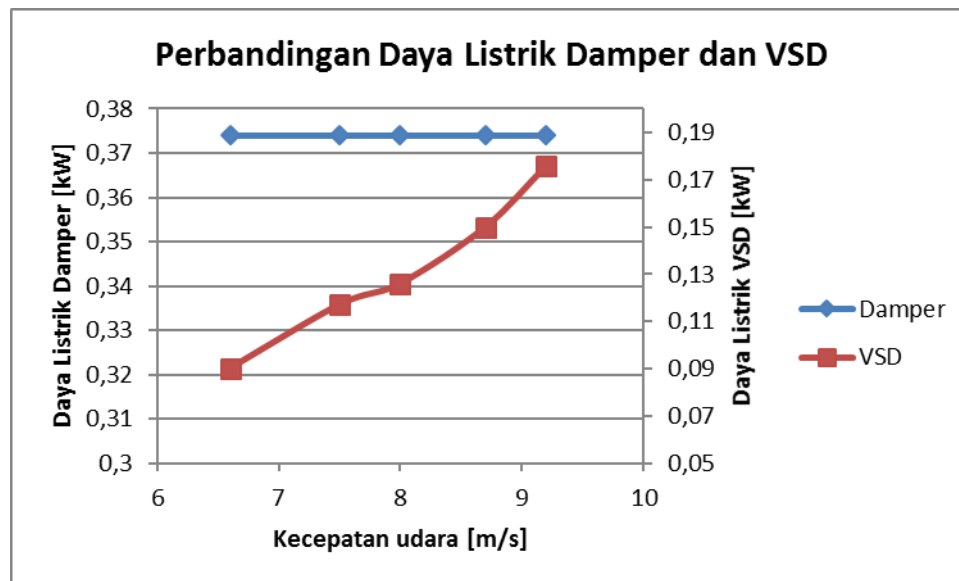
Semakin besar kecepatan yang diinginkan, maka motor *fan* yang menggunakan VSD akan semakin besar *speed*-nya, semakin besar *speed* maka akan semakin besar pula tegangan dan arus yang diperlukan sehingga penghematan biayanya semakin kecil.

Penghematan konsumsi energi terbesar adalah pada saat kecepatan 6,6 m/s, hal ini dikarenakan kecepatan paling rendah, sehingga penggunaan daya listrik pada VSD kecil. Penghematan biaya listrik tahunan mencapai Rp.2.186.811,00.

Tabel 5: Perbandingan Efisiensi Daya Listrik yang Menggunakan *Damper* dan VSD

Kecepatan [m/s]	Dengan Damper			Dengan VSD			Penghematan Daya [kW]	% Penghematan Daya [kW]	
	% Bukaan Damper	Tegangan [V]	Arus [A]	Daya [kW]	Tegangan [V]	Arus [A]			Daya [kW]
6,6	20	220	1,7	0,374	120	0,75	0,09	0,284	75,935
7,5	40	220	1,7	0,374	130	0,9	0,117	0,257	68,7165
8	60	220	1,7	0,374	140	0,9	0,126	0,248	66,310
8,7	80	220	1,7	0,374	150	1	0,15	0,224	59,893
9,2	100	220	1,7	0,374	160	1,1	0,176	0,198	52,941

Daya listrik yang dihasilkan *fan* yang menggunakan *damper* mempunyai daya yang tetap pada percobaan ini sebesar 0,374 kW. Sedangkan daya listrik yang dihasilkan *fan* yang menggunakan VSD mempunyai daya yang berubah-ubah, sesuai dengan kecepatan udara yang diperlukan, semakin besar kecepatan udara, maka akan semakin besar daya listrik yang dibutuhkan, sedangkan semakin kecil kecepatan udara, maka akan semakin kecil pula daya listrik yang dibutuhkan. Oleh sebab itu, penggunaan VSD lebih hemat dari *damper*



Dari grafik diatas, terlihat bahwa daya listrik pada *fan* yang menggunakan *damper* sama walaupun kecepatan udara yang dihasilkan berubah-ubah. Sedangkan daya listrik yang dihasilkan dari *fan* yang menggunakan VSD daya listrik disesuaikan dengan kecepatan udara yang dihasilkan, sehingga semakin kecil kecepatan udara yang dihasilkan maka akan semakin besar penghematan energi yang terjadi, sedangkan apabila semakin besar kecepatan udara yang dihasilkan maka akan semakin kecil penghematan yang terjadi.

## V. KESIMPULAN

- Laju aliran udara *fan* dapat diatur dengan *damper* atau VSD.
- Laju aliran udara *fan* yang diatur dengan *damper*, tegangan dan arus yang dibutuhkan sama walaupun laju alirannya berubah-ubah.
- Laju aliran udara *fan* yang diatur dengan VSD, tegangan dan arus yang dibutuhkan disesuaikan dengan laju aliran udara yang dihasilkan.
- Efisiensi daya udara terbesar dihasilkan pada saat bukaan damper 100% yaitu sebesar 40%.
- Penghematan daya listrik terbesar, pada saat tegangan dan arusnya terkecil pada penelitian kali ini dihasilkan penghematan biaya listrik tahunan mencapai Rp.2.186.811,00.
- Efisiensi daya listrik terbesar dihasilkan pada saat bukaan damper 20% yaitu sebesar 75,935%.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Loren Cook Company. 1999. Engineering Cookbook A Haand Book of Mechanical Designer. Second Edition.
- [2] US Department of Energy (US DOE), Energy Efficiency and Renewable Energy, 1989. Improving Fan System Performance – a sourcebook for industry.
- [3] V, Pande.M. 2011. Energy Audit of Pump & Fans.
- [4] Bureau of Energy Efficiency (BEE), Government of India. Energy Efficiency Guide Book, chapter 5, p 93-112. 2004
- [5] Carbon Trust. Variable Speed Drives – Introducing Energy Saving Opportunities for Business



## Perawatan dan Perbaikan Spindle Wheelhead di Mesin Rabbit 3MZ 147D di PT SKF Indonesia

Bimo Suryo Prakoso ; Slamet Riyadi ; Asep Apriana  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
bimosuryo36@gmail.com

### Abstrak

Perawatan dan perbaikan spindle wheelhead di mesin rabbit 3mz 147d bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja mesin tersebut maka dilakukan pengukuran geometrinya apakah masih sesuai dengan spesifikasi yang direkomendasikan oleh pengguna dalam pihak ini yaitu PT SKF Indonesia. Adapun kerusakan yang sering terjadi pada *spindle wheelhead* di mesin tersebut. Metode yang digunakan adalah : observasi lapangan, menggali konsep permasalahan, memilih konsep permasalahan, penyelesaian konsep permasalahan, pelaksanaan (Praktek), analisa data. Kegiatan dimulai dari menyiapkan mesin yang akan diuji dalam keadaan statik, alat-alat bantu, alat ukur presisi, dan pengecekan *spindle wheelhead*. Dengan ditunjangnya penggunaan yang sesuai dengan prosedur dan perawatan secara rutin maka kelayakan mesin masih dapat dipertahankan.

Kata kunci: optimasi, ketelitian geometrik, komponen mesin, layak pakai

### Abstract

Maintenance and repairs spindle wheelhead on the machine rabbit 3mz 147d aims to optimize the performance of the machine. To know the machine is good and worthy to use the measurement geometry is still in accordance with the specifications recommended by users in this party is PT SKF Indonesia. The damage that often occurs in spindle wheelhead in the machine. The methods used are: field observations, explore the concept of the problem, choosing the concept of the problem, the concept of settlement issues, implementation (practice), data analysis. Activity started from setting up the machine to be tested in a static state, assistive devices, precision measuring instruments, and checking spindle wheelhead. With the use of appropriate supported with routine maintenance procedures and the feasibility of the machine can still be maintained.

Keywords: optimization, geometric precision, component machine, suitable to be used

## I. LATAR BELAKANG MASALAH

Penggunaan mesin rabbit 3mz 147d merupakan upaya untuk memenuhi tuntutan konsumen yang semakin tinggi, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Era industrialisasi dewasa ini telah meningkatkan kebutuhan dan penggunaan mesin perkakas presisi seiring dengan permintaan produk-produk komponen mesin yang presisi. Mesin rabbit 3mz 147d ini dapat menghasilkan kualitas permukaan benda kerja yang halus dan dapat mencapai ketelitian yang tinggi. Untuk mencapai itu harus didukung oleh beberapa faktor, diantaranya akurasi dari mesin tersebut.

PT. SKF indonesia merupakan pabrik yang berdiri sejak 1983 dan mempunyai mesin rabbit 3mz 147d buatan Shanghai, Cina. Seiring dengan jalannya waktu, ada beberapa mesin yang pernah mengalami perbaikan karena mengalami gangguan fungsi operasionalnya.

Di PT. SKF Indonesia tujuannya untuk mengetahui kelayakan mesin rabbit 3mz 147d dengan melakukan pengujian / pengukuran ketelitian geometrinya, apakah masih sesuai dengan spesifikasi yang direkomendasikan oleh pabrik pembuatnya dan masih layak digunakan. Kerusakan yang sering terjadi ialah *Spindle Wheelhead* pada mesin rabbit 3mz 147d. *Spindle Wheelhead ini sangat penting pada proses pembuatan bearing. Cara kerja spindle wheelhead itu sendiri adalah menggerinda bagian Outer Ring raceway agar Outer Ring raceway tersebut sesuai standar yang ada.* Sering terjadi kerusakan pada *Spindle Wheelhead* mengakibatkan hasil produksi cacat / tidak sesuai keinginan. Dalam kasus yang lebih parah lagi bisa membuat terhentinya kegiatan produksi sehingga membuat kerugian. Untuk memperbaikinya di butuhkan waktu yang cukup lama dan membutuhkan biaya yang cukup besar.

Oleh karena itu agar kerusakan *spindle wheelhead* tidak terjadi pada mesin rabbit 3mz 147d maka penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja mesin atau meminimalisir kerusakan

pada *spindle wheelhead* pada mesin mesin rabbit 3mz 147d agar tidak menghambat proses produksi dan hasil produksi.

## II. LANDASAN TEORI

### 1. Konsep atau Teori yang Berkaitan dengan Masalah yang di Teliti

Fungsi utama mesin rabbit 3mz 147d ini digunakan untuk menggerinda *outer ring raceway* pada bearing sehingga memiliki akurasi yang tinggi dan produktivitas yang tinggi. Siklus kerja grinding pada mesin termasuk siklus kerja grinding adaptif, siklus kerja grinding pasti berjalan dan bisa otomatis mengoreksi berapa pemakanan benda kerja yang diinginkan. Pada mesin ini yang paling sering terjadi kerusakan ialah *spindle wheelhead*. *Spindle Wheelhead ini sangat penting pada proses pembuatan bearing. Cara kerja spindle wheelhead itu sendiri adalah menggerinda bagian Outer Ring raceway agar Outer Ring raceway tersebut sesuai standar yang ada.*

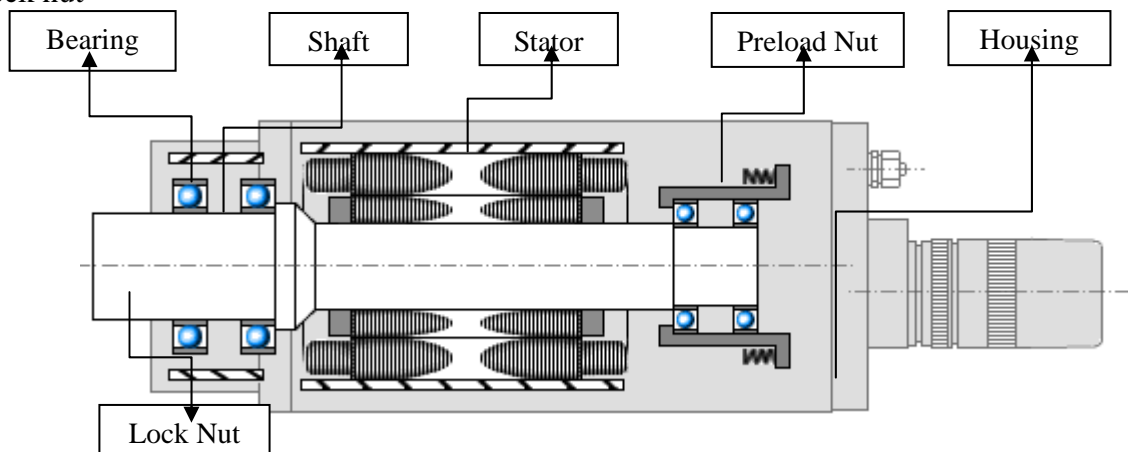
Bagian-bagian utama dari mesin rabbit 3mz 147d adalah sebagai berikut:

- Workhead
- Wheelhead
- Meja mesin
- Panel kontrol
- Rangka

Dengan mengetahui gejala awal sering terjadi kerusakan pada spindle mesin rabbit 3mz 147d ada pula juga faktor yang mempengaruhi spindle rusak : Peralatan / mesin yang dimiliki, Kecepatan potong, dan pemakanan, Material benda kerja, Bentuk, kekakuan dan ukuran benda kerja, Pencekaman benda kerja, perawatan pada spindle itu sendiri. Oleh karena itu, tidak ada jaminan untuk memperoleh tingkat akurasi yang benar dalam pembuatan benda kerja, tetapi yang dijamin hanyalah mesin dalam kondisi yang baik dan memenuhi toleransi yang ditetapkan oleh pabrik.

Ada pun komponen yang terdapat di spindle wheelhead ditunjukkan pada Gambar 1. adalah sebagai berikut:

- shaft spindle
- housing spindle
- stator
- bearing
- preload nut
- lock nut



Gambar 1. Komponen di *spindle wheelhead*

### III. METODOLOGI

Sebelum menganalisis kerusakan *spindle wheelhead* pada mesin rabbit 3mz 147d penulis melakukan observasi ke perusahaan yang berkaitan dengan judul, serta penulis menggunakan media internet serta literatur yang sesuai dengan judul untuk di jadikan pustaka tugas akhir.

Permasalahan yang ada di lapangan di cari jalan keluar untuk penyelesaiannya dengan cara bertanya ke dosen, mencari literatur di internet atau dari katalog yang berhubungan dengan judul. Kegiatan meliputi :

1. Observasi lapangan
2. Menggali Konsep Permasalahan
3. Memilih Konsep Permasalahan
4. Penyelesaian Konsep Permasalahan
5. Pelaksanaan (Praktek)
6. Analisa Data

#### **Tahap Akhir**

Hasil dari pengolahan data dan pengecekan, disimpulkan apakah mesin rabbit 3mz 147d yang diuji tersebut masih teliti dan layak pakai.

### IV. ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN

Dari hasil pengujian mesin ini masih dalam proses pengumpulan data namun untuk pengecekan *spindle wheelhead* yang dilakukan meliputi:

1. Sistem pendinginan
2. Sistem pelumasan.

Sistem pendingin terkontrol namun di sistem pelumasan tidak terkontrol.

### V. KESIMPULAN

- a. Dengan ditunjang penggunaan yang sesuai dengan prosedur dan perawatan secara rutin maka kelayakan mesin masih dapat dipertahankan.
- b. Lamanya pengoperasian mesin tersebut, maka harus dilakukan perawatan berkala untuk pengecekan ketelitian geometric.

### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handbook operation manual machine shanghai rabbit 3mz 147d
- [2] Bagiasna, Komang, 1991, Pengetesan Kondisi dan Ketelitian Mesin Perkakas, Bandung, : ITB.





## Rancang Mesin Penuang Adonan Kue

Egi Trengginas ; Vera Dwi Anggreani P. ; Mochammad Sholeh  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[eghy.geico@yahoo.com](mailto:eghy.geico@yahoo.com)

### Abstrak

Mesin ini dirancang untuk membantu proses penuangan adonan kue kedalam cetakan, yang merupakan mesin penuang adonan kue dengan sistem yang simple sehingga mudah dioperasikan. Mesin ini dirancang untuk kebutuhan industri kue skala rumah tangga sehingga modal yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Mesin ini dirancang karena kebutuhan mesin untuk menuang adonan kue dengan volume yang sama dan sekali penuangan langsung kedalam lima cetakan. Berdasarkan observasi yang dilakukan bahwa mesin yang sejenis ini sudah ada, tetapi mesin tersebut sudah dengan sistem yang kompleks, sehingga mesin tersebut susah didapatkan oleh industri kue skala rumah tangga karena harganya mahal. Sebelumnya di industri kue skala rumah tangga menuang adonan kue kedalam cetakan hanya dengan menggunakan tangan, dan hal tersebut membuat produksi kue menjadi kurang efektif yaitu memakan waktu yang lama dan hasil produksi kurang bagus karena ukurannya berbeda-beda. Mesin ini dapat menuang sekaligus banyak dalam satu kali kerja, guna mempermudah dan mempercepat proses produksi kue.

Kata kunci : kue, adonan kue, cetakan, volume sama, mesin penuang adonan kue

### Abstrak

This machine is designed to assist the process of pouring batter into a cake mold, which is the engine of pouring cookie dough with a simple system that is easy to operate. This machine is designed for the needs of a household scale cake industry so that the required capital is not too large. This machine is designed for the needs of a machine for pouring batter cakes with the same volume and once pouring directly into the five prints. Based on the observation that the machine had done similar already exists, but the engine is a complex system, so that the machine's hard earned by a household scale cake industry because they're expensive. Earlier at industrialized cakes household-scale poured into molds cookie dough using only hands, and this production makes the cake becomes less effective that take a long time and produced less good because its size varies. These machines can be poured as much in one work, in order to simplify and accelerate the process of the production of the cake.

Keywords: cakes, cookie dough, mold, same volume, pouring pastry machine

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Selama ini masalah yang terjadi dalam industri kue skala rumah tangga salah satunya adalah menuang adonan kue. Untuk menuang adonan kue industri kue skala rumah tangga melakukannya dengan menggunakan tangan, sehingga membutuhkan waktu yang lama dan hasil produksi yang kurang maksimal. Yang menjadi masalah adalah harga mesin yang sudah ada sebelumnya sangat mahal, sehingga industri kue skala rumah tangga tidak bisa membeli mesin tersebut, oleh karena itu melalui tugas akhir ini kami akan merancang mesin penuang adonan kue dengan sistem manual yang simple, sehingga harga mesin tersebut terjangkau oleh industri kue skala rumah tangga, tentunya dengan sistem yang lebih sederhana dibandingkan dengan mesin-mesin yang sudah ada sebelumnya.

Tujuannya adalah untuk meningkatkan jumlah produksi kue, meningkatkan kualitas kue yang dihasilkan dan agar industri kue skala rumah tangga tidak menuang adonan kue dengan menggunakan tangan langsung.

Manfaat yang diharapkan adalah penuang adonan kue mampu menuang dengan cepat dan ukuran adonan yang dituangkan sama rata dan dapat memberikan solusi bagi pengusaha kue skala rumah tangga agar dapat lebih berkembang.

Permasalahan :

- Membuat mesin penuang adonan kue yang mudah dioperasikan

- Membuat mesin penuang adonan kue dengan volume yang sama pada setiap cetakan
- Membuat mesin penuang adonan kue yang sederhana dan harga yang terjangkau

## 2. Kajian rancangan

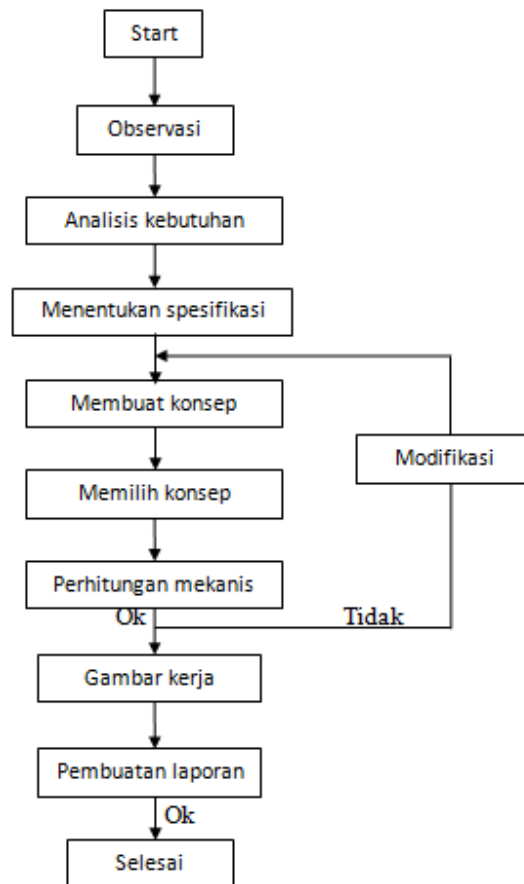
### a. Analisis alat sejenis yang sudah pernah ada:

1. Sistem penuangan di industri kue skala rumah tangga  
Pada industri kue skala rumah tangga penuangan adonan kue dilakukan dengan cara manual menggunakan tangan langsung tanpa alat bantu
2. Sistem penuangan otomatis di industri besar  
Pada industri kue yang sudah besar penuangan adonan kue sudah dilakukan dengan menggunakan mesin yang sangat kompleks

### b. Analisis alternatif alat yang dirancang:

1. Konsep pertama
  - a) Wadah berbentuk tabung
  - b) Metode penuangan dengan cara di tekan
  - c) Mekanisme penekanan menggunakan ulir (seperti pintu air)
  - d) jika ingin otomatis dapat menggunakan satu buah motor berdaya rendah dengan mekanisme tambahan
2. Konsep kedua
  - a) Wadah berbentuk tabung
  - b) Metode penuangan dengan cara di tekan
  - c) Mekanisme penekanan menggunakan racet
  - d) jika ingin otomatis dapat menggunakan satu buah motor berdaya rendah dengan mekanisme tambahan
3. Konsep ketiga
  - a) Wadah berbentuk balok
  - b) Metode penuangan dengan cara di tekan
  - c) Mekanisme seperti dongkrak di pencucian mobil
  - d) jika ingin otomatis dapat menggunakan rangkaian kontrol PLC atau pneumatik

## II. METODA PENELITIAN

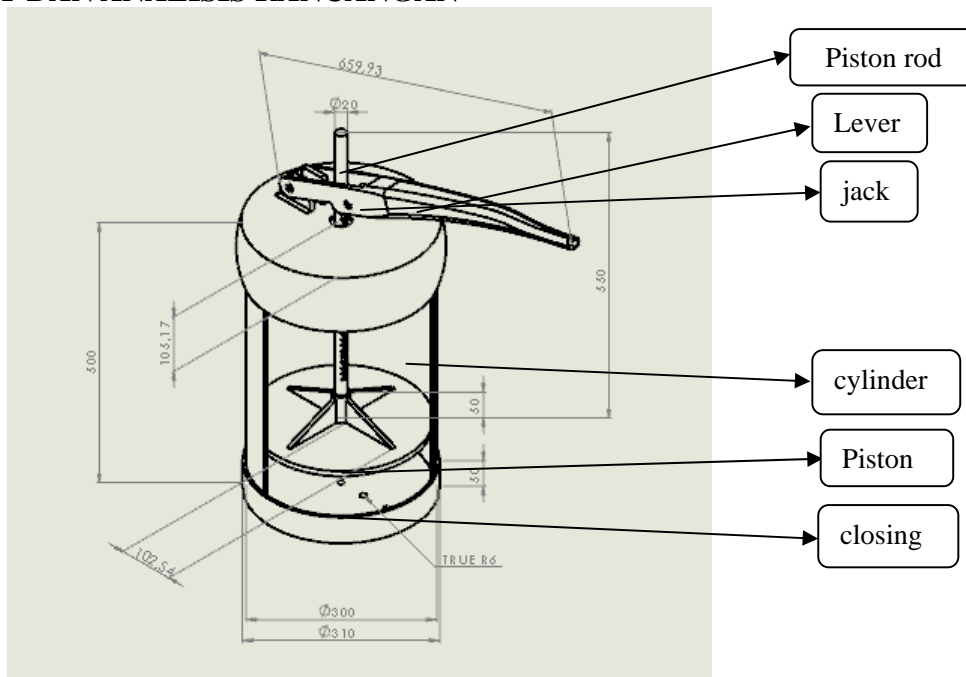


Dari bagan tersebut dapat dijelaskan metodologi pelaksanaan program sebagai berikut :

- a. Analisa Kebutuhan
  1. Mesin penuang adonan kue yang mudah dioperasikan
  2. Mesin penuang adonan kue dengan volume yang sama pada setiap cetakan
  3. Mesin penuang adonan kue yang sederhana dan harga yang terjangkau
- b. Menentukan Spesifikasi  
Spesifikasi awal alat yang sesuai dengan yang dibutuhkan konsumen
- c. Konsep yang dibuat  
Konsep rancangan desain alat yang didesain oleh beberapa alternative desain
  1. Konsep pertama
    - a) Wadah berbentuk tabung
    - b) Metode penuangan dengan cara di tekan
    - c) Mekanisme penekanan menggunakan ulir (seperti pintu air)
    - d) jika ingin otomatis dapat menggunakan satu buah motor berdaya rendah dengan mekanisme tambahan
  2. Konsep kedua
    - a) Wadah berbentuk tabung
    - b) Metode penuangan dengan cara di tekan
    - c) Mekanisme penekanan menggunakan racet

- d) jika ingin otomatis dapat menggunakan satu buah motor berdaya rendah dengan mekanisme tambahan
3. Konsep ketiga
- Wadah berbentuk balok
  - Metode penuangan dengan cara di tekan
  - Mekanisme seperti dongkrak di pencucian mobil
  - jika ingin otomatis dapat menggunakan rangkaian kontrol PLC atau pneumatik
- d. Konsep yang dipilih  
Dengan berbagai pertimbangan, konsep desain alat yang dipilih adalah konsep kedua
- e. Perhitungan Mekanis  
Pada tahap ini yaitu membuat perhitungan alat untuk menentukan spesifikasi detail alat yang dibutuhkan
- f. Gambar Kerja  
Dengan menggunakan software desain, Penulis menggambar alat yang akan dibuat dengan ukuran sebenarnya

### III. KONSEP DAN ANALISIS RANCANGAN



- Piston rod : poros penyalur gaya  
Lever : sebagai kedudukan tangan untuk memberi gaya  
Jack : bagian untuk menekan piston rod  
Cylinder : wadah adonan  
Piston : untuk menekan adonan  
Closing : lubang untuk keluaran adonan

#### Pembahasan

Adonan kue ini dengan viskositas yang cukup encer jadi jika tanpa penekanan pun adonan kue ini akan keluar dengan sendirinya, tetapi tidak bisa mengandalkan keluarnya adonan kue tanpa penekanan

karena akan menyebabkan ukuran adonan yang turun tidak sama rata. Maka adonan kue haru di hambat agar tidak keluar dengan sendirinya, yang kami coba lakukan adalah menguji dengan menggunakan penyaring ampas kelapa untuk memeras santan. Ternyata adonan yang keluar sangat sedikit.

1. Desain penekan adonan

Desain penekan adonan kue yang akan di buat menggunakan piston, piston rod, jack, lever. Piston ditekan dengan jack yang menekan piston rod, pada piston rod dibuat reg gear. Dan lever sebagai kedudukan tangan.

2. Posisi penghambat adonan

Penghambat adonan dipasang pada setiap lobang keluaran adonan, agar adonan tertahan dan keluar jika ditekan. Pada mesin ini penulis mendesain posisi penahan adonan tepat dibawah wadah.

3. Posisi keluaran adonan terhadap cetakan kue

Keluaran adonan menggunakan selang stainless yang dapat di atur posisinya sehingga dapat menyesuaikan cetakan kue

#### IV. KESIMPULAN

- a. Untuk mempercepat penuangan adonan mesin ini memiliki lima keluaran dalam satu kali kerja
- b. Dengan visikositas adonan yang encer membutuhkan penghambat
- c. Posisi keluaran adonan dapat menyesuaikan cetakan

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dr. Drs. Agus Edy Pramono, ST, MSi. 2012. *Buku Ajar Elemen Mesin I*. Depok
- [2] Khurmi, R.S & J.K. Gupta. 1991. *A Text book Of Machine Design*. Eurasia Publishing House LTD: New Delhi
- [3] <http://www.kerjausaha.com/2013/01/membangun-pabrik-roti-rumah-tangga.html>
- [4] [http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CFwQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.fkm.utm.my%2F~kasim%2Fmech%2Fsmj3533%2Flecture2.pdf&ei=h5ISU\\_orwdatB\\_HogcgH&usg=AFQjCNHOD920vxOmMZege267X7aPl17JO&bvm=bv.62286460,d.bmk](http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&ved=0CFwQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.fkm.utm.my%2F~kasim%2Fmech%2Fsmj3533%2Flecture2.pdf&ei=h5ISU_orwdatB_HogcgH&usg=AFQjCNHOD920vxOmMZege267X7aPl17JO&bvm=bv.62286460,d.bmk)

**ISSN 2085-2762**

*Seminar Nasional Teknik Mesin*

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

---

## Perencanaan Wireline Winch Unit dengan Maksimum Beban 1.5 Ton Panjang 25000 Feet

Irwan Trihardianto ; William Fernando; Agus Edy Pramono

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

E-mail : [irwan.trihardianto@yahoo.com](mailto:irwan.trihardianto@yahoo.com); [will.iampsembiring@gmail.com](mailto:will.iampsembiring@gmail.com)

### Abstrak

*Wireline service* mempunyai peran pendukung dalam aktivitas *drilling, work over, completion* maupun *well maintenance* guna mengelola dan merawat sumur minyak dan gas bumi agar tetap berproduksi dengan baik. Dahulu, untuk melakukan perawatan sumur minyak biasanya dilakukan oleh perusahaan-perusahaan tertentu yang ahli pada jenis pekerjaannya masing-masing dan menyebabkan biaya perawatan sumur menjadi sangat mahal. Diharapkan dengan adanya *Wireline winch unit* sebagai salah satu unit pada *wireline services* dapat membantu melakukan berbagai jenis pekerjaan dengan hanya mengganti *tool string* sesuai dengan pekerjaannya dan mengulur atau menarik kabel/tali baja yang membawa *tool string* ke dan dari dalam lubang sumur. Keberadaan *wireline winch* sebagai salah satu komponen *wireline unit* seringkali menimbulkan kegagalan operasi. Salah satu kegagalan tersebut berupa *tool string* putus yang dapat mengakibatkan kerugian maupun kecelakaan. Oleh sebab itu tujuan perencanaan alat ini dimaksudkan dapat merancang *wireline winch unit* dengan beban hingga 3000 pounds (1,5ton) dan memiliki kapasitas wire 25000FT dengan baik.

Dalam perencanaan *wireline winch unit* ini, wire yang digunakan adalah *high carbon steel* dengan ukuran 0.125". Drum untuk menggulung wire terbuat dari *carbon steel*. *Wireline winch unit* memiliki 4 transmisi dan juga memiliki rem. *Wireline winch unit* juga memiliki *pressure gauge, weight indicator* dan *feeder route* untuk mengukur panjang wire yang terulur. *Wireline winch unit* menggunakan powerpack sebagai sumber daya. Oleh karena itu, desain *wireline winch unit* ini diharapkan mampu menahan beban dengan kuat, dapat diletakkan dimana saja, *long life*, memiliki jangkauan yang panjang ke dalam sumur, dan mudah dalam penggunaan maupun perawatan.

Kata Kunci : *Wireline, winch, sumur minyak, wire, tool string*

### Abstract

*Wireline service* has a supporting role in the activities of *drilling, work over, well completion* and *well maintenance* in order to manage and care for oil and gas wells to keep production well. Previously, to perform maintenance of oil wells is usually done by certain companies who are experts in each job type and cause maintenance costs become very expensive. Hopefully, by the *wireline winch unit* as one unit on *wireline services* can help perform various kinds of work by simply replacing the *tool string* in accordance with the work and stalling or pulling the cable/rope steel strings that carry tools to and from the wellbore. The existence of *wireline winch* as one component of a *wireline unit* operations often to failure. One of the failures in the form of a string breaking tool which may result in losses as well as accidents. Therefore, the purpose of the planning tool is intended to design a *wireline winch unit* with loads up to 3000 pounds (1.5 tons) and has a capacity of wire 25000FT well.

In planning the *wireline winch unit*, wire used high carbon steel with a size of 0.125". Drum roll for wire made of carbon steel. *Wireline winch unit* has four transmission and also features brake. *Wireline winch unit* also has a pressure gauge, weight indicator and a feeder route to measure the length of wire is stretched. *Wireline winch unit* to use as a resource powerpack. Therefore, the design of this unit is expected *wireline winch* capable of withstanding the load firmly, can be placed anywhere, durable, has a long reach into the well, and is easy to use and care.

Keywords : *Wireline, winch, oil wells, wire, tool string*

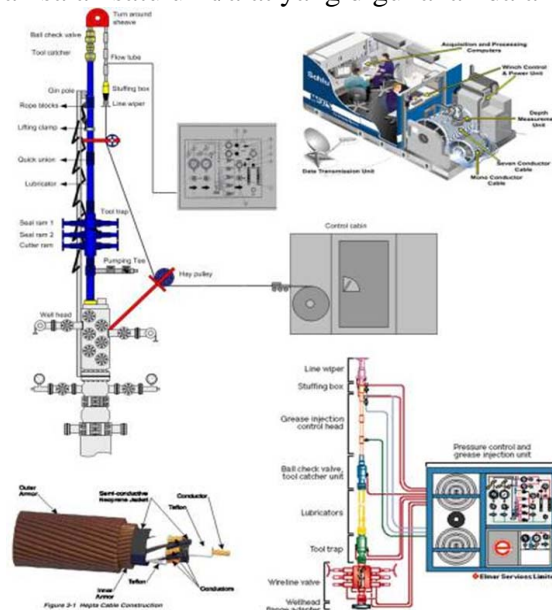
## I. PENDAHULUAN

### I. LATAR BELAKANG

Dalam dunia perminyakan, pekerjaan *workover* (kerja ulang) adalah hal yang umum dilakukan selama rentang hidup suatu sumur *Hydro Carbon* (HC). Tujuan utama *workover* adalah untuk menjaga integritas sumur, melakukan intervensi bawah permukaan sumur dan menjaga kelangsungan produksi dari sumur tersebut. Saat ini didunia perminyakan terdapat empat jenis unit intervensi sumur (*well intervention unit*) *workover ringan (light workover)*, yaitu *slickline unit, electricline unit, snubbing unit* dan *coiled tubing unit* [1]



Oleh karena didalam sumur minyak yang telah berproduksi sering terdapat masalah yang dapat menghambat proses produksi sumur tersebut, diperlukan maintenance dengan metode *wireline service*. Karena dengan sistem wireline dapat dilakukan berbagai pekerjaan yang sebelumnya dikerjakan oleh beberapa perusahaan yang spesialis dibidang masing-masing dan dengan biaya yang tidak sedikit. Dengan adanya *wireline winch unit* ini diharapkan mampu meminimalisir biaya perawatan sumur karena semua pekerjaan tersebut dapat dilakukan hanya dengan mengganto *tool string*-nya saja. *Wireline winch unit* merupakan salah satu unit/alat yang digunakan dalam metode wireline service.



Gambar 1 wireline services [1]

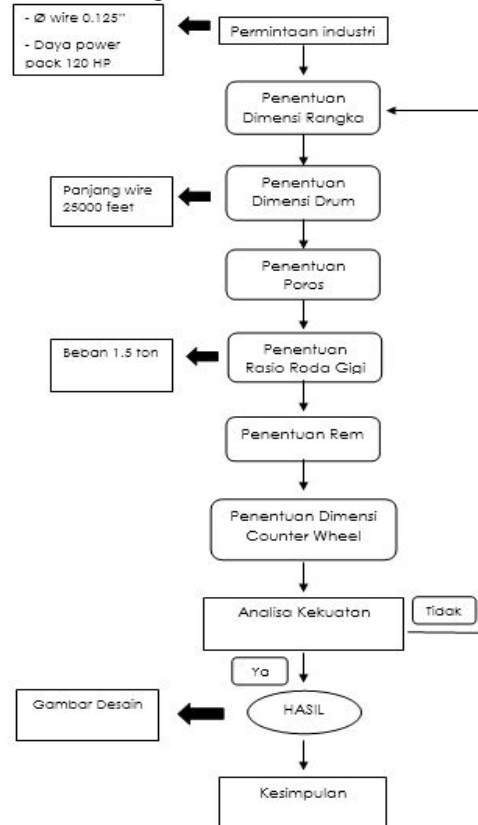
*Wireline winch unit* pada umumnya memiliki kapasitas wire yang sangat panjang dan diameter yang berbeda-beda. Selain itu, *wireline winch unit* juga membutuhkan powerpack sebagai sumber daya penggerak. Untuk menjawab permintaan industri tentang kebutuhan *wireline winch unit* berkapasitas beban 3000 pounds (1,5ton) dan memiliki kapasitas wire 25000FT, tulisan ini akan membahas bagaimana merancang *wireline winch unit* yang kuat menahan beban, dapat diletakkan dimana saja, *long life*, memiliki jangkauan yang panjang ke dalam sumur dan mudah dalam penggunaan maupun perawatan.

## II. METODE RANCANGAN

Desain yang akan dibuat pada tulisan ini adalah *wireline winch unit* dengan panjang 25000 feet dan beban 3000 pounds (1,5 ton). Selain itu perencanaan ini disesuaikan dengan kebutuhan yaitu dapat diletakkan baik di truk, kapal atau di daratan. Untuk itu *wireline winch unit* ini didesain tanpa *cabin* agar tidak banyak menggunakan ruang. *Powerpack* yang digunakan sebagai pembangkit tenaga bagi *wireline winch unit* ini menggunakan daya 120HP. Desain *powerpack* harus sesuai dengan standar API Spec 7B-11C [2]. Dimensi rangka dapat didesain terlebih dahulu sedangkan geometri rangka dapat menggunakan baja *hollow schedule 80*. Wire yang digunakan adalah *high carbon steel 0.125"* karena kandungan H<sub>2</sub>S dalam sumur tidak terlalu tinggi [2] dan sesuai dengan permintaan industri. Drum dapat menggunakan carbon steel karena lebih kuat dan memiliki daya tahan gesekan yang lebih besar meskipun kelenturannya kurang. Poros drum dapat ditentukan berdasarkan dimensi drum.

*Wireline winch unit* ini menggunakan 4 transmisi. Dengan beban desain sebesar 1,5 ton, rasio roda gigi dan rem dapat dihitung. Counter wheel dapat menggunakan material carbon steel high tension.

Jadi hasil desain menunjukkan kebutuhan powerpack pada *wireline winch unit* ini adalah 120HP, menggunakan diameter wire 0.125" material *high carbon steel* untuk beban 1,5 ton dan menggunakan material baja *hollow schedule 80* untuk rangka.



Gambar 2 Diagram alir proses perencanaan *wireline winch unit*

*Control cabin* merupakan tempat untuk memonitor aktivitas yang dilakukan toolstring selama pekerjaan *workover* berlangsung.. Untuk kecepatan pada saat penarikan atau penguluran *wire* dapat dikontrol melalui kontrol kabin. Selain itu *feeder route* juga terletak pada kontrol karbin untuk mengetahui panjang *wire* yang telah terulur. *Pressure gauge* dan *weight indicator* juga terpasang di kontrol kabin. Selain mengatur kecepatan control kabin juga mengatur pengereman *wire*.

### III. PEMBAHASAN

*Wireline winch unit* ini memiliki kapasitas 3000lbs (1.5 ton) sesuai dengan permintaan dan kebutuhan industri. *Wireline winch unit* membawa *tool string* ke dalam sumur untuk melakukan perawatan sumur. *Tool string* yang dibawa terdiri dari beberapa komponen yaitu *roob socket*, *stem*, *knuckle joint*, *spang jer*, dan *tool*. Berat *tool string* yang dibawa dapat mencapai 100 kg. Pada saat *jar up* atau penarikan *tool string*, beban dapat bertambah akibat melawan gaya gravitasi, *tool string* yang berputar pada *tubing*, friksi *tubing* dan faktor alamiah seperti *paraffin* atau kcl yang menempel pada dinding *tubing*. *Wireline winch unit* ini memiliki angka keamanan sehingga diperoleh kapasitas angkat sebesar 3000lbs (1.5 ton). Panjang *wire* yang ditentukan sebesar 25000 *feet* sesuai dengan permintaan industri. *Wire* disediakan lebih panjang karena *wire* yang telah digunakan satu hari operasi harus dipotong sepanjang 5-100 *feet* tergantung hasil pengujian. *Wire* dipotong karena *wire* yang telah digunakan mengandung H2S dan mengurangi ketahanan *wire*. *Wire* berdiameter 0.125" dengan panjang 25000 *feet*

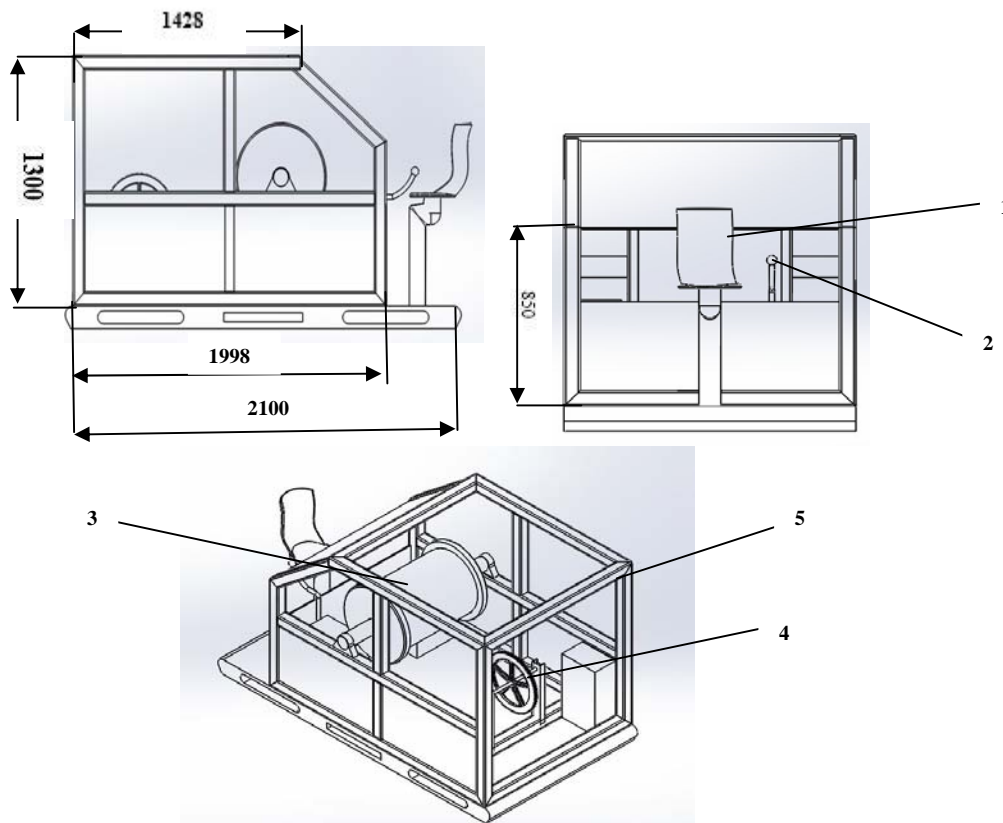
menggunakan material *carbon steel*. *Wire* 25000 *feet* dipilih karena panjang *wire* yang umumnya dipasaran.

*Power pack* berfungsi sebagai sumber daya. *Powerpack* yang digunakan sebagai pembangkit tenaga bagi *wireline winch* unit ini yang didistribusikan bagi komponen-komponen. *Powerpack* ini menggunakan daya 120HP sesuai dengan permintaan industri berdasarkan perhitungan dan pembebanan sedangkan menggunakan standard API untuk konstruksi skid/frame dari *wireline winch* unit ini. *Power pack* dihubungkan dengan motor hidrolis jenis vane sebagai penggerak kemudian dihubungkan dengan *wireline winch* unit dengan *hydraulic hose*. *Wireline winch* ini memanfaatkan gaya gravitasi ketika masuk kedalam sumur dan membawa *toolstring* akan tetapi kecepatan dapat diatur oleh operator dengan cara menginjak pedal gas dan terdapat roda gigi sehingga kecepatan dapat disesuaikan pada saat proses penarikan dari sumur ke permukaan.

Rem berfungsi sebagai pengurang kecepatan *wireline winch* unit. Prosesnya ketika *tubing* (sumuran) menyempit sehingga *toolstring* tidak terjatuh/terlepas karena jika terlepas *toolstring* terjatuh akan menyumbat sumber sumuran sehingga produksi sumuran menurun. Rem pada *wireline* unit ini menggunakan jenis sepatu rem.

#### IV. KONSEP DESIGN

Konsep desain yang kami buat seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3 Desain *wireline winch* unit

Penjelasan gambar :

1. Tempat operator : berfungsi sebagai tempat operator untuk mengendalikan *wireline*
2. Pemindah kecepatan : berfungsi sebagai pengatur tranmisi atau kecepatan
3. Drum : berfungsi sebagai tempat menggulung *wire*

4. Counter wheel : berfungsi sebagai penyetabil wire, juga berfungsi sebagai measuring wheels untuk mengukur kecepatan, kedalaman, dan tegangan wire
5. Rangka : berfungsi sebagai penopang sistem wireline winch unit

Adapun cara kerja dari *wireline winch unit* ini yaitu, *powerpack* menyala lalu mengalirkan daya dari *hydraulic hoses* untuk memutar motor. Setelah motor berputar motor dihubungkan dengan poros sistem roda gigi yang berfungsi untuk mengatur kecepatan. Kemudian sistem roda gigi dihubungkan dengan poros drum dimana drum ini dapat berputar searah atau berlawanan jarum jam sehingga dapat menggulung atau mengulur wire. Kemudian wire melewati *counter wheel*. *Counter wheel* berfungsi sebagai penyetabil *wire*, juga berfungsi sebagai measuring wheels untuk mengukur kecepatan, kedalaman, dan tegangan *wire*.

## V. KESIMPULAN

Untuk menjaga integritas sumur, melakukan intervensi bawah permukaan sumur dan menjaga kelangsungan produksi dari sumur diperlukan perawatan sumur tersebut. Metode *wireline services* merupakan salah satu metode untuk perawatan tersebut dan mampu meminimalisir biaya perawatan sumur. *Wireline services* menggunakan *wireline winch unit* untuk menggerakkan wire masuk ke dalam sumur dengan prinsip kerja mengantar dan menjemput peralatan-peralatan atau *tool strings* yang memiliki fungsi berbeda-beda dalam perawatan sumur. *Wireline winch unit* ini didesain untuk beban didalam sumur hingga 3000 pounds (1.5 ton) dengan jangkauan maksimum 25000 feet sesuai dengan permintaan industri. Daya penggerak *wireline winch unit* ini menggunakan *powerpack* 120HP.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Imam Supriyadi; Laporan COOP/KP "Wireline dan Well Testing Unit"; Balikpapan; 2007.
- [2] Schlumberger Perforation & Electricline Training. Elmar Pressure Control School.



## Rancang Bangun Mesin Pengupas Serabut dan Batok Kelapa

Mochammad Sholeh<sup>1</sup>; Ade Iskandar<sup>2</sup>; Jeffi Susendra<sup>2</sup>; Saifudin Nur<sup>2</sup>; Taufik Arrahman<sup>2</sup>

1. Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
masshool@gmail.com

### Abstrak

Mesin ini dirancang dan dibangun untuk membantu proses pengupasan serabut dan batok kelapa dalam satu konstruksi mesin. Mesin ini dibuat karena berdasarkan observasi mesin yang sejenis ini belum ditemukan adanya. Mesin yang sudah biasanya untuk satu proses, misalnya : mengupas serabut atau mengupas batok. Cara konvensional lebih banyak ditemui yang hal ini membuat produk kelapa siap olah menjadi kurang cepat tersedia. Mesin ini menggunakan prinsip silinder yang berputaran kedalam dengan tonjolan berbentuk kerucut melingkar 10 buah dengan jumlah baris 4 berputar dengan kecepatan 36 rpm, Silinder ini berfungsi mengupas serabut kelapa, dan siap untuk proses selanjutnya. Untuk mendapatkan daging kelapa yang bulat utuh dan siap olah digunakan pisau yang berbentuk gerigi atau disk cutter berputar dengan kecepatan 36 rpm, dibantu dengan pencungkil yang ditempatkan di depan pisau tersebut. dalam proses ini akan didapatkan daging kelapa bulat utuh. Mesin ini menggunakan motor bakar 5,5 HP ; 3600 rpm dilengkapi dengan reducer dengan rasio 1:50. Transmisi yang digunakan adalah sabuk dan rantai. Dengan dua proses pada satu konstruksi mesin membuat mesin ini menjadi lebih efektif dan efisien dalam menggunakan bahan bakar, biaya produksi akan menjadi lebih murah dan kinerja akan lebih optimal.

Kata kunci: kelapa, serabut, batok, mesin pengupas kelapa

### Abstract

This machine was designed and built to help the process of husking the coconut fibers and shells, which combine two processing in one machine construction. The existing machine nowadays, only able to do one process in a time, for example: husking shells or fibers only; and most of them use conventional methods, like traditional equipment and human power. It tends to be ineffective. This machine using 1 counter-clock spinning cylinder with 4 lines of 10 circular cones in each line. with 36 rpm speed. The function of the cylinder is to husk the coconut fibers and ready for the next process. in order to get the whole-round coconut meat, serrated blade or disk cutter which rotates with 36 rpm has used assist with crowbar placed in front of the blade. This machine works using a 5.5 HP 3600 rpm combustion engine equipped with a reducer with 1:50 ratio. The transmission used in this machines are the combination of belt-pulley and chain-sprocket. With two process in one machine construction, the process of husking coconut fibers and shells becomes more effective and efficient in the uses of fuel. Also it will lesser the cost of production and makes the performance more optimal.

Key word: coconut, fiber, shell, coconut dehusking machine

## I. PENDAHULUAN.

### 1. Latar Belakang

Indonesia memiliki lahan perkebunan kelapa terluas di dunia, dengan luas areal mencapai 3,86 juta hektare (ha) atau 31,2 persen dari total areal dunia. Untuk mempersiapkan kelapa menjadi produk siap olah, tentunya harus didukung dengan teknologi yang membuat pengupasan kelapa lebih efektif, efisien, dan aman sehingga diperlukan suatu alat yang bisa mempercepat proses pengupasannya.

Pengupasan sabut kelapa dengan cara manual memiliki kelemahan antara lain: operator harus benar-benar berpengalaman dan memiliki tingkat ketelitian tinggi apalagi jika menggunakan alat yang terbuat dari besi serta kapasitas kerja manusia yang relatif terbatas dimana seorang pengupas berpengalaman dapat mengupas buah sebanyak 1500-2000 buah per hari (Suhardiyono, 1988)

Malaysia, sudah memproduksi mesin pengupas serabut kelapa dengan kapasitas 300 kelapa/jam, dan India juga sudah memproduksi mesin pengupas batok kelapa dengan kapasitas 300-500 butir/jam. Namun, harga alat tersebut mahal, untuk mesin pengupas batok seharga \$2000 - 2200 / Unit, dan

pengupas serabut seharga \$4500/unit sementara belum ada mesin yang mengupas serabut dan batok sekaligus.

Oleh karena itu pada penelitian ini dicoba menggabungkan pengupas serabut sekaligus mengupas batoknya.

## II. EKSPERIMEN

Sebagai dasar untuk perancangan, dilakukan pengujian untuk mendapatkan data tentang kekuatan/gaya yang diperlukan untuk merobek sabut kelapa dan pengujian dilaksanakan di Laboratorium jurusan Mesin, Politeknik Negeri Jakarta menggunakan mesin uji Tarik

Tabel 1 Gaya untuk Merobek Kelapa

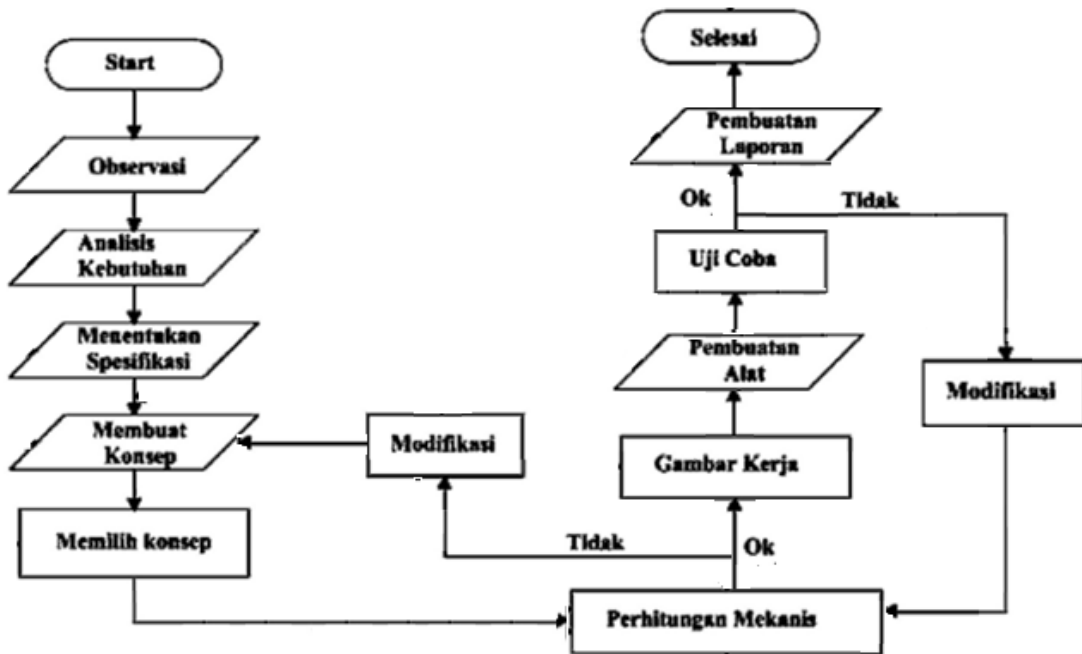
Kelapa No.	Diameter H [mm]	Diameter V [mm]	Tebal Serabut [mm]	F sobek [N]	Lebar [mm]	Panjang [mm]	F/Lebar [N/mm]	F/Panjang [N/mm]	Umur setelah dipetik
1	170	190	22	1450	64	228	22,6563	6,3596	7 hari
2	170	171	22	1600	164	230	9,7561	6,9565	7 hari
3	185	173	23	1400	149	244	9,3960	5,7377	10 hari
4	185	190	25	1600	149	276	10,7383	5,7971	10 hari

Tabel. 2 Gaya yang Dibutuhkan untuk Membelah Batok Kelapa

Batok No	Pecahan No	Diameter H [mm]	Tebal Batok [mm]	F pada batok [N]	(A) Luas [mm <sup>2</sup> ]	F/A [N/mm <sup>2</sup> ]
1	1	125	5	30	6015	0,00499
	2			30	1012	0,02964
	3			30	2027	0,01480
	4			30	3499	0,00857
	5			30	1549	0,01937
2	1	131	5	40	4880	0,00820
	2			30	2161	0,01388
	3			30	2977	0,01008
	4			30	1020	0,02941
	5			30	1852	0,01620

Pengujian dilaksanakan masing-masing 10 kali, tetapi data yang ditampilkan hanya sebagian saja

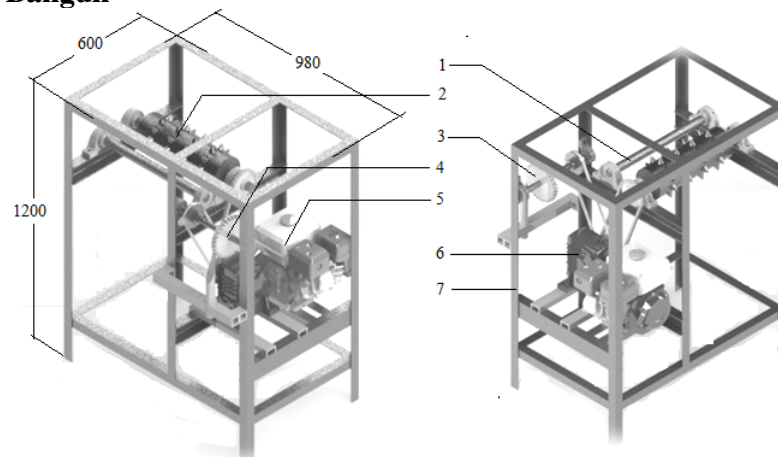
### III. METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir proses perancangan

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Rancang Bangun



Gambar 2. Desain Mesin Pengupas Serabut Dan Batok Kelapa

Keterangan Gambar

- |                           |                                  |
|---------------------------|----------------------------------|
| 1. Batang Penahan         | 5. Motor Penggerak (Motor Bakar) |
| 2. Silinder Pengupas      | 6. Reducer (Gear Box)            |
| 3. Pisau Pencungkil Batok | 7. Rangka Mesin                  |
| 4. Sistem Pemindah Daya   |                                  |





Gambar 3. Hasil Pengupasan 95 %

Pada rancang bangun mesin pengupas serabut dan batok kelapa ini dilakukan dua pengujian, yaitu pengujian proses pengupasan serabut kelapa dan pengujian proses pengupasan batok kelapa.

### Pengujian Proses Pengupasan Serabut Kelapa

Tabel 3. Hasil Pengujian Serabut Kelapa

Pengujian ke	Diameter Horizontal	Diameter Vertikal	Waktu (detik)	Keterkupan (%)
1	180	250	10	95
2	185	240	87	50
3	180	250	90	95
4	220	270	43	95
5	210	270	17	95
6	210	270	10	50
7	200	240	12	50
8	170	190	11	85
9	175	190	66	85
10	180	300	25	90
11	179	250	24	85
12	175	220	25	95
Rata-rata			35	80,83

### Pengujian Proses Pengupasan Batok Kelapa

Tabel 4. Hasil Pengujian Batok Kelapa

Batok Kelapa	Diameter Horizontal	Diameter Vertikal	Waktu Pengupasan	Keterangan
1	140	130	-	tidak terkupas
2	150	130	-	tidak terkupas
3	145	130	-	tidak terkupas

## 2. Pembahasan Serabut Kelapa

Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mengupas satu buah kelapa adalah

$$\frac{\text{Total Waktu pengupasan (12 Kelapa)}}{\text{Jumlah pengujian (12)}} = \frac{420}{12} = 35 \text{ detik}$$

Dari 12 kali pengujian, diperoleh bahwa tingkat keberhasilan mesin pengupas kelapa sebesar

$$\frac{\text{Jumlah keterkupasannya}}{\text{Jumlah pengujian}} \times 100\% = 80,33\%$$

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pengupasan kelapa, yaitu :

1. Jarak antar rol  
Awalnya jarak antar celah 2 rol adalah 28 [mm]. Saat pengujian, serabut kelapa dapat tersobek oleh duri rol, tetapi buah kelapa sering ikut masuk ke celah rol sehingga kelapa pecah. Lalu, Penulis mengganti 1 rol dengan poros biasa tanpa duri dengan diameter 40 [cm]. Sehingga jarak antar rol duri dengan poros pejal menjadi 78 [mm].
2. Jumlah rol yang digunakan  
Saat menggunakan 2 rol berduri, kelapa dapat terkupas, namun kelapa sering tersangkut ke celah rol sehingga kelapa pecah. Kemudian Penulis mengganti 1 rol dengan poros biasa berdiameter 40 [cm]. Jadi yang menyobek serabut hanya 1 rol berduri. Modifikasi ini membuat kelapa tidak sering tersangkut dan pecah saat pengujian.
3. Motor yang digunakan  
Saat menggunakan motor listrik 1 [hp], mesin tidak kuat untuk mengupas serabut kelapa. Saat duri rol menyobek serabut kelapa, rol akan berhenti berputar. Lalu diganti dengan motor bakar 5,5 [hp] sehingga mesin kuat menyobek serabut kelapa.
4. Transmisi yang digunakan  
Awalnya menggunakan transmisi sabuk v-belt, saat percobaan terjadi slip antara sabuk dan puli. Lalu diganti dengan transmisi rantai, sehingga tidak terjadi slip.
5. Keahlian operator  
Operator perlu memahami karakter mesin agar proses pengupasan bisa berjalan dengan baik dan aman.

### **Batok Kelapa**

Dalam percobaan pengupasan batok kelapa, mesin belum berhasil, hanya terjadi gesekan antara pisau dengan batok kelapa. Hal ini dikarenakan :

1. Desain pisau pengupas batok  
Desain pisau pengupas belum dapat mengupas batok kelapa selama percobaan. ada beberapa alternative tipe pisau pengupas namun belum bisa dilakukan modifikasi pada pisau pengupas.
2. Jumlah gigi-gigi pisau pengupas batok  
Gigi-gigi pisau terlalu banyak. sehingga antara batok dan pisau hanya terjadi gesekan. Gigi-gigi pisau harus dikurangi agar gigi pisau dapat mengupas batok kelapa.
3. Posisi pencungkil batok terhadap pisau pengupas batok.  
Posisi awal pencungkil diletakan 1 sumbu horisontal dengan diameter lingkaran pisau pengupas, dengan jarak celah 5 [mm] antar pencungkil dan ujung gigi pisau. Posisi kedua yang didesain pencungkil berada agak bawah dari sumbu horisontal dengan diameter lingkaran pisau pengupas. Namun batok belum dapat terkupas juga.

## **V. KESIMPULAN**

1. Alat dapat mengupas serabut kelapa dengan tingkat keberhasilan 80,33 %.

2. Agar dapat mengupas batok kelapa, desain gigi pisau dibuat agak menonjol keluar setebal ketebalan batok kelapa agar daging kelapa tidak ikut terkupas dan batok kelapa tidak hanya menggesek pada pisaunya.
3. Spesifikasi alat pengupas serabut dan batok kelapa :
  - a. Dimensi mesin : 980 x 600 x 1200 (P x L x T) [mm]
  - b. Penggerak Motor Bakar dengan daya 5,5 [hp], kecepatan 3600 [rpm]
  - c. Kapasitas Pengupas Serabut 103 buah kelapa/jam dan akan lebih meningkat lebih banyak lagi jika operator sudah mengetahui karakteristik mesin dengan baik.
  - d. Jumlah Operator 2 Orang

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] [http://en.wikipedia.org/wiki/Flat-belt\\_pulley#Flat\\_belts](http://en.wikipedia.org/wiki/Flat-belt_pulley#Flat_belts). Diakses Jam: 10.24 WIB, tanggal 20-07-2013.
- [2] [http://www.lincolnelectric.com/en-us/support/process-and-theory/Pages/aws\\_certificate-detail.aspx](http://www.lincolnelectric.com/en-us/support/process-and-theory/Pages/aws_certificate-detail.aspx). Diakses jam: 10.35 WIB, tanggal 20-07-2013.
- [3] Khurmi, R. S. dan J. K. Gupta. 2005. **A Text Book Of Machine Design**. New Delhi: Eurasia Publishing House Limited.
- [4] Meriam, J. L. dan L. G. Kraige. 2006. **Mekanika Teknik Statika, Jilid I, Edisi Kedua**. Jakarta: Erlangga.
- [5] Palungkung, Rony. 1992. **Aneka Produk Olahan Kelapa**. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [6] Suhardiyono, L., 1988. **Tanaman Kelapa, Budidaya dan Pemanfaatannya**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- [7] Sularso, Kiyokatsu Suga. 2004. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [8] Takeshi Sato, G. Dan N. Sugiarto Hartanto. 2008. **Menggambar Mesin Menurut Standar ISO**. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

## Rancang Bangun Alat Pencetak Rengginang Mangkok Berkapasitas 16 Buah per Proses

Aji Aprianto; Fahmi Wahyudi; Hary Pratama; M. Arif; Bambang Kuncoro; Indriyani Rebet

Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

[ajiapr168@gmail.com](mailto:ajiapr168@gmail.com)

### Abstrak

Pada saat ini alat pencetak rengginang masih manual, sehingga waktu produksi masih lama dan produktivitas rendah. Selain itu rengginang memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda. Untuk meningkatkan kualitas rengginang dan produktivitas maka diperlukan sebuah alat yang mampu membuat rengginang dengan ukuran dan bentuk yang sama. Penelitian ini merancang bangun alat pencetak rengginang mangkok berkapasitas 16 buah per proses.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan<sup>1</sup>. Hasil dari penelitian ini adalah alat pencetak rengginang yang mampu membuat rengginang dengan ketebalan sebesar 10 [mm] dan tebal bibir sebesar 10 [mm]. Produksi yang dihasilkan dari alat ini akan lebih banyak dibandingkan dengan pembuatan rengginang secara manual, serta waktu yang dibutuhkan dalam pembuatannya lebih singkat. Sehingga efisiensi proses produksi dapat meningkat secara signifikan.

Kata kunci : alat pencetak, produktivitas, rengginang, penelitian, pengembangan, efisien

### Abstract

Currently produces rengginang still manually, so it needs a lot of time and lower quantity. Beside of that rengginangs has different shape and sizes. On purpose to increase the quality and the productivity of rengginang which could produced rengginan in big capacity and has same shape. The aim of this research creates tools that could produce 16 rengginans in each process. The metode are research and development<sup>1</sup>. The result of this research is a tool which made rengginang with 10 [mm] thickness and 10 [mm] side thickness. Not only the product of this tool would be better than the manual process, but also the duration would be shorter. So the efficiency of the production increase significantly

Keywords :press tool, productivity, rengginangs, research, development, efficient..

## I. PENDAHULUAN

Di daerah Jawa Tengah terdapat sebuah rengginang yang terkenal, yaitu rengginang mangkok. Pada umumnya rengginang ini memiliki tebal bibir cekungan 10 [mm] dan ketebalan rengginang sebesar 10 [mm]. Namun pada saat ini pembuatan rengginang masih secara manual dengan menggunakan tangan. Walaupun demikian ada alat yang digunakan untuk memproduksi rengginang, tetapi masih sangat sederhana, hanya mampu menghasilkan 1 rengginang per proses dan hasilnya mudah hancur. Lingkup penelitian ini adalah merancang bangun mesin cetak rengginang mangkok, melakukan pengujian alat dan melakukan analisis ekonomi. Hasil penelitian ini akan diterapkan untuk industri kecil sehingga mampu menghasilkan rengginang dengan kualitas tinggi dan produktivitas yang tinggi.

## II. METODOLOGI

Metologi yang digunakan adalah sebagai berikut :

---

<sup>1</sup> Borg, W.R & Gall, M.D. 1983. *Educational Research: An Introduction*. London: Longman, Inc



Gambar 1. Diagram Alir

Pertama analisis keadaan saat ini, pada proses ini menganalisa situasi produksi rengginang yang telah ada. Kemudian memperkirakan alat yang lebih efisien dengan cara mendesain bagaimana alat ini mampu bekerja lebih efisien dibanding kondisi saat ini. Setelah itu melakukan survey untuk mencari ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan untuk pembuatan alat ini. Proses berikutnya adalah menghitung pembuatan alat yang disesuaikan dengan kondisi bahan baku yang tersedia di pasar. Selanjutnya adalah proses pembuatan alat. Terakhir adalah pengujian alat.

### III. TEORI

#### Menentukan Dimensi Die Block<sup>2</sup>

Die adalah pasangan punch baik untuk memotong atau membentuk pelat strip. Lubang Die akan menentukan bentuk dan ukuran sisi luar blank. Menentukan tebal Die yang diizinkan yaitu dengan rumus :

$$H = \sqrt[3]{F_{\text{maksimum}}}$$

Keterangan

$F_{\text{max}}$  = Gaya pemotongan maximum [kg]

H = Tebal Die [mm]

Adapun untuk jarak minimum paada pelat die untuk garis potong berupa garis melengkung.

$$W_1 = 1.2 \times H$$

Adapun untuk jarak minimum paada pelat die untuk garis potong berupa garis lurus.  $W_2 = 1.5 \times H$

<sup>2</sup> Luchsinger, H.R. *Tool Design 2*. Swiss Project on Polytechnic for Mechanics

**Menentukan jarak antar baut.<sup>3</sup>**

Jarak antar baut adalah  $a_1 = 1.7 \times d$ . Dimana  $a_1$  adalah jarak antar baut dan d adalah diameter lubang.

**Menentukan ukuran pegas<sup>4</sup>**

1) Solid Length

$$L_s = n' \times d$$

Keterangan:

$n'$  = Jumlah lilitan

d = Diameter lilitan pegas [mm]

2) Free Length

$$L_f = n'.d + \delta_{max} + 0.15 \delta_{max}$$

Keterangan:c

$\delta$  = Jarak antara pegas saat renggang dengan ditekan

3) Spring Index

$$C = \frac{D}{d}$$

Keterangan

D = Diameter luar pegas [mm]

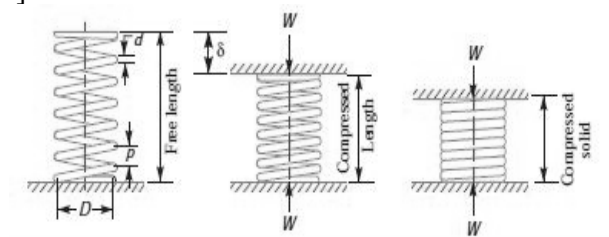
4) Pitch

$$p = \frac{L_f - L_s}{n' - 1}$$

Keterangan

$L_f$  = Free Length [mm]

$L_s$  = Solid Length [mm]



Gambar 2. Pegas

<sup>3</sup> Wibisana, Drs. Bambang. 1992. *Diktat Matakuliah Perancangan Perkakas Tekan*. Politeknik Universitas Indonesia: Jakarta

<sup>4</sup> Khurmi, R.S & J.K. Gupta. 1991. *A Text book Of Machine Design*. Eurasia Publishing House LTD: New Delhi

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain alat yang ada saat ini :

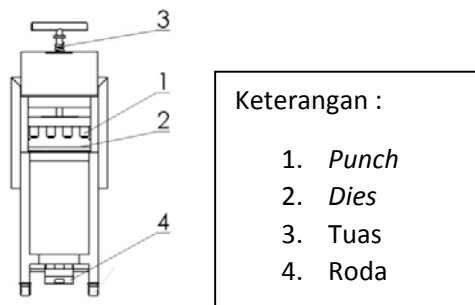


Gambar 3. Alat Cetak Rengginang

Deskripsi alat :

Pada saat ini alat pencetak ini hanya mampu menghasilkan satu rengginang untuk setiap prosesnya. Pada dasarnya alat ini terdiri atas sebuah *punch* yang dihubungkan dengan sebuah pegas sedemikian sehingga alat mampu mencetak rengginang dengan mudah, terdapat suatu cetakan yang dapat membentuk rengginang dengan ukuran yang tetap, namun kuantitas produksi yang dihasilkan masih minim.

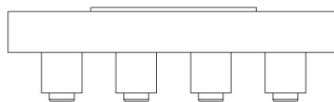
Alat yang akan kami buat :



Gambar 4. Detail desain alat pencetak rengginang 16 buah per proses

Komponen alat pencetak rengginang baru terdiri dari *punch*, *dies*, dan nampan. Detail gambar desain dapat dilihat pada Gambar 4.

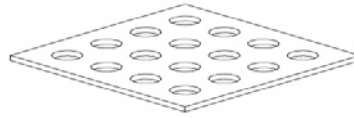
#### **Punch.**



Gambar 5. *Punch*

*Punch* adalah komponen yang berfungsi sebagai pencetak yang berjumlah 16. Bahan *punch* adalah nylon.

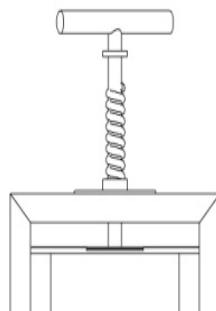
### Dies.



Gambar 6. Dies

*Dies* adalah komponen pelengkap *punch* untuk mencetak rengginang berbentuk mangkok dengan tebal 20 [mm] dan tebal bibir 10 [mm]. *Dies* memiliki jumlah yang sama dengan *punch* yaitu 16 buah. Bahan *dies* adalah kayu. Fungsi utama *punch* dan *dies* adalah menghasilkan cetakan rengginang yang berukuran seragam dalam waktu yang singkat.

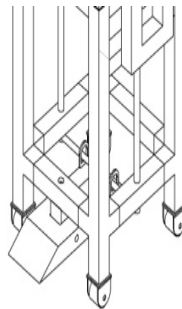
### Tuas.



Gambar 7. Tuas

Mekanisme kerja alat ini menggunakan tuas berpegas sebagai sistem penggerak. Pegas berfungsi untuk mengembalikan ke posisi awal setelah proses pencetakan.

### Roda dan Pedal.



Gambar 8. Pedal dan roda

Pedal berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan dies untuk mempermudah pengambilan rengginang yang telah dicetak. Roda berfungsi untuk mempermudah pemindahan alat.

## V. HIPOTESA

- Mesin cetak rengginang dengan konsep perkakas tekan dapat membantu meningkatkan efisiensi proses produksi.
- Mesin cetak rengginang mempunyai ukuran diameter luar rengginang 50 [mm] dan ketebalan rengginang sebesar 10 [mm].
- Mesin cetak rengginang ini menghasilkan 16 buah per proses di bandingkan dengan mesin cetak sebelumnya yang hanya menghasilkan 1 buah rengginang per proses



## **VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Borg, W.R & Gall, M.D. 1983. *Educational Research: An Introduction*. London: Longman, Inc
- [2] Luchsinger, H.R. *Tool Design 2*. Swiss Project on Polytechnic for Mechanics
- [3] Wibisana, Drs. Bambang. 1992. *Diktat Matakuliah Perancangan Perkakas Tekan*. Politeknik Universitas Indonesia: Jakarta
- [4] Khurmi, R.S & J.K. Gupta. 1991. *A Text book Of Machine Design*. Eurasia Publishing House LTD: New Delhi

## Analisis Kerusakan Cylinder Stick Excavator 320D

Achmad Jodi Rivandi ; Oky Angga Priatama ; Iwan Susanto

Teknik Alat Berat, Politeknik Negeri Jakarta

[jodi.vandi@gmail.com](mailto:jodi.vandi@gmail.com)

### Abstrak

Di era modern, penggunaan hidrolik sangat penting di industri. Untuk mempelajari konsep perbaikan *Hydraulic Cylinder Stick* Pada *Hydraulic Excavator 320D* diperlukan pemahaman konstruksi sistem hidrolik dan aplikasinya. Penelitian bertujuan mengetahui kerusakan pada *Hydraulic Cylinder Stick* Pada *Hydraulic Excavator 320D* dan mengetahui cara mencegah kerusakan tersebut terjadi lagi. Perbaikan kerusakan merujuk pada "GRPTS, *Service Manual Book, Service Information System*". Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data, pengolahan data, dan pembuatan jadwal. Hasil analisis ini akan mengetahui penyebab kerusakan pada cylinder stick excavator 320D agar tidak terulang kembali dengan mengacu riwayat unit tersebut.

Kata kunci : GRPTS manual, Service Manual Book, Service Information System

### Abstract

In the modern era, the use of hydraulic very important in the industry. To learn the concept improvement Stick On Hydraulic Cylinder Hydraulic Excavator 320D hydraulic system required the construction of understanding and application. The study aims to determine the damage to Stick On Hydraulic Cylinder Hydraulic Excavator 320D and know how to prevent such damage from happening again. Repair damage refers to "GRPTS, Book Service Manual, Service Information System". This study uses data collection, data processing, and the manufacture schedules. The results of this analysis will determine the cause of damage to the excavator stick cylinder 320D from happening again by referring to a history of the unit.

Keywords : GRPTS manual, Service Manual Book, Service Information System

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar belakang

Terkait fungsinya Cylinder Stick yang menggerakkan Stick pada unit 320D, menjadikan salah satu aspek penting dalam hasil kerja unit. perawatan, pengoperasian maupun pemanfaatan material fluida berbasis oli di sistem hidrolik mempengaruhi kinerja cylinder stick. mempelajari konsep mendasar hidrolik seperti pemahaman konsep praktis konstruksi sistem hidrolik dan aplikasinya. pembahasan kepada maintenance umum yang praktis dan teknik penyelesaian masalah yang digunakan dalam sistem hidrolik dengan cara yang spesifik dan bermaksud untuk mencegah kerusakan komponen atau sistem. Penelitian bertujuan mengetahui kerusakan pada *Hydraulic Cylinder Stick* Pada *Hydraulic Excavator 320D* dan mengetahui cara mencegah kerusakan tersebut terjadi lagi

## II. METODE PENELITIAN

Terbagi dalam dua metode dengan langkah-langkah sebagai berikut :

### 1. Studi Literature

1. SIS ( Service Information System )
2. Service Manual
3. Skematik Hydraulic system

### 2. Studi Lapangan

1. Pencarian data literature
2. Pengumpulan data
3. Konsultasi pihak yang bersangkutan
4. Melakukan analisa terhadap kinerja system hydraulic
5. Melakukan maintenance terhadap komponen hydraulic

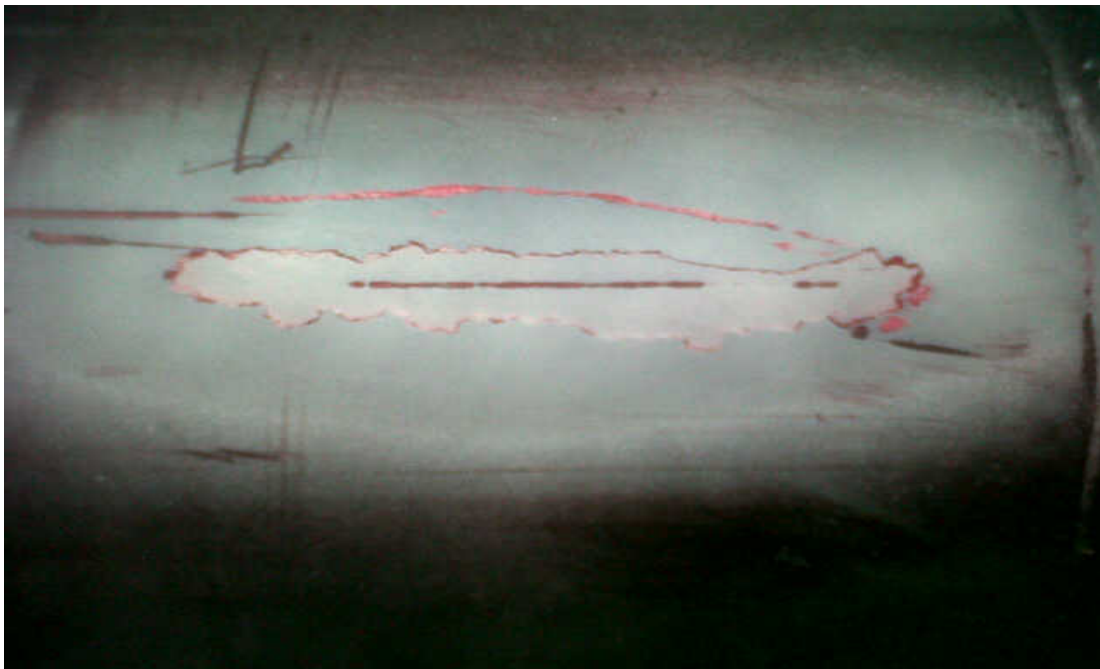
### III. HASIL VISUAL INSPECTION DAN G.R.P.T.S.

#### 1. Hasil Visual Inspection



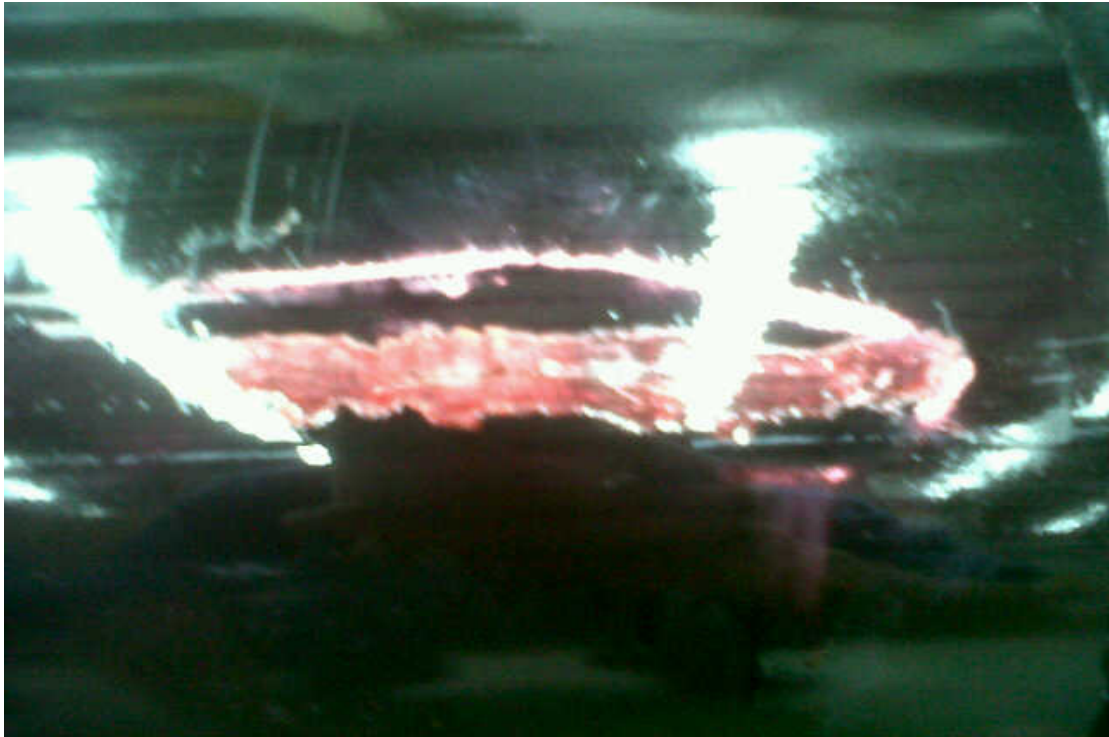
Gambar 1. Hasil test crank cyclinder stick

Pada saat melakukan test crack ternyata terlihat sebuah goresan berwarna merah yang menandakan bahwa terjadi retakan pada cyclinder stick yang akan mengakibatkan kebocoran pada cylinder stick tersebut.

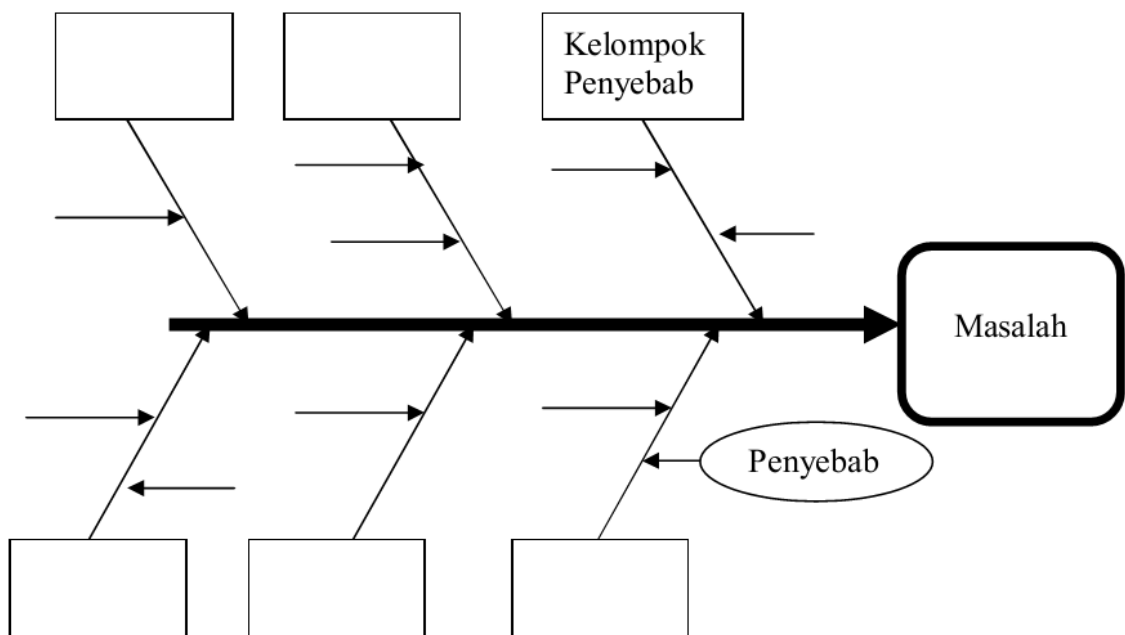


Gambar 2. Hasil test crank cyclinder stick

Pada percobaan kedua ternyata timbul lagi garis merah lurus, maka goresan itu ialah sebuah retakan pada cyclinder stick



Gambar 3. Hasil test crank cylinder stick



Gambar 4. Diagram Fishbone

#### IV. KESIMPULAN

Mengembangkan kemampuan dalam menganalisa kerusakan komponen-komponen dengan mengidentifikasi ciri-ciri yang terjadi sesuai visual inspection mengacu pada G.R.P.T.S. agar *Hydraulic Stick Cylinder Excavator 320D* dapat terus beroperasi dengan baik sesuai dengan fungsinya.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

[1] Caterpillar. 'Basic Hydraulic'

- [2] PT.TrakindoUtama.2000. *Hydraulic System*. Cileungsi: Training Center /<http://www.sis.cat.com>
- [3] Guideline for reusable part and salvage

## Rancang Bangun Perkakas Tekan Penghasil Plat Alumunium Berbentuk Wayang

Ade Novita Anggraeni; Irfan Rahadi; Nadya Izzati; Raden Oktavianto; Dadang Moh. Bhakti  
Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
[nadyaizzati@rocketmail.com](mailto:nadyaizzati@rocketmail.com)

### Abstrak

Berkembangnya teknologi di dunia menyebabkan produsen harus pandai dalam meningkatkan produktivitas dengan memanfaatkan teknologi yang ada. Alat bantu produksi yang dibutuhkan saat ini adalah alat yang dapat memproduksi dengan jumlah yang banyak dan dengan waktu yang singkat, dan dapat menghasilkan produk yang baik, presisi, dan menghasilkan ukuran yang sama. Dari permasalahan tersebut maka penelitian ini bertujuan untuk membuat alat perkakas tekan dengan sasaran utama yaitu Unit Kecil Menengah (UKM) penghasil *souvenir* pernikahan.

Peralatan ini bekerja dengan bantuan mesin tekan (*press machine*) baik mesin tekan eksentrik maupun mesin tekan hidrolik. Metode perancangan menggunakan perkakas tekan yang memiliki komponen yaitu *Shank, Top Plate, Punch Holder, Stripper, Punch, Dies, dan Bottom Plate*. Perkakas tekan ini memiliki dies berbentuk wayang. Produk yang dihasilkan dari perkakas tekan ini adalah plat alumunium dengan bentuk menyerupai dies.

Perkakas tekan ini didesain dan dibuat untuk memproduksi benda dalam jumlah besar dan memiliki bentuk dan ukuran yang sama dalam waktu singkat. Dengan demikian produk memiliki bentuk presisi dengan harga ekonomis.

Kata Kunci: Perkakastekan, alumunium, *dies*, wayang, plat.

### Abstract

The development of technology in the world makes the producer has to increase the productivity by modified existing technology. Producer needs a tool that can be produced in large numbers and with a short time, and produce high quality product (has precision shape and dimension). The aim of this research is to create press tool that used for Small Unit Medium Enterprises (SMEs) in order to produce wedding souvenir.

Press tool work together with press machine (eccentric and hydraulic press machine). The method uses design of press tools that have a component that is Shank, Top Plate, Punch Holder, Stripper, Punch, Dies, and Bottom Plate. This press tool has a dies that shaped puppet. The resulting product of this press tool is aluminum plate with a puppet shape.

This press tool made with the aim to produce objects in the hundreds or thousands of with same shape and size then in a relatively short time and economically. It will be economical because the manufacture of objects with this press tool included in the category of mass production, so the selling price is quite cheap .

Keyword: Press tool, alumunium, dies, puppets, plate.

## I. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi di dunia menyebabkan produsen harus pandai dalam meningkatkan produktivitas dengan memanfaatkan teknologi yang ada. Alat bantu produksi yang dibutuhkan saat ini adalah alat yang dapat memproduksi dengan jumlah yang banyak dan dengan waktu yang singkat, serta menghasilkan produk yang baik, presisi, dan memiliki ukuran yang sama. *Press tool* adalah suatu alat bantu produksi yang memenuhi kriteria tersebut. Sasaran utama adalah Unit Kecil Menengah (UKM), karena sampai saat ini UKM masih banyak yang menggunakan sistem manual. Produk akhir *press tool* ini adalah alumunium berbentuk wayang yang digunakan sebagai *souvenir* pernikahan. Penggunaan *press tool* diharapkan mampu meningkatkan produktivitas dan pendapatan UKM.

## II. TEORI

### 1. Press Tool

*Press tool* adalah salah satu jenis alat yang digunakan untuk memotong dan membentuk suatu produk dari lembaran plat logam dengan menggunakan mesin *press* sebagai alat penekan. *Press tool* dapat menghasilkan produk secara masal dengan kualitas yang seragam dan waktu yang singkat.

Press tool ini terdiri dari beberapa komponen yaitu *Shank, Top Plate, Punch Holder, Stripper, Punch, Dies, and Bottom Plate*. Plat alumunium yang dihasilkan dari press tool ini bentuknya menyerupai dengan dies yang berbentuk wayang. Bagian yang memotong plat adalah punch. Punch adalah bagian yang berpasangan dengan alat potong. Bahan yang digunakan pada punch biasanya baja krom yang dikeraskan pada 60 sampai 62 (HRC). Setelah plat tersebut menjadi plat berbentuk wayang, plat tersebut akan dimanfaatkan sebagai souvenir pernikahan. Aksesoris yang digunakan yaitu *sticker*. *Sticker* akan ditempel pada permukaan plat sehingga plat akan terlihat lebih indah.

## 2. Proses Pembuatan Press Tool

Mesin yang digunakan dalam proses pembuatan *press tool* untuk membuat plat alumunium berbentuk wayang ini antara lain adalah mesin *frais*; mesin *bor*; mesin gerinda; mesin bubut; peralatan kerja bangku; peralatan dapur pemanas; mesin *wire cut*. Proses pembuatan *press tool* ini memiliki keunikan pada pembuatan *dies* yang berbentuk wayang, yaitu menggunakan mesin *wire cut*. *Wire cut* ini merupakan proses permesinan dengan menggunakan proses erosi yang dihasilkan dari perbedaan potensial dari sebuah kawat. Sehingga *dies* akan terbentuk sesuai yang kita inginkan.

Selain itu, proses pembuatan *press tool* ini juga memerlukan perlakuan fisik yaitu *heat treatment*. Perlakuan fisik ini berfungsi untuk meningkatkan kekerasan pada *punch* dan *die* maka dilakukan proses perlakuan panas (*heat treatment*). Hal ini bertujuan agar *punch* dan *die* pada *press tool* benar-benar kuat dan tahan lama bila digunakan. Perlakuan panas yang digunakan ada dua, yaitu:

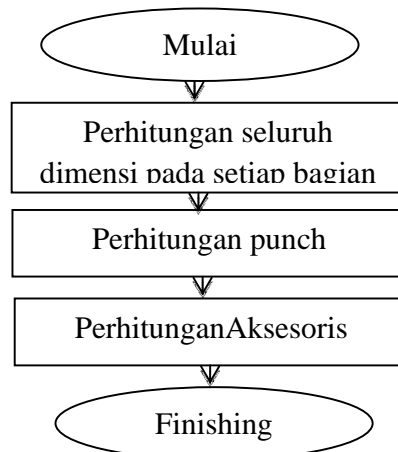
### **Hardening**

*Hardening* adalah proses *heat treatment* yang bertujuan mengubah struktur baja sedemikian rupa sehingga diperoleh struktur baja yang keras.

### **Tempering**

*Tempering* adalah memanaskan kembali baja yang telah dikeraskan (*hardening*) untuk menghilangkan tegangan dalam (*internal stress*) serta memperbaiki keuletannya.

## III. METODE PERANCANGAN



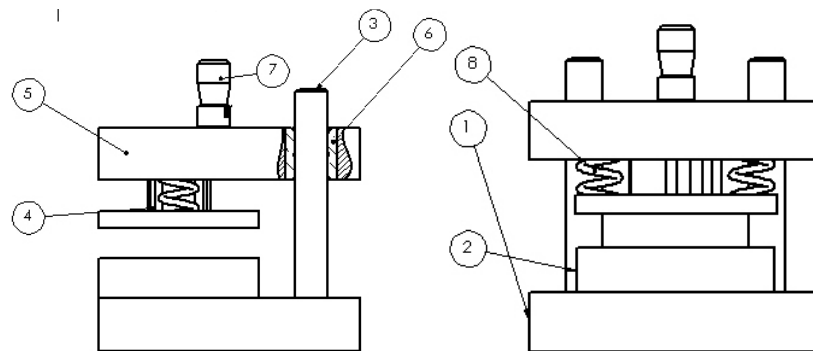
Gambar1. Diagram metode perancangan

Proses pembuatan *press tool* diawali dengan merancang seluruh bagian-bagian *press tool*, dan dilanjutkan dengan proses penggambaran. Setelah itu masuk pada tahapan menghitung seluruh dimensi pada setiap bagian *press tool*. Bagian yang dihitung seperti pada bentangan material, perhitungan gaya *buckling*, perhitungan tebal *dies*, dan menentukan material yang akan digunakan. Proses selanjutnya yaitu perhitungan *punch*, pada proses ini menentukan dimensi pada *punch holder, stripper, dan Fix & Move finger stop*. Selanjutnya penentuan aksesoris yang akan digunakannya itu *sticker*. *Sticker* akan ditempel pada permukaan plat, untuk itu diperlukan ukuran dimensi pada *dies* untuk menyesuaikan

dengan *sticker*. Tahap terakhir pada proses perancangan ini yaitu *finishing*, pada proses ini dimensi pada *press tool* sudah lengkap dan siap diproduksi.

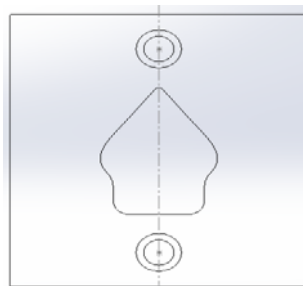
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Press tool* yang akan dibuat yaitu dengan dimensi 160 x 160 x 60 [mm]. Berikut adalah detail gambar *press tool*:



Gambar2.Press Tool

1. Bottom plate  
Bottom plate digunakan untuk mendukung dies dan menempatkan pilar-pilar pengarah. Bottom plate yang biasanya digunakan terbuat dari bahan-bahan besi tuang atau baja yang lunak.
2. Dies wayang



Gambar 3. DiesWayang

- Dies merupakan pasangan punch sebagai alat potong atau pembentuk plat yang dikerjakan. Bahan yang biasa digunakan adalah DF3 dikeraskan, didahului oleh proses permesinan.
3. Pilar  
Pilar merupakan pengarah dari top plate yang tegak lurus terhadap komponen-komponen dibagian bawah. Bahan pilar yang sering digunakan dari baja karbon yang dikeraskan.
  4. Punch  
Punch adalah bagian yang berpasangan dengan alat potong. Bahan yang digunakan biasanya baja krom yang dikeraskan pada 60 sampai 62 (HRC).
  5. Top plate  
Top plate berfungsi untuk memegang punch ataupun punch holder, selain itu top plate juga berfungsi untuk mendorong punch pada saat pemotongan.
  6. Bush  
Berfungsi untuk menjaga permukaan dari top plate dengan tujuan menghindari kerusakan top plate akibat gesekan dengan pilar.
  7. Shank



Shank adalah bagian perkakas tekan yang berfungsi untuk mendorong top plate pada saat pemotongan dan mengangkat top plate setelah pemotongan berlangsung.

#### 8. Per

Per digunakan agar memudahkan mesin press saat memotong plat.

### Prinsip Kerja

Proses pemotongan dan pembentukan yang diperoleh dari gaya mesin *press* dihubungkan dengan *shank*. Masukkan *stock strip* hingga menyentuh batas *stopper* pada *press tool*. *Punch* akan turun untuk melakukan penekanan terhadap benda kerja sehingga menyebabkan proses pembentukan dan pemotongan. Sebelum *punch* melakukan proses pengerjaan, pelat *stripper* akan menjepit *stock strip* terlebih dahulu agar tidak bergerak. Setelah *stock strip* terjepit oleh pelat *stripper*, *punch piercing* akan melakukan pemotongan yang menghasilkan lubang tengah dan sisi-sisi pada gasket, dilanjutkan *punch blanking* turun untuk melakukan pemotongan yang menghasilkan bentuk dari gasket itu sendiri.

### Proses Pemotongan dan Pembentukan *Press Tool*

#### *Proses Blanking*

*Blanking* merupakan proses pengerjaan material dengan tujuan mengambil hasil produk yang sesuai dengan bentuk *punch*. Pada umumnya proses ini dilakukan untuk membuat produk dengan cepat dan berjumlah banyak dengan biaya murah.

## V. HIPOTESA

*Press tool* ini memiliki dimensi 160 x 160 x 60 [mm] dengan menghasilkan produk plat berbahan aluminium berbentuk wayang dengan tebal 0,5 [mm]. Mesin press ini berkapasitas 7,3 [Ton]. *Press tool* dibuat karena memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Dapat digunakan untuk membuat produk secara masal.
- b. Dapat menghasilkan produk dengan bentuk dan ukuran yang seragam.
- c. Biaya lebih ekoomis dalam pembuatan produk masal.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khurmi,R.S&J.K.Gupta. 1991. **A Text book Of Machine Design**. Eurasia Publishing House LTD: New Delhi
- [2] Luchsinger,H.R. 1984. **Tool Design 2**. Swiss Project on Polytechnic for Mechanics
- [3] Wibisana,Drs.Bambang. 1992. **Diktat Matakuliah Perancangan Perkakas Tekan**. PoliteknikUniversitas Indonesia: Jakarta

## Rancang Bangun Alat Pengering Serpihan Sampah Plastik

Dudun Abdul Rofi ; Dhidik Mahandika ; Zul Qadri Al Rasyid , Eko Bayu Saputro ; Almahdi

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Email: dudun\_abdulrofi@yahoo.com

### Abstrak

Perkembangan Ilmu Pengetahuan Teknologi dan Penelitian di bidang plastik banyak dimanfaatkan dan semakin pesat perkembangannya. Produk-produk yang menggunakan plastik seperti minuman botol plastik, tempat makanan dari plastik dan macam-macam plastik yang sudah tidak digunakan lagi dapat dimanfaatkan atau didaur ulang oleh perusahaan pendaur ulang menjadi serpihan plastik yang dapat dijual dan diolah kembali.

Plastik yang sudah dirajang dengan mesin penghancur plastik dan telah menjadi serpihan plastik kemudian dicuci agar bersih dan setelah itu dikeringkan. Karena proses pengeringan alami memerlukan waktu yang cukup lama yaitu sekitar 8 jam dan proses pengeringannya masih bergantung pada cuaca maka di perlukan pengering serpihan plastik dengan motor penggerak. Maka dibuat alat pengering serpihan sampah plastik yang dapat mengeringkan tanpa perlu bergantung pada cuaca dan dapat mengeringkan dalam waktu singkat.

Alat pengering serpihan sampah plastik ini dibuat untuk mengeringkan serpihan sampah plastik dengan menggunakan sistem putar yang digerakan oleh motor. Cara kerja alat ini yaitu serpihan sampah plastik yang masih basah dimasukkan ke dalam alat ini kemudian dengan putaran yang tinggi alat ini mengeringkan serpihan sampah plastik tersebut dalam waktu singkat. Material plastik yang mampu dikeringkan oleh alat ini adalah HDPE dan PP yang sudah dicacah menjadi serpihan sampah plastik. Dibandingkan dengan alat yang ada sekarang, alat ini berdimensi panjang lebih kecil 1:2 sehingga tidak memakan banyak tempat. Dengan menggunakan pendekatan secara matematis alat ini akan mampu mengeringkan dan membersihkan serpihan sampah plastik dengan presentase kekeringan diatas 90%.

Diharapkan dengan konsep rancang bangun alat pengering sampah plastik ini mampu membantu untuk mempermudah dan mempersingkat waktu dalam proses produksi.

Kata Kunci: Mesin pengering, sampah plastik, motor, sistem putar

### Abstract

The Development of Science, Technology and Research in the field of plastic widely used and increasingly rapid development. Products that use plastics such as plastic beverage bottles , plastic food places and all kinds of used plastics that are not used anymore can be used or recycled by the recycling company into plastic flakes that can be sold and recycled .

Plastics that have been shredded by plastic shredder and has become a plastic flakes are then washed so clean and after it dried. Due to the natural drying process requires considerable time is about 8 hours and the drying process is dependent on the weather it is necessary plastic flake dryer with the motor. Therefore we are interested in making plastic waste flake dryers that can dry without the need to rely on the weather and can dry out in a short time.

Waste plastic flake dryer designed this plastic waste flake drying using a rotary system that is driven by a motor. Way the device works is by inserting fragments of plastic waste that is still wet into the tool and then with a high rotation tool is capable of drying the flakes of plastic waste in a short time. Plastic material that is capable of this is dried by means of HDPE and PP are already chopped to pieces of plastic trash. Compared with existing tools, the tool length dimension smaller 1:2 so it does not take up much space. By using a mathematical approach of this tool will be able to dry out and clean up plastic waste flake with a percentage above 90 % dryness.

Forwarded to design the concept of plastic waste dryers can help to simplify and shorten the time in the production process.

Keywords: drying machines, plastic waste, motors, rotary system

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar belakang

Menurut National Urban Development Strategy (NUDS) pada tahun 2003, dapat diperoleh data-data mengenai potensi sampah yang ada di beberapa kota besar di Indonesia sebagai berikut (Tabel 1)

Tabel 1 Potensi Sampah Kota di Beberapa Kota di Indonesia

No	Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Potensi Sampah Kota (Ton/Hari)
1	Jakarta	9.783.308	4.892
2	Bekasi	577.958	789
3	Cianjur	105.931	53
4	Sukabumi	135.338	67
5	Tangerang	1.466.596	733
6	Bogor	308.246	154
7	Bandung	2.306.855	1.301
8	Cirebon	267.986	133
9	Semarang	1.454.932	727
10	Surakarta	534.079	267
11	Yogyakarta	442.824	221
12	Magelang	126.500	63
13	Malang	828.710	414
14	Surabaya	2.913.973	1.457
15	Denpasar	485.538	243

Sumber: National Urban Development Strategy (NUDS), 2003. [1]

Perkiraan timbunan sampah di Indonesia pada tahun 2020 akan menjadi 53,7 juta ton dan kebutuhan akan lahan Tempat Pengolahan Akhir (TPA) akan meningkat menjadi 1610 ha [2]. Oleh karena itu pengusaha daur ulang sangat penting untuk menyelesaikan permasalahan sampah yang ada di Indonesia. Tetapi banyak pengusaha daur ulang plastik kewalahan karena mereka mencoba berhadapan dengan alam yang tidak menentu dan tidak bisa di prediksi. Sehingga dalam proses pengeringan secara alami yang mengandalkan cahaya matahari mengakibatkan lambatnya proses pengeringan, dengan kondisi tersebut akhirnya mengakibatkan terlambatnya proses penjualan hasil gilingan, sehingga perputaran modal usaha lambat dan situasi ini seolah-olah seperti bom waktu yang bisa menyebabkan kegagalan dalam usaha daur ulang plastik. Selain faktor cuaca, kebutuhan tenaga kerja dalam proses pengeringan tersebut juga perlu diperhitungkan, karena akan menambah biaya produksi penggilingan plastik. Untuk menunjang pengolahan limbah plastik secara maksimal maka dibuat *alat pengering serpihan sampah plastik*.

Alat pengering serpihan sampah plastik ini dibuat untuk mempercepat proses pengeringan yang sebelumnya membutuhkan waktu yang cukup lama.

Adapun Material plastik yang akan dan dikeringkan adalah HDPE dan PP yang sudah dicacah menjadi serpihan sampah plastik.

## II. DASAR TEORI

### 1. Proses Pengeringan secara alami

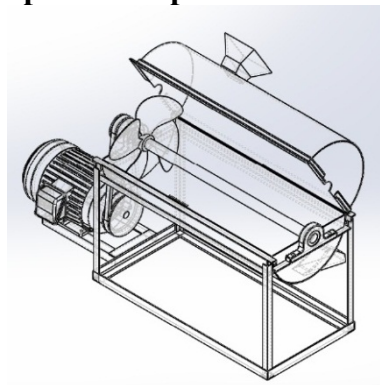
Dibawah ini merupakan proses pengeringan yang masih menggunakan proses alami yaitu dengan menjemurnya di bawah sinar matahari.



Gambar 1 Proses Pengeringan Serpihan Sampah Plastik Secara Alami

Pada pengeringan secara alami (menggunakan cahaya matahari), biasanya untuk 100 kg hasil gilingan membutuhkan lahan sekitar 100 meter persegi dengan penjemuran terik matahari selama 8 jam. sehingga membutuhkan banyak waktu, lahan dan tenaga kerja untuk penjemuran hingga kering 100%.

## 2. Rancangan Alat Pengering Serpihan Sampah Plastik



Gambar 2 Alat Pengering Serpihan Sampah Plastik

Rancangan alat pengering serpihan sampah plastik ini berdimensi P x L x T (1106 mm x 356 mm x 950 mm) dan menggunakan penggerak motor listrik dengan daya 5 HP. Alat ini diharapkan dapat mengatasi beberapa masalah yang ada pada proses pengeringan secara alami diantaranya dapat meningkatkan proses produksi dengan mempersingkat waktu pengeringan serpihan sampah plastik sehingga lebih efektif dan efisien serta dapat mengeringkan serpihan sampah plastik tanpa harus bergantung pada cuaca.

## III.METODOLOGI

Pendekatan utama yang digunakan dalam merancang sistem pengelolaan sampah plastik adalah dengan membantu para pengelola sampah untuk mengeringkan serpihan sampah plastik yang sudah dicuci dan di cacah. Adapun metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ada adalah:

### 1. Prosedur Pelaksanaan

Prosedur pelaksanaan yang di susun oleh kami adalah:

- a. Melakukan observasi ke lapangan.
- b. Mencari masalah-masalah yang ada di lapangan.
- c. Konsultasi kepada dosen pembimbing Tugas Akhir mengenai alat yang akan di bangun.
- a. Merancang alat untuk pemecahan masalah yang ada di lapangan sesuai yang dibutuhkan.

### 2. Pengumpulan data

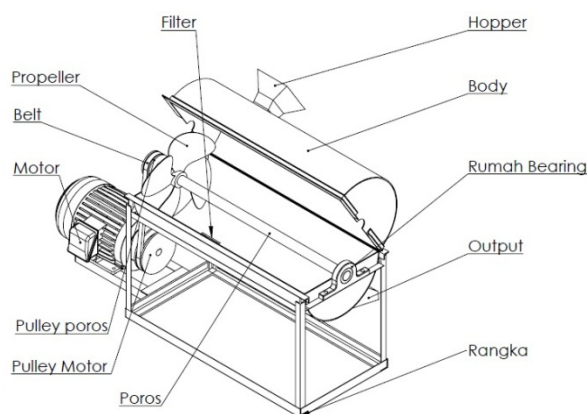
Pengumpulan data untuk menunjang Tugas Akhir kami lakukan dengan cara:

- a. Pengambilan data yang ada di lapangan.
  - b. Pengambilan teori yang sesuai dengan alat yang akan dibangun.
3. Teknik analisis data

Analisa data yang kami rancang adalah menyesuaikan teori-teori yang sudah didapat dengan pembuatan alat yang akan dibangun.

#### IV. ANALISIS

Proses pengeringan serpihan sampah plastik secara alami memerlukan waktu yang relatif lama yaitu sekitar 8 jam dan itu pun masih bergantung dengan cuaca. Selain itu pada proses penjemuran membutuhkan lahan yang cukup besar. Alat ini dirancang bertujuan untuk menangani kendala-kendala tersebut. Alat pengering serpihan sampah plastik ini mampu mengeringkan serpihan sampah plastik dengan waktu yang relatif singkat sehingga mampu meningkatkan produktivitas. Adapun Material plastik yang akan dan dikeringkan adalah HDPE dan PP yang sudah dicacah menjadi serpihan sampah plastik. Cara kerja alat ini adalah dengan memasukkan serpihan sampah plastik yang masih basah ke dalamnya kemudian angin yang dihasilkan *propeller* akan mengeringkan serpihan sampah plastik selanjutnya secara otomatis serpihan sampah plastik akan keluar melalui output.



Gambar 3 Alat Pengering Serpihan Sampah Plastik

Untuk ukuran tabung yang digunakan

$$\begin{aligned}
 Volume_{plastik} &= \frac{m}{\rho} \\
 &= \frac{3 \text{ kg}}{12.5732 \times 10^{-5} \text{ kg/cm}^3} \\
 &= 23860,2 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Tinggi_{plastik} &= \frac{L_{tabung}}{V} \\
 &= \frac{23860,2 \text{ cm}^3}{3,14 \cdot r_{plastik}^2} \\
 &= \frac{23860,2 \text{ cm}^3}{3,14 \cdot (15 \text{ cm})^2} \\
 &= 33,77 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Karena Tinggi plastik ketika di bentuk seperti tabung adalah 33.77 cm maka untuk tinggi tabung adalah 50 cm dan diameter tabung adalah 30 cm.

Adapun material yang digunakan pada alat pengering serpihan sampah plastik ini, adalah:

- Hopper : Besi ST42
- Rangka : Besi ST41

- Propeller : Besi ST42
- Poros : Besin S45C

## **V. KESIMPULAN**

Alat ini sangat penting untuk dibuat karena memiliki banyak keuntungan yaitu :

1. Mempercepat proses produksi yakni mempercepat proses pengeringan hasil cacahan plastik atau serpihan plastik sehingga siap untuk dijual atau dipakai kembali.
2. Dengan alat ini proses pengeringan serpihan plastik tidak akan tergantung lagi terhadap kondisi cuaca yang tidak menentu karena tidak ada proses penjemuran dibawah panasnya sinar matahari.
3. Pengurangan biaya produksi untuk proses pengeringan karena mengurangi tenaga kerja.

## **VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Sudrajat, H.R. 2006. "**Mengelola Sampah Kota**". Bogor: Niaga Swadaya.
- [2] Yfosica Mariana. (2012). "**Keterlibatan Masyarakat Urban Ddalam Pengolahan Sampah Rumah Tangga**". Comtech Vol.3 No.2: 729-739 Jakarta: Architecture Department, Faculty of Engineering, Binus University.



## Rancang Bangun Mesin Pencuci dan Pengepak Telur Untuk Membantu Produksi Telur Asin

Aji Rahman, Dea Rezka Khoerunnizar, Muhammad Bilal ; Rakhaputra, Mahmud Susanto ; Sunarto  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[ajirahman@icloud.com](mailto:ajirahman@icloud.com) , [rezkadea@gmail.com](mailto:rezkadea@gmail.com)

### Abstrak

Permintaan pasar akan telur asin yang terus meningkat harus diimbangi dengan produktivitas yang memadai, mesin pencuci dan pengepak telur asin ini dirancang khusus untuk membersihkan sekaligus menempatkan telur asin pada wadahnya. Mesin ini terdiri dari komponen pembersih sikat, belt konveyor, roller konveyor, motor dan mikrokontroler ATmega16. Mesin pencuci dan pengemas telur ini menggunakan konveyor yang digerakan oleh motor untuk membawa telur menuju area pembersih yang dilengkapi dengan sikat dan penyemprot air, hingga cone pengemasan,. Tujuan dari rancang bangun ini adalah meningkatkan produktivitas pengusaha telur asin dengan tenaga manusia seminimal mungkin dalam pembersihan dan pengepakan telur, dibanding pengerjaan dengan tenaga manusia yang membutuhkan setidaknya 4 karyawan (pengangkut, pencuci, pengangkut, dan pengepak). Dengan mesin berkapasitas 150pak per jam ini, proses pencucian dan pengepakan telur asin hanya memerlukan dua operator dengan produktivitas yang lebih lebih besar.

Kata kunci : pencuci telur, pengemas telur, telur asin, micro kontroler.

### Abstract

Market demand of salted eggs is keep increasing, it must be followed with adequate productivity, salted egg washing & packaging machine is specifically designed to clean the salted eggs then put them on the packaging. This machine is consist of cleaning brush, conveyors belt, conveyors roller, motors, and ATmega16 Microcontroller. This machine using conveyor to take the eggs through the cleaning area until the packing cones.

The purpose of the design to increase the productivity of industrial salted egg with minimum employees required. Compared to the manual process which require at least 4 people (carrier, cleaner, carrier, and packer). With the machine capacity 150pack per hour, washing eggs and packing can be done with just two operators.

Keywords : egg washing, egg packing, salted egg, microcontroller.

## I. PENDAHULUAN

Permintaan akan telur asin dari tahun ke tahun semakin meningkat sementara para produsen telur asin tidak bisa memenuhi permintaan. Hal ini dipengaruhi oleh proses produksi telur yang masih manual mulai dari pemilihan telur, pembuatan adonan, pembersihan telur, sampai pengepakan. Hal yang akan dikaji dalam program ini adalah proses pembersihan dan pengepakan telur bebek yaitu saat telur akan dibalut dengan adonan pengasin dan pada telur yang telah diasinkan.

Proses pembersihan telur yang telah diasinkan selama ini masih dilakukan secara manual. Urutan pembersihannya yaitu : mengambil telur yang telah dibungkus adonan pengasin dari tempat penyimpanan, menyiapkan beberapa ember besar, mengisi ember tersebut dengan air, mencelupkan telur dan memasukkan detergen ke dalam ember, meremdamnya beberapa saat, kemudian menggosok telur dengan sikat agar adonan pengasin yang menempel di telur hilang. Proses ini secara keseluruhan memakan waktu yang lama. Untuk membersihkan 1000 butir telur diperlukan waktu 15 jam jika satu butir telur memakan waktu satu menit untuk membersihkannya.

Pada industri telur menengah kebawah, proses pencucian dilakukan dengan tenaga manusia, kapasitas setiap tangan ketika membersihkan telur hanya 1 butir, untuk memproduksi telur asin sebanyak 1000 butir perharinya diperlukan 5 orang tenaga kerja untuk membersihkan sampai dengan pengepakan telur asin. Mengingat lamanya proses pembersihan dan banyaknya tenaga kerja jika dilakukan secara manual, maka rancangan ini dimaksudkan untuk mengganti metode pencucian dan pengemasan dengan menggunakan mesin sehingga diharapkan waktu pengerjaan akan lebih singkat dan dapat menurunkan biaya produksi.



## II. METODOLOGI

### 1. Analisa kebutuhan konsumen

Melakukan survei pada industri telur asin skala kecil hingga menengah. Pelaku usaha ingin menambah keuntungan dengan meningkatkan produksi telur asin dengan biaya seminim mungkin.

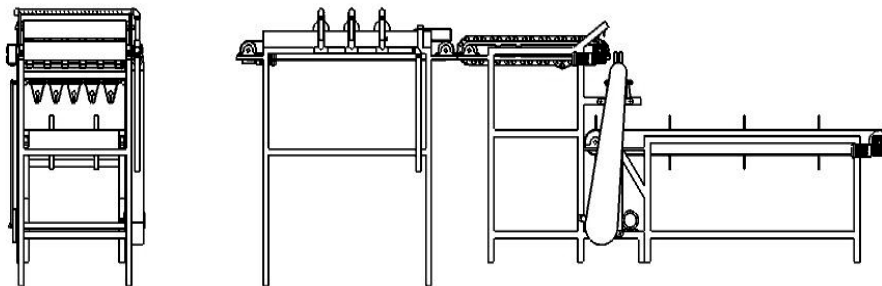
Berdasarkan hal tersebut menumbuhkan ide merancang mesin yang dapat mencuci dan mengepak telur asin dengan kapasitas sedang dan harga yang terjangkau.

### 2. Analisa Pesaing

Melakukan pengujian pada produk - produk dengan fungsi yang sama. Mesin yang dapat mencuci dan mengepak telur asin yang tersedia di pasaran hanya mesin dengan kapasitas produksi besar dengan harga yang mahal. Sedangkan mesin yang lebih murah hanya dapat melakukan satu pekerjaan saja, yaitu hanya pencuci atau hanya pengepak.

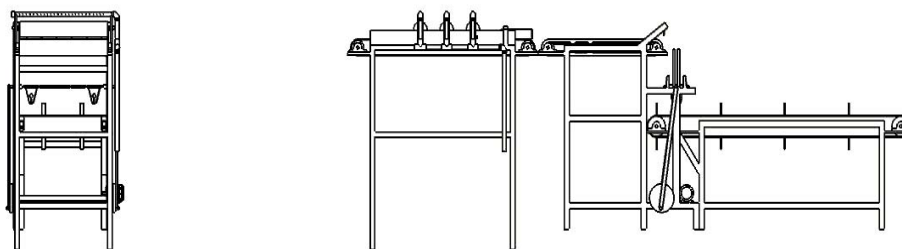
### 3. Menyusun konsep – konsep

Alternatif A



Gambar 1. Alternatif Perancangan Mesin A

Penggunaan roller plastik sebagai pembawa telur menuju cone  
Alternatif B



Gambar 2. Alternatif Perancangan Mesin B

Penggunaan belt cekung sebagai pembawa telur menuju cone

### 4. Melakukan seleksi konsep

Dengan pertimbangan biaya dan kemudahan pembuatan, maka diputuskan untuk memilih alternatif A

### 5. Menentukan spesifikasi

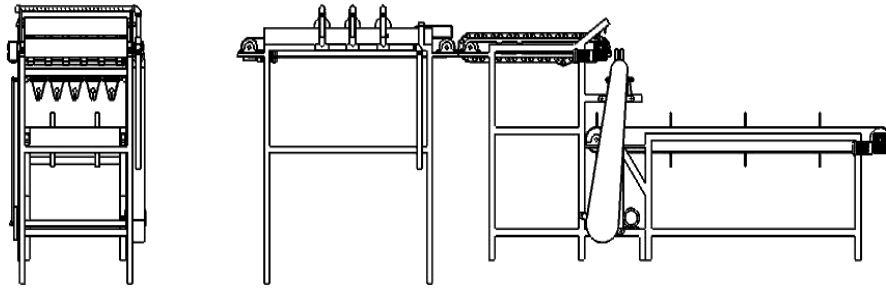
Berikut adalah spesifikasi mesin yang akan kami buat:

Kapasitas = 150 pak/jam

Total daya yang digunakan = 900 Watt

Dimensi mesin = Panjang 3,1 meter , Lebar 1m

## 6. Detail desain



Gambar 3. Pilihan Alternatif perancangan Mesin A

Pada mesin pencuci dan pengemas telur ini digunakan beberapa komponen penting dalam sistemnya. Berikut komponen-komponen tersebut:

### Motor Listrik

Pada motor listrik tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik yang akan menggerakkan poros sehingga conveyor bisa berjalan. Motor yang digunakan adalah motor listrik AC dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Daya = 0,25 [Hp]
2. N = 1400 [rpm]
3. Rasio = 1: 30

Dengan demikian bisa menentukan berapa diameter poros yang harus dipakai dan juga bisa menentukan besar torsi dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{daya(watt)} = \frac{\text{kerja [J]}}{\text{waktu [t]}}$$

Kerja [3] untuk tiap n kali putaran

$$P = F \cdot r \cdot 2\pi \cdot N$$

$$P = 2\pi \cdot N \cdot T$$

Jadi, daya yang diteruskan oleh poros, pada kecepatan putar N, mempunyai hubungan dengan torsi [3], yaitu:

$$P = \frac{2\pi \cdot N \cdot T}{60}$$

Dimana:

P = daya [watt]

N = putaran [rpm]

T = Torsi Poros [N.m]

### Conveyor

Conveyor adalah salah satu komponen utama dari mesin paket pencuci dan pengemas telur. Jenis Conveyor yang digunakan pada mesin ini adalah *Belt Conveyor*. *Belt Conveyor* pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Dimensinya berukuran 3,1 [m] x 50 [cm]. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *belt conveyor* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit ataupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk rancangan alat ini, digunakan *Belt Conveyor* jenis karet. *Belt Conveyor* dapat bergerak atas kerja motor listrik. Dengan cara motor listrik ditransmisikan oleh poros yang terhubung dengan *Belt Conveyor*. Roller conveyor merupakan suatu sistem conveyor yang penumpu utama barang yang ditransportasikan adalah roller. Pada roller ini telur akan dibawa menuju pengemasan. Sehingga pengemasan lebih cepat dan efisien.

**Poros/Shaft**

Poros menerima beban puntir, lentur dan gabungan antara puntir dan lentur. Pada beban puntir poros dipengaruhi oleh torsi, daya, putaran dan juga tegangan geser. Poros yang digunakan pada mesin ini menggunakan bahan stainless steel yang fungsinya agar mampu menopang berat dari belt.

Poros yang digunakan berdimensi 20 [mm], hal ini didapat dari,

$$N = 1400 : 30 = 46,7 \text{ [rpm]}$$

$$P = \frac{1}{4} \text{ [hp]} = 187 \text{ [watt]}$$

$$T = P \cdot 60 / 2 \pi N = 187 \cdot 60 / 2 \cdot \pi \cdot 46,7 = 38,23 \times 10^3 \text{ [Nmm]}$$

$$D = \sqrt[3]{38230.16/42 \cdot \pi} = 16,67 \text{ [mm]} = 20 \text{ [mm]}$$

**Sabuk**

Standar Tebal dan Lebar Belt

Standar ketebalan sabuk datar 5, 6,5, 8, 10 dan 12 mm. Nilai-nilai yang disukai dari ketebalan adalah sebagai berikut:

- (1) 5 mm untuk lebar sabuk nominal 35 sampai 63 mm,
- (2) 6,5 mm untuk lebar sabuk nominal 50 sampai 140 mm,
- (3) 8 mm untuk lebar sabuk nominal 90 sampai 224 mm,
- (4) 10 mm untuk lebar sabuk nominal 125-400 mm, dan
- (5) 12 mm untuk lebar sabuk nominal 250 sampai 600 mm.

Dari data di atas, disini cukup menggunakan yang a saja karena kalau di lihat dari kecepatan konveyor yang ada di analisisnya adalah hanya sebesar 5 [cm] per detik.

**III. ANALISA**

Kecepatan conveyor dalam mesin ini sangat berpengaruh kepada kapasitas yang dihasilkan oleh mesin. Jika proses pembersihan telur dengan cara manual hanya bisa menghasilkan 600 butir per menit, maka pada mesin pencuci dan pengemas telur ini bisa menghasilkan sebanyak 4500 butir telur per jam. Oleh karena itu mesin pencuci dan pengemas telur ini bisa meningkatkan produktivitas hampir 8 kali lipatnya. Hal itu didapat dari pergerakan cone telur dimana pada saat cone naik untuk menjemput telur dibutuhkan waktu sekitar 2 detik. Begitu pula pada saat telur dijatuhkan ke pengemas yakni 2 detik juga. Berikut perhitungan kemampuan mesin:

Kecepatan konveyor dapat dihitung dari,

$$N = 46,7 \text{ [rpm]}$$

$$\text{Diameter poros} = 20 \text{ [mm]} = 0,02 \text{ [m]}$$

$$v = \pi \cdot 0,02 \cdot 46,7/60 = 0,05 \text{ [m/s]} = 5 \text{ [cm/s]}$$

$$\text{Menjemput} = 2 \text{ detik}$$

$$\text{Mengantar} = 2 \text{ detik}$$

$$\text{Total} = 4 \text{ detik}$$

$$\text{Jumlah cone} = 5 \text{ buah}$$

$$\text{Jadi, total} = 5 \text{ buah} / 4 \text{ detik} = 75 \text{ butir} / \text{menit}$$

Sehingga, total yang bisa dihasilkan per jam adalah 75 butir / menit x 60 menit = 4500 butir

Lalu jika dibandingkan dengan manual,

$$1 \text{ menit} = 10 \text{ butir}$$

$$1 \text{ jam} = 600 \text{ butir}$$

Terlihat jelas dengan menggunakan mesin pencuci dan pengemas telur ini produktivitas dari ikm bisa meningkat hampir 800% atau 8 kali lipatnya.

**IV. KESIMPULAN**

Rancangan mesin mencuci dan pengemas telur dapat meningkatkan produktivitas 8 kali lipat lebih besar dari pada IKM yang masih melakukan pembersihan secara manual. Apabila proses pembersihan dan pengepakan dilakukan secara manual hanya 600 butir telur tiap jam yang bisa

dipasarkan sementara jika menggunakan mesin ini bisa sampai 4500 butir telur tiap jam yang bisa dipasarkan. Mesin ini dapat mengurangi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk setiap kali mencuci dan mengepak telur untuk proses secara manual membutuhkan 5 orang untuk mencuci dan mengepak telur tetapi dengan mesin ini hanya diperlukan 2 orang untuk menyimpan telur yang akan dibersihkan dan mengambil telur yang sudah masuk dalam wadah/pack.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, Choerudin,. “**Conveyor**”. Tersedia online : <http://id.scribd.com/doc/49785333/Conveyor>, (Diakses pada tanggal 19 Febuari 2014)
- [2] Nurhatoto, Andy. 2011. “ **Pengembangan Industri Telur Asin**”. Tersedia online : <http://www.docstoc.com/docs/74976764/Pengembangan-Industri-Telur-Asin>, (Diakses pada tanggal 20 Febuari 2014)
- [3] Khurmi dan Gupta; “**A Text Book Of Machine Design**”, New Delhi: S. Chand & Company LTD 14:532-534; Shaft; 2005.
- [4] Akbar Darmawan, Defri Irawan, Apriandi Fahmi, Rezkhi Adhista; “**Rancang Bangun Teknologi Mesin Pembersih Telur Bebek Untuk Mempercepat Produksi Telur Asin Di Desa Sidodakikarang Tengah Sragen**” 1; 7-9; Pembersihan Telur; 2010.



## Studi Penyebab Kerusakan *Solenoid Valve* Pada Sistem Cutting Hidrolik di Mesin *Assembly Insulator*

Doni Hardiwijaya ; Ibnul Masani, Shidiq Ruswanto  
Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
[donihardiwijaya@gmail.com](mailto:donihardiwijaya@gmail.com), [ibnulmasani@gmail.com](mailto:ibnulmasani@gmail.com)

### Abstrak

Mesin *assembly insulator* adalah salah satu mesin produksi yang lebih banyak menggunakan sistem hidrolik dalam proses produksinya. Menggabungkan *keramik insulator*, *center electrode* dan *terminal stud*. Salah satu pengaplikasian sistem hidrolik pada proses potong *center electrode*. Elektroda terbungkus dalam *keramik insulator* yang terhubung dengan bagian internal mesin sebagai penghasil arus listrik yang akan diteruskan menuju celah busi untuk menghasilkan percikan api.

Pada rangkaian sistem potong *center electrode* terdapat *solenoid valve* yang berfungsi sebagai perubahan arah aliran fluida. Fluida yang digunakan pada sistem ini adalah oli dengan spesifikasi SAE 32. Kerusakan yang terjadi pada *solenoid valve* yaitu terdapat kerak didalam housing piston yang mengakibatkan piston tidak dapat bergerak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan pada *solenoid valve* yang terdapat dalam proses potong *center electrode*. Metode yang digunakan adalah observasi langsung dengan menguji data kerusakan yang sudah terjadi sebelumnya untuk mendapatkan gambaran dalam kelanjutan analisa data yang sedang dikaji. Berdasarkan hasil penelitian kerusakan *solenoid valve* adalah sistem pendinginan yang kurang baik.

Kata kunci: mesin *assembly insulator* , proses potong , *solenoid valve*, sistem pendingin.

### Abstract

Assembly insulator machine is one of more production machines use hydraulic system in the production process. Combining the ceramic insulator, center electrode and the terminal stud. One application of the hydraulic system on the cutting center electrode. Electrodes encased in a ceramic insulator that is connected with the internal parts as the engine producing an electric current that is passed to spark plug gap for produce sparks.

In a series of cutting center electrode system contained a solenoid valve that serves as a change in the direction of fluid flow. The fluid used in this system is the specification SAE 32 oil. Damage that occurs in the solenoid valve is contained within the crust resulting in the piston housing piston can not move.

This study aims to determine the cause of damage to the solenoid valve located in the center electrode cutting process. The method used is direct observation by test data destruction that has happened before to get an idea of the continuation of the analysis of the data that is being studied. Based on the research results of a solenoid valve malfunction is poor cooling system.

Keyword: assembly insulator machine , cutting proses , solenoid valve , cooling system.

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada era modern ini perkembangan teknologi di dunia sangatlah pesat, terutama di bidang transportasi darat. Hal itu tidak terlepas dari permintaan konsumen yang terus-menerus, terutama untuk kendaraan roda dua maupun roda empat. Di Indonesia transportasi darat sangat banyak dan sering kita temui, banyak juga perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan spare parts terutama busi khususnya PT. NGK BUSI INDONESIA.

Perusahaan tersebut memproduksi ribuan busi setiap hari dengan mesin yang beroperasi terus-menerus. Perusahaan juga memproduksi *plug cap* atau yang sering di kenal sebagai *tutup busi* yang mempunyai peran penting dalam proses pengapian pada kendaraan bermotor.

Busi adalah salah satu komponen penting dalam sistem kendaraan roda dua dan empat. Kendala proses produksi yang sering di hadapai adalah kerusakan *solenoid* pada sistem hidrolik, sehingga mempengaruhi proses pemotongan *center electrode*. Hal ini menyebabkan target produksi tidak tercapai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan pada *solenoid valve*.

## II. LANDASAN TEORI

Beberapa penyebab kerusakan *solenoid valve* adalah faktor dari lingkungan mesin yang tidak sesuai lingkungan dengan standar nya, cara perawatan yang belum sesuai dengan standar nya. *Solenoid valve* berfungsi untuk merubah arah aliran fluida, berperan penting dalam kelancaran proses potong *center elektrode*. Kerusakan *solenoid valve* dapat mengakibatkan kerja piston tidak berjalan (macet) terutama untuk proses potong *center electrode*.

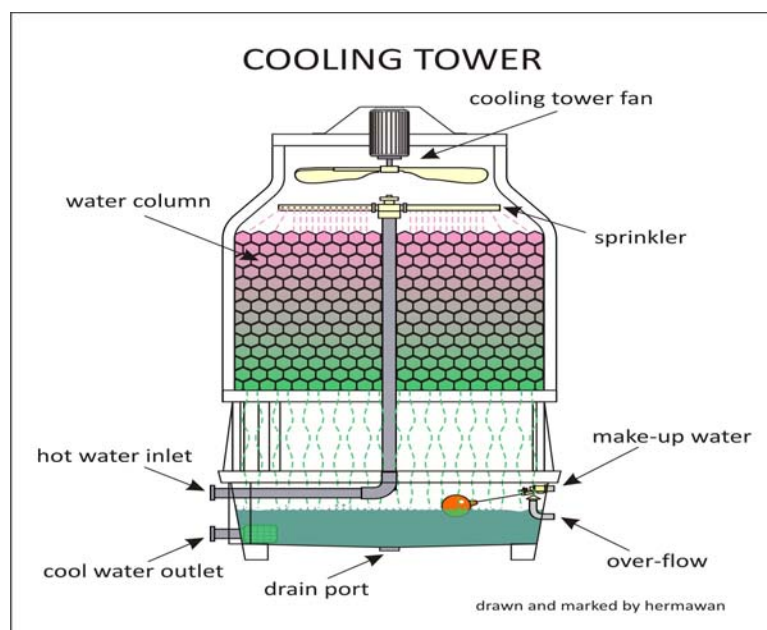


Gambar 2. Solenoid Valve



Gambar 3. Piston

## Cooling tower



Gambar 4. Cooling tower

Air yang telah melalui *heat exchanger*, temperaturnya akan naik karena menyerap sejumlah kalor dari tabung *heat exchanger* dimesin tersebut. Suhu air panas yang masuk ke dalam sistem *cooling tower* yaitu  $36^{\circ}\text{C}$ . Air panas ini kemudian masuk melalui *hot water inlet port* pada *cooling tower* untuk seterusnya naik kebagian atas *cooling tower* tersebut. Air kemudian keluar melalui lubang-lubang yang ada pada *sprinkler*.

*Sprinkler* akan berputar sambil melepaskan air dan mendistribusikannya secara merata di bagian atas *cooling tower*. Hal ini bertujuan untuk mempercepat proses pelepasan kalor. Air yang keluar dari *sprinkler* kemudian masuk ke *water column* dan bersinggungan dengan aliran udara yang arahnya berlawanan (air panas turun ke bagian bawah *cooling tower*, sementara udara masuk pada bagian bawah untuk seterusnya keluar dari bagian atas). Pada saat persinggungan antara air dan udara ini, sejumlah kalor akan dilepaskan dari air yang bertemperatur lebih tinggi ke udara yang bertemperatur lebih rendah. Peristiwa ini merupakan proses perpindahan kalor, air melepaskan panas sedangkan udara menyerap panas.

Setelah melalui *cooling tower*, temperatur air menurun menjadi  $31^{\circ}\text{C}$ . Air pendingin kemudian di sirkulasi ke mesin untuk menyerap panas dan kembali ke *cooling tower* untuk didinginkan

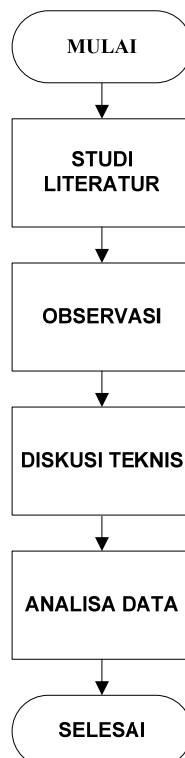
Pada saat persinggungan antara air dan udara, sejumlah air akan ikut terbuang ke udara karena menguap, sehingga volume air akan berkurang, dan untuk mengatasinya, maka *make-up water* yang dihubungkan dengan jalur air domestik (PAM) dengan dilengkapi pelampung yang akan tetap menjaga level air di penampung tidak berkurang.

### Permasalahan

*Overheat* yang terjadi pada mesin *assembly insulator* sangat mempengaruhi kinerja pada sistem hidrolik yang di aplikasikan di mesin tersebut. Temperatur yang tinggi, membuat kekentalan oli yang digunakan pada sistem hidrolik tersebut menjadi berkurang.

*Solenoid valve* yang digunakan pada sistem *cutting* hidrolik bermasalah. Piston yang terdapat didalam housing terdapat kerak. Akibatnya silinder tidak bergerak sehingga proses *cutting* tidak berjalan dengan baik.

## III.METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian



Metode pengumpulan data yang digunakan penulis dalam pelaksanaan kerja praktek ini adalah sebagai berikut :

❖ Studi Literatur

Metode ini dilakukan dengan mempelajari literatur berupa jurnal perusahaan, petunjuk kerja alat, diagram alir, buku perpustakaan baik dari perusahaan maupun kampus.

❖ Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan mengamati dan mempelajari secara langsung di lokasi kerja praktek. Mengenai objek kerja praktek yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran serta data secara akurat.

❖ Metode Diskusi Teknik

Metode ini dilakukan dalam bentuk tanya jawab dengan nara sumber, baik pembimbing kerja praktek maupun staf lapangan yang kompeten dalam bidang tersebut.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi lapangan menunjukkan salah satu penyebab kerusakan *solenoid valve* adalah overheating oli hidrolik sehingga muncul kerak pada housing solenoid. Temperatur standar oli hidrolik di mesin *assembly insulator* maksimum  $50^{\circ}\text{C}$ , sedangkan hasil pengukuran menunjukkan temperatur sebesar  $67^{\circ}\text{C}$ . Overheating ini disebabkan oleh kinerja *heat exchanger* yang tidak optimal. Pada penelitian ini, penurunan kinerja *heat exchanger* disebabkan oleh temperatur air yang lebih dari  $32^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan temperatur ini disebabkan oleh lintasan pipa yang cukup panjang ( $>60[\text{m}]$ ) dan temperatur lingkungan yang cukup tinggi (ruang mesin  $39^{\circ}\text{C}$ ), sehingga air menyerap banyak kalor dari lingkungan.

Berdasarkan hasil pengukuran, temperatur air di sisi inlet *heat exchanger* mencapai  $34^{\circ}\text{C}$ , Sedangkan suhu yang diharapkan saat pendinginan yaitu max  $32^{\circ}\text{C}$ . Oli yang mengalami kontaminasi dan deteriorasi.



Gambar 5. Kerak pada *housing*

Pengukuran dilakukan selama 7 hari dengan menggunakan *thermometer* dan *thermometer non-contac* tersaji pada Gambar 6. Dan Gambar 7.



Gambar 6. Thermometer



Gambar 7. Thermometer non-contac

Hal di atas menyebabkan mesin over heat sehingga terbentuk kerak oli pada housing dan menyebabkan piston di dalam housing *solenoid* macet. Akibatnya *solenoid valve* tidak berfungsi sehingga tidak dapat mengubah arah aliran oli yang menyebabkan sistem potong *center electrode* tidak berfungsi.

## V. KESIMPULAN

Proses pendinginan yang kurang maksimal pada *heat exchanger* dapat mengakibatkan *overheat* pada mesin. *Over heat* dapat menyebabkan munculnya kerak pada piston yang berada dalam *housing solenoid* yang menyebabkan macetnya piston tersebut. Akibatnya yaitu tidak adanya pergantian aliran untuk merubah gerakan pada silinder yang digunakan untuk memotong *center elektrode*.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cooling Tower,PT.X
- [2] Arsip department maintenance PT.NGK BUSI INDONESIA TAHUN 2010
- [3] <http://commercial.jcprimo.com/pdf/hydraulic.pdf>



## Perencanaan Tangki Atmosferik Pelat Baja Penampung Minyak Mentah Kapasitas 300.000 Liter

Muhammad Fadhur Rahman ; Diar Azzis Septian ; Agus Edy Pramono

Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

[mfadhur.rahman@yahoo.com](mailto:mfadhur.rahman@yahoo.com), [diar\\_roxy@yahoo.co.id](mailto:diar_roxy@yahoo.co.id)

### Abstrak

Artikel ini memberikan penjelasan tentang merancang tangki penampung 300.000 liter minyak mentah sesuai dengan standar kelayakan API 650. Perancangan tangki ini direncanakan mampu bertahan minimal selama 20 tahun, alasan ini diambil sebagai pertimbangan nilai investasi dan faktor keamanan. faktor keamanan ini mempunyai maksud jika terjadi suatu kegagalan operasi maka akan berdampak pada kerugian investasi dan tidak hanya itu bisa juga berdampak pada kerugian jiwa juga, oleh sebab itu tangki penampungan ini harus dirancang dengan mempertimbangan faktor keamanan sesuai standard API 650 (*American Petroleum Institute*) 650, 12<sup>th</sup> edition.

Perencanaan tangki atmosferik menggunakan standard API (*American Petroleum Institute*) 650, 12<sup>th</sup> edition sebagai referensi dalam menentukan ketebalan pelat dinding dan dasar yang dipakai, profil struktur untuk menahan beban Roof serta analisa gaya, momen, beban angin dan tekanan hidrostatik yang terjadi pada tangki atmosferik silindris.

Mempertimbangkan hasil konsep rancangan dan kalkulasi manual dengan standard API (*American Petroleum Institute*) 650, 12<sup>th</sup> edition . maka hasil yang didapatkan yaitu tangki berukuran Ø 10m x 6m , ketebalan pelat dinding adalah 7mm dan ketebalan pelat dasar (bottom plate) adalah 8 mm. untuk profile struktur roof digunakan profile H Beam (profile H) dengan ukuran 140mm x 60mm x 5mm. serta untuk desain tangki atmosferik ini menggunakan fixed cone roof karena untuk kemudahan dalam pengoperasian dan perawatannya.

Kata Kunci : Atmosphere tangki, Minyak mentah, Ukuran, Hidrostatik, API 650

### Abstract

This article gives an account of designing a storage tank of 300,000 liters of crude oil in accordance with API 650 standard eligibility . Designing this tank is planned to last at least for 20 years , the reasons taken into consideration the value of the investment and the safety factor . This safety factor has a mean case of a failure of the operation would impact on investment and not only it can also result in loss of life as well , and therefore the holding tank must be designed with a safety factor into consideration according to standards API 650 ( *American Petroleum Institute* ) 650 , 12<sup>th</sup> edition .

Planning atmospheric tank using a standard API ( *American Petroleum Institute* ) 650 , 12<sup>th</sup> edition as a reference in determining the thickness of the walls and the base plate is used , the profile Roof structure to support the weight and force analysis , moments , wind load and hydrostatic pressure that occurs at atmospheric cylindrical tank .

Taking into account the results of the design concepts and calculations manually with a standard API ( *American Petroleum Institute* ) 650 , 12<sup>th</sup> edition . the results obtained are sized tank Ø 10m x 6m , plate thickness is 7mm wall thickness and base plate ( bottom plate ) is 8 mm . profile used for the roof structure H Beam profile ( profile H ) 140mm x 60mm with size x 5mm . as well as to the atmospheric tank design uses the fixed cone roof due to ease of operation and maintenance.

Key Word : Tank Atmosphere, Crude oil, Dimension, Hydrostatic, API 650

## I. PENDAHULUAN

Proses pengolahan minyak mentah merupakan suatu proses yang kompleks dan membutuhkan peralatan proses yang sesuai dengan karakteristik minyak mentah tersebut dan untuk pengolahan minyak mentah dilakukan di sebuah kilang minyak, untuk proses pengolahan kilang minyak dibutuhkan sebuah tangki penampung (storage tank) yang dapat menampung semua minyak yang tersedia.

Dalam dunia EPC (Engineering, Procurement, and Construction) penentuan spesifikasi dimensi tangki, kapasitas tangki, jenis tangki, jenis fluida apa yang disimpan dan faktor keamanan desain daya tahan tangki (*durability*) itu semua ditentukan oleh permintaan purchaser. Dari permintaan purchaser itu baru dimulai proses rancangan dan fabrikasi <sup>[1]</sup>

Terdapat beberapa jenis-jenis tangki yaitu diantaranya berdasarkan letaknya aboveground tank (*diatas permukaan tanah*) dan underground tank (*dibawah permukaan tanah*) dan berdasarkan jenis atapnya yaitu fixed roof tank dan floating roof tank <sup>[2]</sup>.

Pada perancangan ini ditentukan jenis tangki penimbun yang digunakan adalah vertical aboveground tank type fixed cone roof. Pada umumnya pilihan jenis vertical Aboveground Tank ini memiliki bentuk silindris dengan diameter dan kapasitas daya tampung yang cukup besar yaitu diatas 4 meter dan 189.000 liter, untuk kapasitas yang dibawah 189.000 liter itu biasanya untuk desain horizontal aboveground with saddle <sup>[3]</sup>.

Sebelum dilakukannya proses pembuatan, tentunya harus dilakukan perencanaan dan perancangan terlebih dahulu sesuai dengan kebutuhan. Untuk diameter tanki 3 meter atau kurang pada proses fabrikasi masih bisa dilakukan dipabrik, akan tetapi untuk diameter tanki 3 meter keatas itu proses fabrikasi di lapangan (*onsite*).

Tidak hanya itu dalam perencanaan pembangunan tangki penampung ini juga harus mempertimbangkan lahan yang tersedia, karena tidak jarang juga dalam proses merancang dihadapkan dengan kasus penambahan bangunan baru dari tempat yang sudah di isi oleh bangunan-bangunan lain. oleh sebab itu perancang harus bisa menentukan dimensi tangki yang tepat terhadap lahan yang tersedia.

## II. METODE RANCANGAN

Proses desain Tangki ini tergantung kepada kebutuhan akan apa yang disimpan dan volume yang ditampung. Pada perumusan penelitian ini fluida yang disimpan adalah minyak mentah (*crude oil*) dan kapasitasnya 300.000 liter. Volume dan jenis fluida sudah diketahui, maka dapat ditentukan jenis tanki yang akan mengisi fluida minyak mentah, selanjutnya dapat ditentukan dimensi diameter dan tinggi dari tangki ini, dengan mengasumsikan terlebih dahulu perbandingan antara diameter dan tinggi tangki. Lalu dengan perhitungan tekanan hidrostatis fluida minyak mentah terhadap tangki serta dari diameter dan tinggi nominal tangki bisa ditentukan tebal dinding tangki, tebal annular plate, tebal plat atap, profile yang digunakan untuk struktur pendukung tangki seperti kolom, rafter, girder, dll.

Properties yang digunakan dalam perancangan ini yaitu diantaranya;

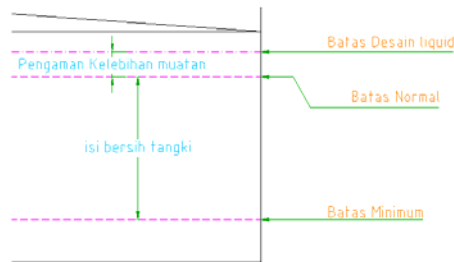
- Kode Standard : API 650 12<sup>th</sup> edition march 2013
- Material yang dipakai : Baja
- kekuatan pelat baja atap : ASTM A36M
  - $F_y = 250 \text{ MPa}$
  - $S_d = 160 \text{ MPa}$
- kekuatan pelat baja tangki :ASTM A283M
  - $F_y = 205 \text{ Mpa}$
  - $S_d = 137 \text{ Mpa}$
- Corrosion Allowance : 2 mm (asumsi untuk kurun waktu 20 tahun) yang berarti laju korosinya 0-0,1 mm per tahun
- Isi Tangki : Minyak Mentah
- Specified Gravity : 0.830
- Kapasitas : 300.000 liter

## III.KONSEP ANALISIS RANCANGAN

### Dimensi dan kapasitas

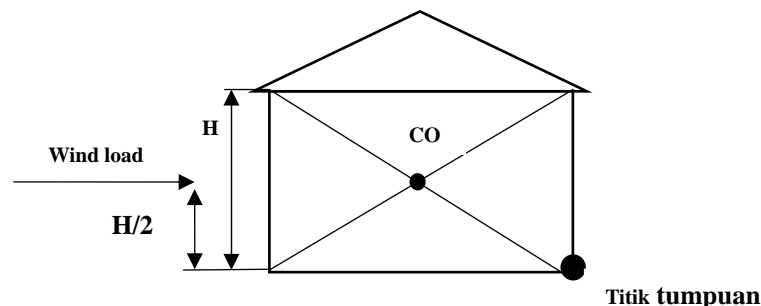
Telah diketahui bahwa kepasitas bersih tangki yang diinginkan adalah 300.000 liter dengan pembagian batas minimum pada tangki harus melebihi dari 60 gallons US <sup>[2]</sup>, ditambah isi bersih kapasitas yang dipesan oleh purchaser yaitu 300.000 liter yang diminta habis liquid yang tersimpan

dalam waktu 20 menit <sup>[4]</sup>, lalu ditambahkan dengan over fill protection dan vapour space sebesar 150.000 liter <sup>[3]</sup> berdasarkan pertimbangan overflow liquid yang tersimpan harus habisnya dalam waktu 10 menit. Setelah itu penentuan pertimbangan ratio dimensi tinggi dengan diameter (1:2) berdasarkan perhitungan yang didapatkan tinggi 5 meter dan diameter 10 meter, tapi karena lebar pelat yang dipakai adalah 2 meter artinya setiap lapisan dinding itu naik 2 meter maka tinggi tangki menjadi 6 meter dan diameter 10 meter.



Gambar 1 CAD kapasitas tangki

Pertimbangan ratio tinggi dengan diameter (1:2) yang diambil tersebut karena berdasarkan pertimbangan bahwa lebih baik membuat tangki yang memiliki perbandingan diameter tangki yang lebih besar dari pada tinggi tangki yang besar, hal ini disebabkan oleh pertimbangan pembebanan angin yang terjadi terhadap bangunan tangki jika bangunan tangkinya tinggi maka kemungkinan tangki akan terbalik semakin besar karena semakin tinggi tangki maka cog tangki akan semakin tinggi juga yang menyebabkan gaya momen yang terjadi pada tangki akan semakin besar. Oleh karena itu lebih baik menggunakan diameter yang besar dari pada tingginya, karena cog tangki akan rendah sehingga gaya momen yang terjadi pada tangki tidak besar dan kemungkinan tangki terbalik itu kecil.



Gambar 2 wind load<sup>[1]</sup>

Berdasarkan ketentuan diatas, maka diputuskan untuk membuat desain awal sehingga di dapat dimensi sebagai berikut :

- Kapasitas (Isi bersih) tangki : 300.000 liter
- Batas Normal : 320.390 liter
- Kapasitas maksimum (design liquid) : 470.390 liter
- NPS output Nozzle : 4 inch
- Diameter Tangki : 10 meter
- Tinggi Tangki : 6 meter

### Tebal Pelat dinding

Lalu setelah menentukan Dimensi Tangki (*Diameter dan tinggi*) yaitu menentukan tebal dinding pelat (*Thickness Shell Plate*), dalam menentukan tebal pelat dinding menggunakan metode One foot method <sup>[1]</sup>. metode ini menggunakan 2 buah jenis fluida cair yang berbeda untuk menentukan ketebalan pelat yaitu menggunakan fluida cair yang mengisi tangki ini yaitu minyak mentah dan air. Dari kedua fluida cair tersebut diambil angka yang terbesar.

Untuk fluida cair yang mengisi tangki ini memakai rumus ketebalan tangki dihitung urut dari lapisan pertama yaitu lapisan yang bersentuhan langsung dengan annular plate hingga ke lapisan teratas yang berhubungan dengan struktur atap, setiap lapisan setinggi 2 meter. Artinya setiap ketinggian 2 meter ketebalan tiap lapisan berbeda ;

$$t_d = \frac{4.9D(H-0.3)G}{S_d} + CA^{[7]}$$

$$t_t = \frac{4.9D(H-0.3)}{S_t}$$

Dimana :

$t_d$  = desain ketebalan dinding

$t_t$  = desain ketebalan tes hidrostatik

D = Nominal diameter tangki

H = desain liquid level

G = desain specific gravity

CA = Corrosion allowance

$S_d$  = Allowable stress untuk kondisi desain

$S_t$  = Allowable stress untuk kondisi tes hidrostatik

Lapisan pertama :

$$t_d = \frac{4.9 \times 12.5(6 - 0.3)1}{160} + 2 = 4.18[\text{mm}]$$

$$t_t = \frac{4.9 \times 12.5(6 - 0.3)}{171} = 2.04[\text{mm}]$$

Lapisan kedua :

$$t_d = \frac{4.9 \times 12.5(4 - 0.3)1}{160} + 2 = 3.42[\text{mm}]$$

$$t_t = \frac{4.9 \times 12.5(4 - 0.3)}{171} = 1.33[\text{mm}]$$

Lapisan ketiga :

$$t_d = \frac{4.9 \times 12.5(2 - 0.3)1}{160} + 2 = 2.65[\text{mm}]$$

$$t_t = \frac{4.9 \times 12.5(2 - 0.3)}{171} = 0.61[\text{mm}]$$

Berdasarkan ketiga lapisan diatas tebal desain pelat lebih besar dari tebal hidrostatik  $t_d > t_t$ , dan berdasarkan API 650 section 5.6.1.1 menyatakan bahwa tebal pelat dinding yang dipakai harus lebih besar dari tebal desain termasuk corrosion allowance atau tes hidrostatik tapi tebal pelat dinding tidak boleh kurang dari 5[mm] karena diameter nominal tangki < 15 [m].

Maka ditentukan tebal pelat dinding setiap lapisan sesuai tabel dibawah ini ;

Lapisan	Material	Lebar pelat [mm]	Tinggi[mm]	T.Desain [mm]	T.Hidrostatik [mm]	T.min [mm]	T.diambil [mm]	Ket.
1	A36	2	6	4.18	2.04	5	6	O.K
2	A36	2	4	3.42	1.33	5	6	O.K
3	A36	2	2	2.65	0.61	5	6	O.K

\* T = tebal

### Jumlah pelat yang dipakai untuk dinding

Keliling tangki adalah =  $\pi \times 10[\text{m}] = 31.42[\text{m}]$

Seperti yang diberitahu sebelumnya panjang pelat yang dipakai adalah 5[m], maka  $31.42[m] + 5[m] = 7 \text{ pelat}$  yang dibutuhkan untuk setiap lapisan dinding.

- Lapisan pertama : jumlah pelat 7 buah dengan ukuran 6[mm] x 2[m] x 5[m]
- Lapisan kedua : jumlah pelat 7 buah dengan ukuran 6[mm] x 2[m] x 5[m]
- Lapisan ketiga : jumlah pelat 7 buah dengan ukuran 6[mm] x 2[m] x 5[m]

#### Bottom plate

Semua ketebalan bottom plate memiliki ketebalan minimum 6 mm, dan jika ditambahkan dengan *Corrosion allowance* maka menjadi 8 mm <sup>[1]</sup>

#### Annular plate

Dalam menghitung ketebalan annular plate ada beberapa hal yang harus dipenuhi, hal-hal tersebut itu adalah ;

- Tebal pelat dinding lapisan pertama : 7 mm
- Hydrotest menggunakan rumus <sup>[1]</sup>;

$$\text{Hydrotest} = \frac{4,9 H (D - 0,3)}{t}$$

Dari rumus ini didapatkan nilai hydrotest yaitu 28.30 MPa.

Lalu berdasarkan 2 hal diatas dan dapat dilihat dari tabel maka ketebalan minimum annular plate yaitu 6 mm dan jika ditambahkan dengan *Corrosion allowance* maka menjadi 8 mm.

#### Roof plate

Untuk menghitung kemiringan roof plate dari atap, kemiringannya harus lebih landai dari 22 mm berbanding 265 mm. sedangkan untuk ketebalan pelat roof <sup>[1]</sup>, ketebalan minimum adalah 5 mm, jika ditambahkan dengan *Corrosion Allowance* maka nilainya menjadi 7 mm

## IV. KESIMPULAN

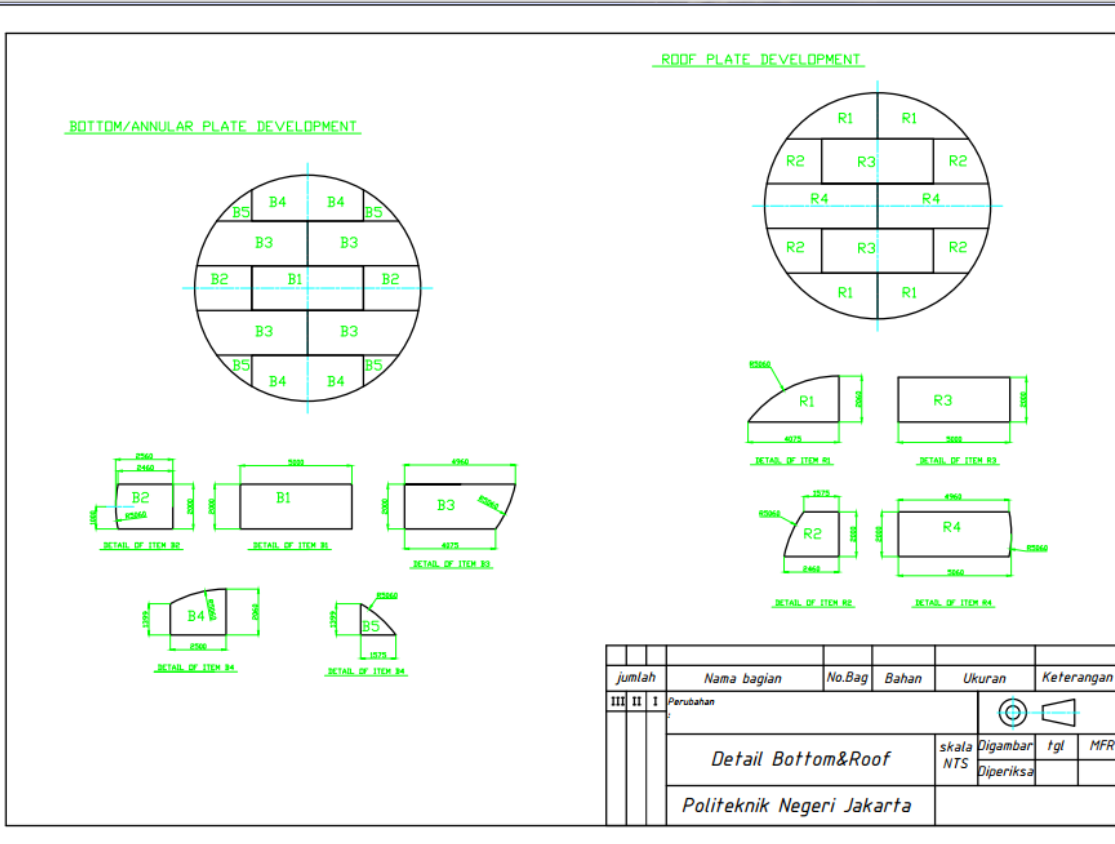
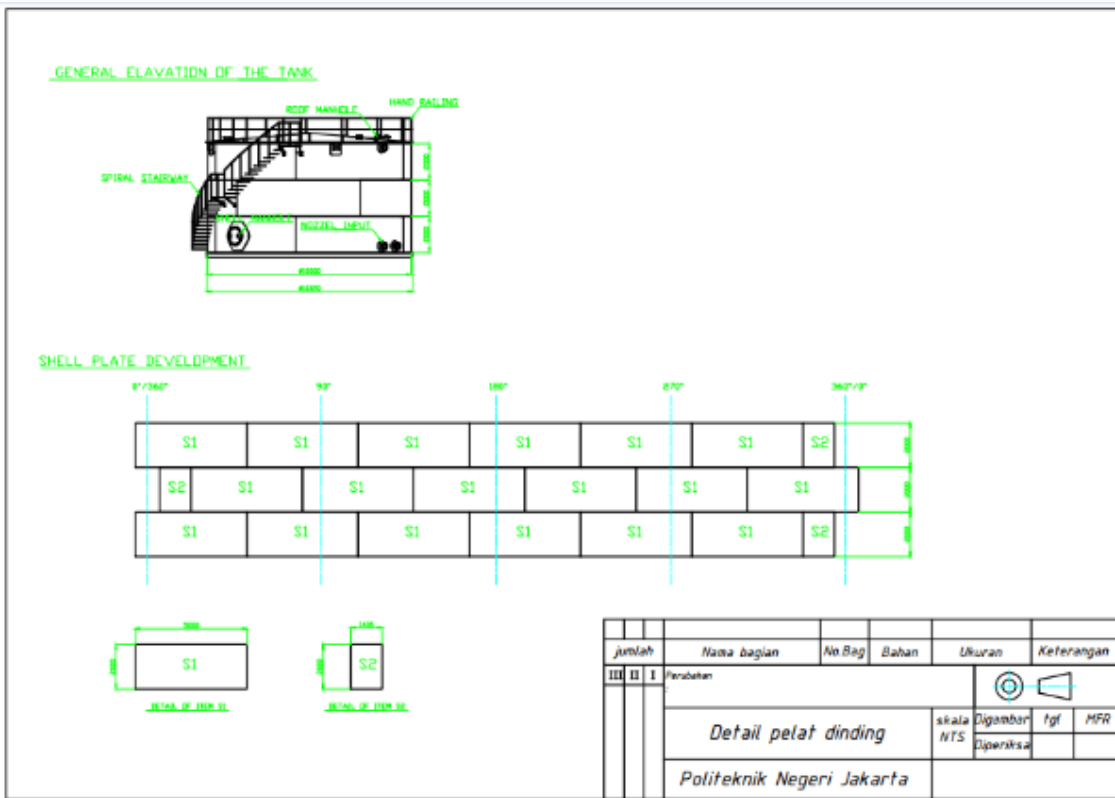
Dari penulisan analisis perancangan ini dapat disimpulkan beberapa hal yaitu diantaranya ;

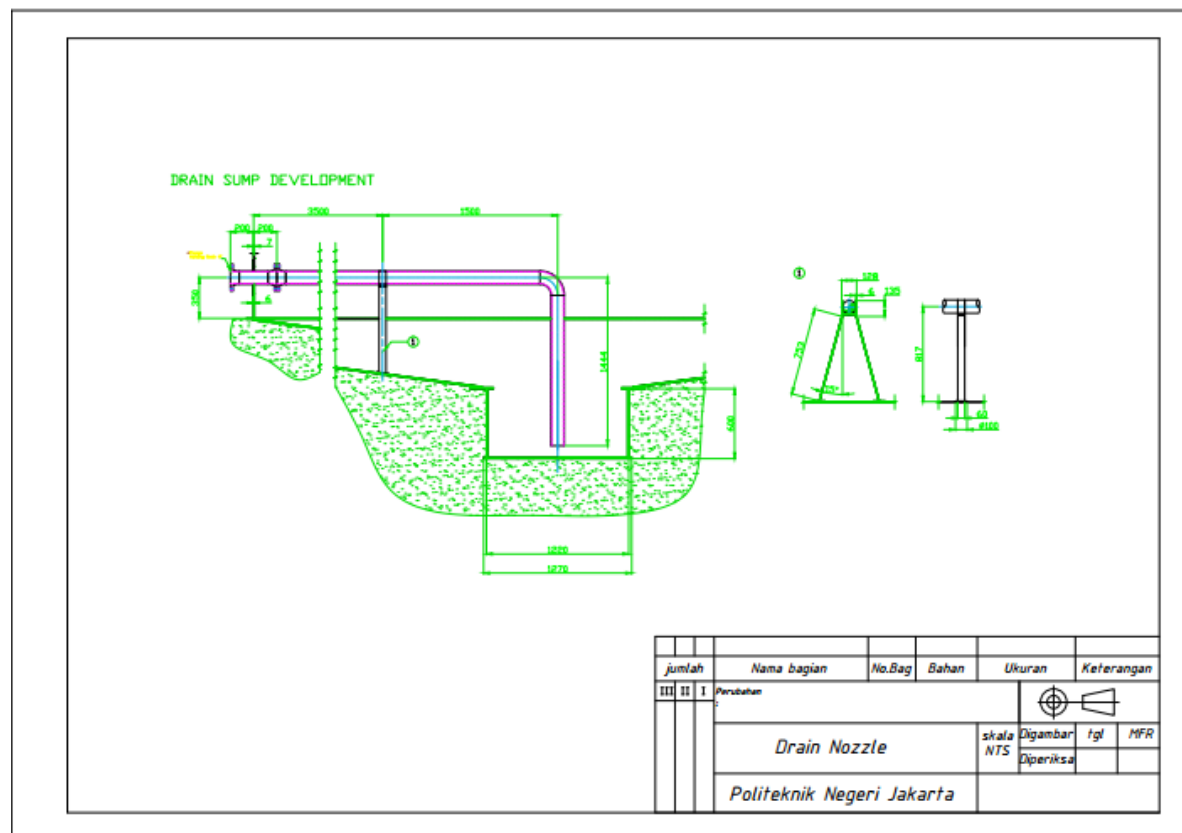
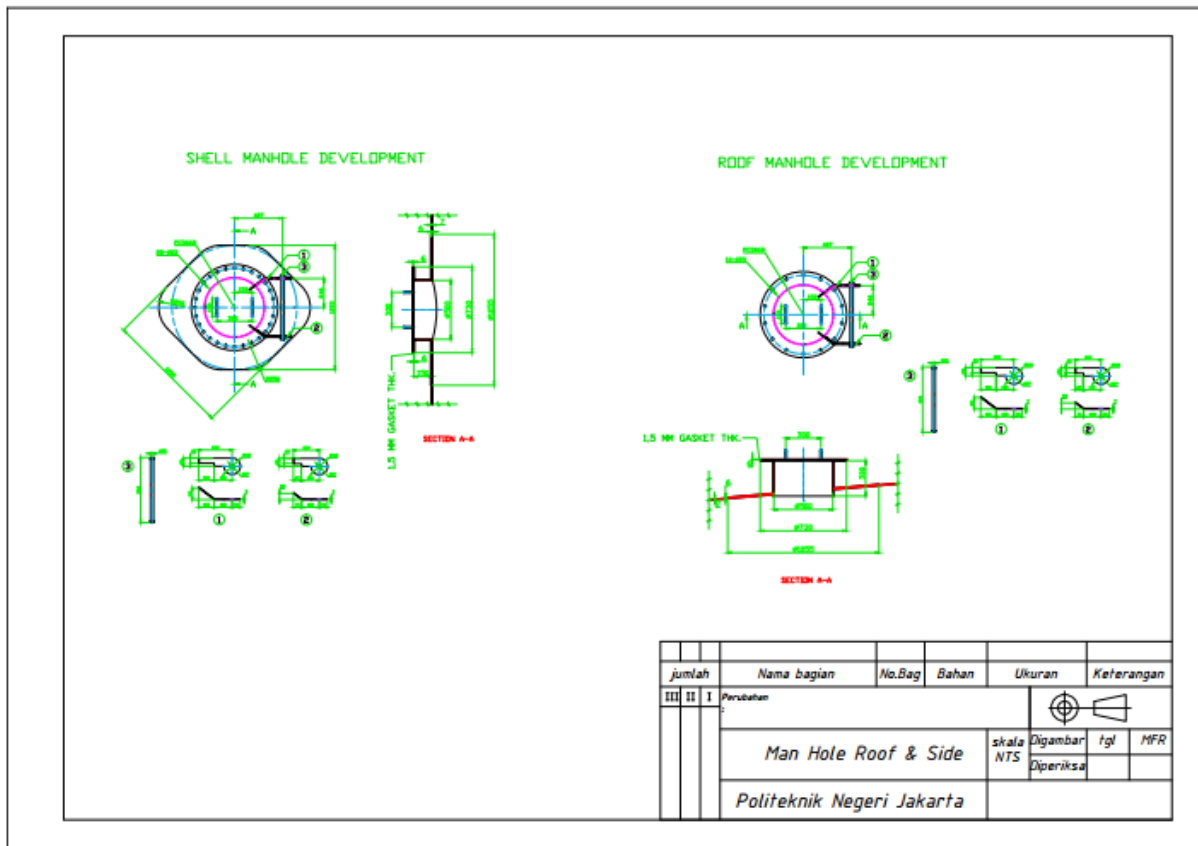
- a. Untuk merancang tangki penampung perlunya pertimbangan overflow protection dan vapour space sebagai syarat pengamanan dan menentukan dimensi tangki yang akan dirancang
- b. Menentukan tebal pelat dinding yang akan dipakai yaitu dengan cara memilih hasil terbesar berdasarkan perhitungan menggunakan cairan yang dipakai dan air.
- c. Berdasarkan pertimbangan pembebanan angin yang akan terjadi pada tangki, lebih baik merancang tangki yang melebar karena titik berat dari tangki akan semakin rendah sehingga kemungkinan untuk terbalik itu kecil
- d. Jumlah pelat yang digunakan 21 buah pelat untuk dimensi tangki tinggi 6m dan Ø 10m yang menggunakan 2mx5m per pelat.

## IV. DAFTAR PUSTAKA

- [1] API Standard 650, march 2013. **Welded Steel Tank For Oil Storage 12<sup>th</sup> Edition**. American Petroleum Institute.
- [2] NFPA 30, September 2008. **Flammable and Combustible Liquids Code**. National Fire Protection Association.
- [3] UL 142, July 1998. **Steel aboveground tanks for flammable and combustible liquids**. Underwriters Laboratories Inc.
- [4] API Recommended Practice 2350, January 2005. **Overflow Protection for Storage Tanks in Petroleum Facilities**. American Petroleum Institute.









## Rancangan Mesin Pencetak Batu Bata dari Kertas

Anas Rullah ; Aulia Muhammad Akbar ; Agus Edy Pramono  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
akbar3111@gmail.com

### Abstrak

Sejalan dengan meningkatnya populasi penduduk, limbah hasil pemakaian sehari – hari pun ikut meningkat. Salah satu limbah yang banyak muncul adalah limbah kertas. Limbah kertas inilah yang akan di gunakan sebagai bahan dasar pembuatan batu bata.

Saat ini, alat – alat yang sudah ada dipasaran umumnya hanya digunakan untk mencetak. Sehingga, untuk proses pengeringan sangat bergantung pada cuaca. Oleh karena itu, alat ini dirancang agar dapat melakukan proses pencetakan dan proses pengeringan dalam sekali proses kerja. Sehingga, ketika cuaca kurang baik pun proses produksi batu bata akan tetap dapat berjalan.

Pada dasarnya, proses yang dilakukan oleh alat ini adalah proses blending didalam blender, kemudian proses pressing dan cetak didalam cetakan, dan terakhir proses pengeringan didalam furnace. Diharapkan alat ini dapat membantu kegiatan proses produksi batu bata dan limbah kertas menjadi alternatif bahan baku dalam pembuatan batu bata.

Kata Kunci : Batu bata, limbah kertas, cetak, campuran, pengeringan

### Abstract

As need of inhabitant population increase, the waste of daily consumption also get increase. The one of the waste that have a lot of quantities is the waste from papers. This waste that are going to be used for the basic material of the brick. For the moment, the tools that alreedy been in the market is only for the printing process. So, the drying process is dependented to the weather. Therefore, this tool is designed for doing the printing and drying in a one process. So, although in the bad weather, the production of the brick can be done like usual.

Basicall, the process in this tool are blending process in a blender, then pressing and printing in a printer, and the last is drying in the furnace. Hopefully, this tool will help the production process of the brick and the waste of papers will be the alternative basic material in the making of the brick.

Key Word : Brick, waste of papers, printing, blending, drying

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Secara umum yang disebut *Limbah Kertas* adalah bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, baik pada skala rumah tangga, industri, atau pertambangan. Keuntungan daur ulang kertas yaitu, pertama agar pemanfaatan kembali sampah kertas untuk mengurangi timbulnya sampah, kemudian menimbulkan kreativitas dalam memanfaatkan kertas bekas, dan sumber tambahan penghasilan rakyat<sup>(1)</sup>. Sebagian besar sampah kertas diserap oleh industri besar, sedangkan yang diserap oleh industri art paper relatif sedikit. Saat ini harga jual kertas bekas sekitar Rp. 700 – 800/kg<sup>(2)</sup>.

Tabel 1.1. Konsumsi sampah kertas di Indonesia<sup>(2)</sup>

Tahun	Sampah Kertas (ton)		Jumlah total sampah kertas terolah (ton)	Stok nasional kertas (ton)
	Asal Indonesia	Impor		
1992	430.000	882.500	1.312.500	1.844.400
1993	526.300	872.400	1.398.700	2.091.700
1994	630.000	1.009.500	1.639.500	2.339.100
1995	700.000	1.054.150	1.754.150	2.641.390
1996	980.000	1.297.000	2.277.000	3.119.970

Dari berbagai proses daur ulang, dibuatlah inovasi baru untuk pendauran ulang limbah kertas. Sehingga alat ini dapat mengubah limbah kertas menjadi batu bata. Konsep kerja alat ini adalah *press manual*.

Berdasarkan dari latar belakang tersebut, dibuatlah ide untuk merancang mesin pembuat batu bata yang terbuat dari limbah kertas dengan nama "**Mesin Pencetak Batu bata dari Limbah Kertas**". Mesin ini dirancang berdasarkan beberapa permasalahan, diantaranya adalah Berapa banyak limbah kertas yang digunakan untuk membuat sebuah batu bata?, Bagaimana cara mempercepat pembuatan bubur kertas?, Bagaimana Mesin ini dapat berfungsi secara maksimal dan ramah lingkungan?, Bagaimana cara praktis mencetak batu bata dari bubur limbah kertas?, Berapa kapasitas bata yang dapat dihasilkan oleh alat tersebut dalam satu kali proses pengerjaan.

Kemudian, tujuan dari perancangan alat ini adalah untuk Memberi kemudahan kepada masyarakat untuk mengolah limbah kertas, Mempersembahkan kepedulian mahasiswa terhadap kemajuan IPTEK kepada masyarakat, khususnya untuk limbah kertas, Memberi inovasi baru terhadap material batu bata, Membuat jenis pengolahan baru untuk limbah kertas. Sehingga diharapkan untuk kedepannya alat ini dapat memberikan beberapa kelebihan dan kegunaan, diantaranya adalah Membuka peluang usaha baru bagi masyarakat, Menambah lapangan pekerjaan baru untuk masyarakat, Mendapat inovasi baru terkait material yang digunakan untuk batu bata, Mengetahui sistem pengeringan yang digunakan agar mempercepat pengeringan batu bata, dan Meningkatkan produksi pengolahan limbah kertas.

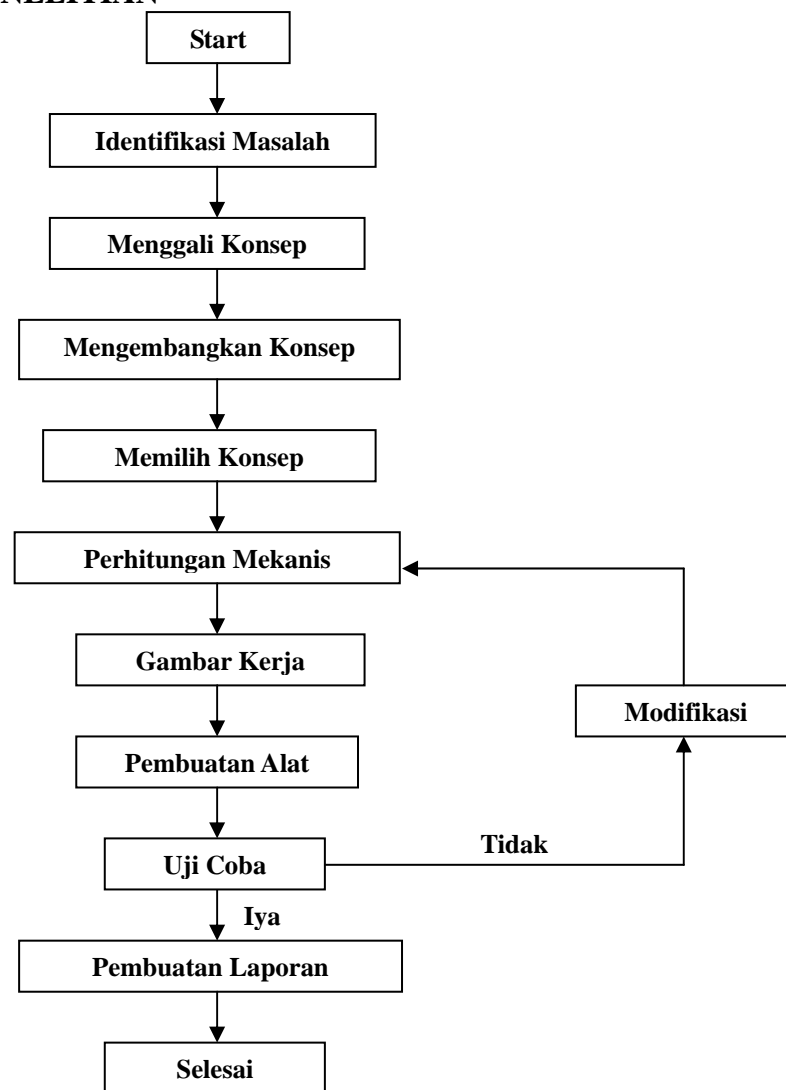
## 2. Teori

Batu bata, biasa dibuat dari tanah liat. Dibuat berukuran  $22 \text{ [cm]} \times 11 \text{ [cm]} \times 5 \text{ [cm]}$ , kemudian dibakar, dengan dibuatnya material menggunakan bubur kertas membuat banyak perbedaan dari proses pembuatan yang biasa dilakukan para pengrajin batu bata. Dari hasil percobaan yang telah dibuat dan data yang telah dikumpulkan, untuk membuat 1 batu bata dari limbah kertas yang berukuran  $22 \text{ [cm]} \times 11 \text{ [cm]} \times 5 \text{ [cm]}$ , memerlukan 2 liter bubur kertas dengan perbandingan banyak air dan banyak kertas 1:2. Untuk menyatukan air dengan limbah kertas hingga menjadi bubur kertas, digunakan mixer dengan daya motor 200 [watt], 130 [RPM]. Bubur kertas dipress menjadi ukuran batu bata yang masih basah sehingga perlu dikeringkan agar bisa langsung digunakan. Bila dikeringkan secara alami memerlukan waktu 1 bulan, tetapi jika dikeringkan menggunakan furnace dengan temperature sekitar  $50^{\circ}\text{C}$  memerlukan waktu  $\pm 120$  Menit. Perhitungan yang diperlukan dalam menentukan ukuran rangka, kekuatan menahan beban, kecepatan putar, ukuran bearing, kecepatannya, ukuran poros, tanki bubur kertas, dan daya motor. Cara kerja alat ini yaitu mencampur air dengan kertas hingga menjadi bubur kertas, lalu dipress. Proses ini bertujuan untuk meminimalkan kadar air yang ada pada batu bata. Setelah itu dipanaskan oleh furnace agar bisa langsung digunakan.

Sebelum mendaur ulang, harus diketahui karakteristik material yang akan didaur ulang. Limbah kertas memiliki karakteristik sama dengan kertas biasa karena bahan utama kertas adalah *selulosa*, jadi sifat-sifat selulosa mempengaruhi karakteristik kertas. Berikut karakteristik kertas<sup>(3)</sup>:

- Menyerap air.
- Berwarna putih, warna kertas adalah putih kecuali kertas mengandung lignin atau mengalami proses pencelupan warna.
- Hidroskopik, mengambil dan mengeluarkan kelembapan dengan pertukaran dalam kelembapan relatif.
- Lentur.
- Mudah terbakar.

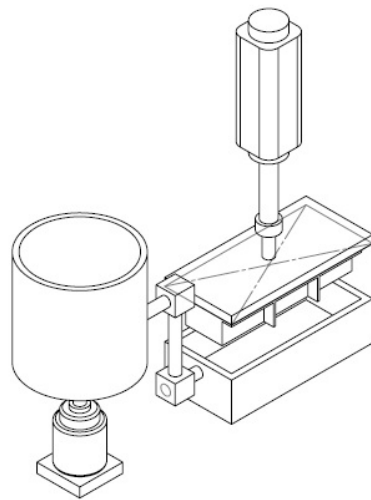
## II. METODE PENELITIAN



Gambar 2.1. Diagram Alir Proses Perancangan

Dari bagan tersebut dapat dijelaskan metodologi pelaksanaan program sebagai berikut :

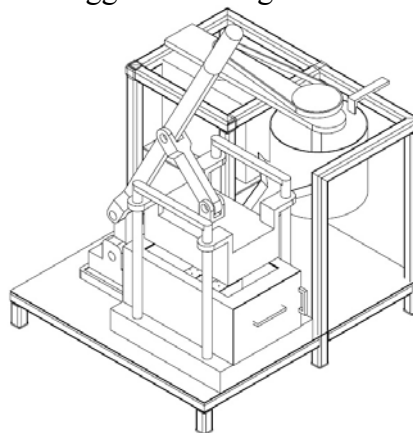
- a. Identifikasi Masalah  
Pada tahap ini, dilakukan survey ketempat-tempat tertentu untuk mengetahui apa-apa saja masalah yang dihadapi oleh masyarakat akan pengelolaan sampah dilingkungannya.
- b. Menggali Konsep  
Pada tahapan ini adalah proses pencarian ide-ide rancangan mesin yang sesuai dengan kebutuhan yang tepat guna.
- c. Mengembangkan Konsep  
Pada tahapan ini adalah pembuatan konsep rancangan desain alat dengan beberapa alternative desain.
  1. Konsep Pertama  
Tenaga : Motor  
Transmisi : Sabuk-pulley dan bevel gear  
Sistem press bata : menggunakan system hidrolic



Gambar 2.2. Design Alternatif Pertama

2. Konsep Kedua

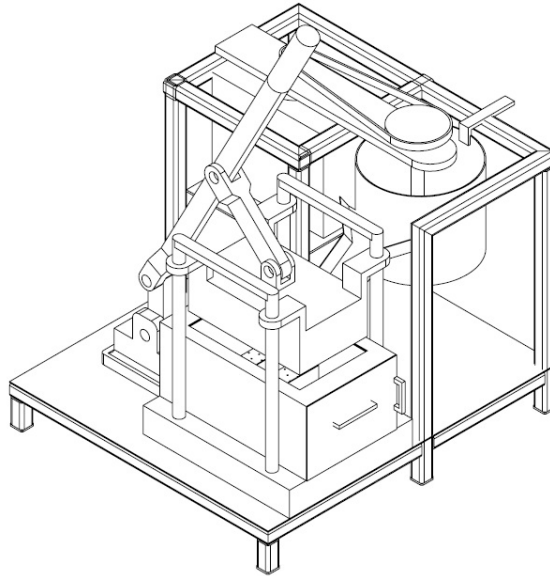
- Tenaga : Motor
- Transmisi : Sabuk-pulley
- Sistem press bata : Manual menggunakan tangan



Gambar 2.3. Design Alternatif Kedua

d. Memilih Konsep

Setelah melakukan pertimbangan, dipilihlah satu konsep desain alat yang akan dibuat alatnya. yaitu adalah gambar “Konsep Kedua”.



Gambar 2.4. Desain Final

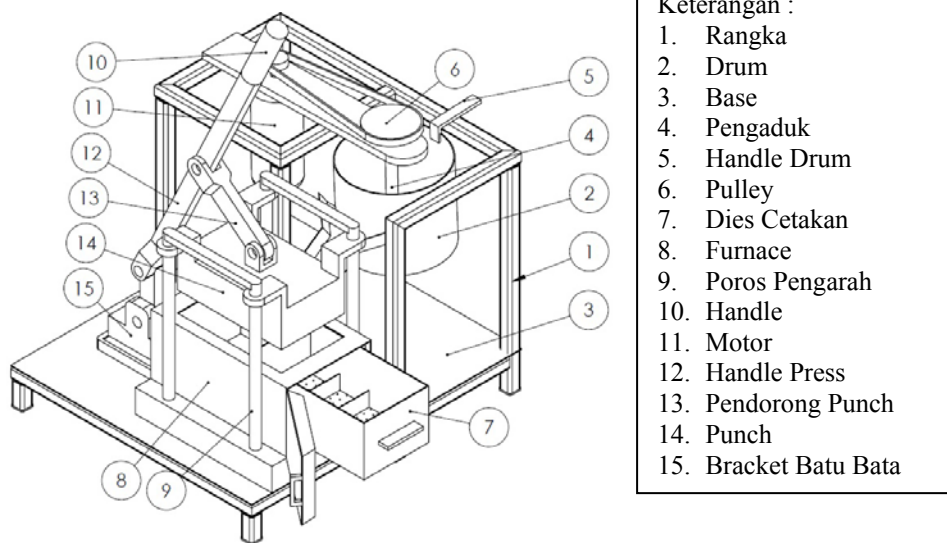
- e. Perhitungan Mekanis  
Tahap ini ialah membuat perhitungan alat untuk menentukan spesifikasi detail alat yang dibutuhkan.
- f. Gambar Kerja  
Dengan menggunakan software desain, dibuatlah gambar alat yang akan dibuat dengan ukuran sebenarnya.
- g. Pembuatan Alat  
Setelah perhitungan mekanis dan gambar kerja, dilakukan proses membangun alat.
- h. Uji Coba  
Setelah alat telah selesai dibangun, kemudian dilakukan pengujian terhadap beban kerja (seberapa kuat batu bata kertas yang telah jadi) jika gagal, maka dilakukan modifikasi dari perhitungan mekanis sampai modifikasi alat.
- i. Pembuatan Laporan  
Setelah pengujian, dibuatlah kesimpulan dari alat dengan membuat laporan alat.

### **III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **1. Analisis desain rancangan**

Dalam hal ini akan dijelaskan bagian-bagian dari konsep design yang telah dipilih sebagai berikut :





- Keterangan :
1. Rangka
  2. Drum
  3. Base
  4. Pengaduk
  5. Handle Drum
  6. Pulley
  7. Dies Cetakan
  8. Furnace
  9. Poros Pengarah
  10. Handle
  11. Motor
  12. Handle Press
  13. Pendorong Punch
  14. Punch
  15. Bracket Batu Bata

Gambar 3.1. Rincian Part Mesin

Penjelasan Part :

1. Rangka  
 Pada desain ini bagian rangka dibuat menggunakan besi square hollow dengan ukuran  $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$  dan rangka disambung dengan lasan. Ukuran rangka keseluruhan adalah  $940 \text{ mm} \times 840 \text{ mm} \times 720 \text{ mm}$ .
2. Drum  
 Drum berbentuk tabung, dengan kapasitas tanki 21 liter, sehingga dapat menampung banyak bubur kertas yang akan dibuat.
3. Base  
 Untuk ukuran base dibuat dengan ukuran  $840 \text{ mm} \times 640 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ .
4. Poros pengaduk serta pisau penghancur  
 Untuk bagian ini berfungsi untuk membuat air dan kertas menjadi bubur kertas.
5. Handle Drum  
 Berfungsi sebagai pegangan drum ketika drum ingin dituangkan.
6. Pulley  
 Pada design ini digunakan system belt and pulley.
7. Dies Cetakan Batu Bata  
 Berukuran  $412 \text{ mm} \times 326 \text{ mm} \times 170 \text{ mm}$ , terdapat 4 cetakan batu bata pada tempat cetakan ini dengan ukuran masing-masing dies  $22 \text{ mm} \times 11 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ .
8. Furnace  
 Berfungsi sebagai pengering batu bata kertas setelah dicetak dalam dies.
9. Poros Pengarah  
 Sebagai pengarah gerakan dari gerakan punch.
10. Handle  
 Sebagai penggerak belt dan pulley untuk diteruskan memutar adukan bubur kertas.
11. Motor  
 Sebagai penggerak belt dan pulley untuk diteruskan memutar adukan bubur kertas.
12. Handle Press tool  
 Sebagai pemegang alat pengepressan bata.
13. Pendorong Punch  
 Mendorong Punch kedalam cetakan batu bata.
14. Punch  
 Punch ini berukuran  $362 \text{ mm} \times 220 \text{ mm} \times 115 \text{ mm}$ , sebagai pengepress bubur kertas di dalam cetakan agar berbentuk batu bata, sekaligus mengurangi kadar air setelah di press.

## 15. Bracket

Sebagai pengikat dari bagian-bagian press tool.

Kelebihan dari desain mesin ini adalah ukuran mesin yang tidak terlalu besar sehingga tidak memakan tempat, kemudian dalam sekali proses dapat membuat 4 buah batu bata kertas dalam sekali proses. Untuk kekurangan dari desain mesin ini adalah, pertama peletakkan motor yang masih kurang efisien, kemudian dalam proses pencetakan masih dilakukan secara manual, tidak otomatis.

## 2. Kalkulasi Penggunaan Energi

a. Untuk membuat 1 buah batu bata kertas

Diketahui :

- Ukuran batu bata :  
 $p \times l \times t = 22 \times 10 \times 5 \text{ [Cm}^3\text{]}$
- 200 [watt] per 1 liter (Berdasarkan percobaan)
- Dengan Ratio air : kertas = 1 : 2
- Dan untuk membuat 1 buah batu bata membutuhkan 2 liter bubur kertas

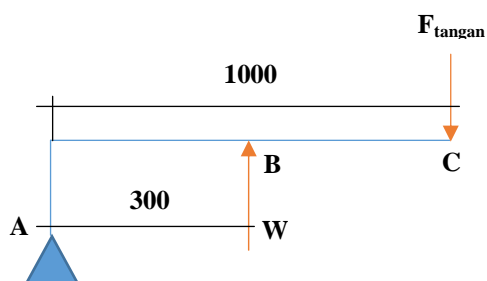
b. Sehingga untuk membuat 4 buah batu bata kertas :

- $200 \text{ [watt]} \cdot 2 \cdot 4 = 1600 \text{ [watt]}$
- Daya yang dibutuhkan motor :  
 $\text{Daya} = 1600 \text{ [watt]} / 1 \text{ [jam]}$   
 Daya yang digunakan 1x Proses  
 $= 1600 \cdot 8 : 60$   
 $= \underline{213,33 \text{ [watt]}}$
- Tinggi tanki :  $h = 30 \text{ [cm]}$
- Diameter tangki :  $D = 30 \text{ [cm]}$
- Karena tangki berbentuk silinder, Maka untuk menghitung volume tanki menggunakan volume silinder :  
 $\text{Volume} = \pi \cdot r^2 \cdot h$   
 $= \pi \cdot (15)^2 \cdot 30$   
 $= 21205.75 \text{ [cm}^3\text{]}$   
 $= 21.20575 \text{ [dm}^3\text{]} \approx 21$   
 $= \underline{21 \text{ [liter]}}$

c. Daya Furnace

Jika diketahui suhu lingkungan adalah  $20 \text{ [}^\circ\text{C]}$ , suhu permukaan furnace adalah  $50 \text{ [}^\circ\text{C]}$ , dan koefisien konveksi udara adalah  $15 \text{ [W/m}^2\text{.K]}$  maka daya yang dibutuhkan untuk persatuan luasan permukaan adalah  $450 \text{ [W/m}^2\text{]}$ .

d. Gaya Yang Dikeluarkan Tangan



Spesifikasi Mesin :

- |                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| • Tanki Bubur Kertas          | = 21 [Liter]                      |
| • Daya motor                  | = 213,33 [W]                      |
| • Temperature Furnace         | = $\pm 50 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| • Daya Furnace persatuan luas | = 450 [W/m <sup>2</sup> ]         |

Jika gaya yang diberikan oleh tangan adalah sebesar 94 [N] untuk mencetak 1 buah batu bata, maka menggunakan persamaan hukum momen, diperoleh gaya untuk mencetak 4 batu bata menggunakan press manual sebesar  $\pm 400 \text{ [N]}$ .

#### IV. KESIMPULAN

1. Karena jumlah sampah kertas yang terbilang cukup banyak, maka alat ini dapat dijadikan alternatif cara pengelolaan limbah kertas.
2. Alat ini terbilang mudah untuk diaplikasikan, sehingga cukup menggunakan seorang operator saja.
3. Proses kerja pun terbilang kompleks, mulai dari proses *blending*, *pressing* dan *heating*.
4. Sekali proses produksi, alat ini dapat menghasilkan 4 buah batu bata kertas.
5. Spesifikasi akhir mesin adalah :
  - a. Kapasitas maksimal tangki bubur kertas adalah 21 liter
  - b. Daya motor yang digunakan sekali proses adalah 213,33 [watt], dan daya furnace persatuan luasan adalah 450 [Watt/m<sup>2</sup>]
  - c. Temperatur furnace adalah  $\pm 50$  °C
  - d. Gaya yang dikeluarkan tangan dalam sekali cetak 4 batu bata adalah 400 [N].

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Journal Urip Santoso “**Pemanfaatan Kertas**”.
- [2] Ditjen Cipta Karya .1999. “**Kajian Teknis Pengelolaan Sampah Kertas Kawasan Perkotaan**”. Departemen pekerjaan umum.
- [3] Journal Jaya Madina, Lentera. “**Sifat Kertas**”. 4 Desember 2011.

## Root Cause Analisis Vibrasi Pada Mesin NAR 2 EP (Elektrostatis Precipitator) Cooler Fan

Dwiki Saputro waluyo ; Fajar Caoktahadi ; Sugeng Mulyono

Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

Sem\_pnj@yahoo.com

### Abstrak

Tulisan ini adalah tentang RCA (Root Cause Analysis) vibrasi pada mesin NAR 2 EP (Elektrostatis Precipitator) cooler fan, dimana salah satu komponen mesin tersebut mengalami kerusakan, yaitu kerusakan pada shaft-nya. Mesin NAR 2 EP Cooler Fan ini memiliki peranan penting dalam proses produksi, yang jika terjadi kerusakan pada mesin ini maka dapat menyebabkan *shutdown* selama 8 hari yang menimbulkan kerugian produksi dan berdampak pada lingkungan.

Analisa dimulai dengan observasi ke lapangan dan pengambilan data serta mengamati gejala –gejala kerusakan akibat vibrasi yang terjadi di mesin NAR 2 EP Cooler Fan. Observasi ke lapangan dengan cara melihat secara langsung kerusakan mesin tersebut, memeriksa setiap komponen mesin. Pengambilan data di mulai dari memeriksa vibrasi, spesifikasi mesin. Dari hasil observasi ke lapangan, pengambilan data dan pengamatan kemudian dibuat RCA (Root cause Analisis).

Dari Analisa ini menyimpulkan bahwa penyebab kerusakan pada mesin NAR 2 EP Cooler fan adalah karena vibrasi yang sangat tinggi (8.0 mm/s), dari hasil pengamatan di lapangan vibrasi menyebabkan shaft mengalami pengikisan atau aus karena vibrasi yang sangat tinggi, kemudian ditambah terjadinya penumpukan debu di dalam impeller yang menyebabkan unbalance pada blade. Unbalance inilah yang menyebabkan bearing menjadi aus sehingga terjadi vibrasi.

**Kata kunci:** vibrasi, mesin data, pengamatan, debu, observasi

### Abstract

This abstract is about RCA (Root Cause Analysis) vibration that occur on NAR 2 EP (Electrostatic Precipitator) cooler fan, where one of the machine component damaged, the damage happened on shaft component. NAR 2 EP Cooler Fan has an important part in production process, that if there damage on the machine can cause a shutdown for 8 days that can cause a loss both to the production side and environmental.

The analysis begin with field observation, data collecting and observing any symptom of failure cause vibration that occur on NAR 2 EP Cooler Fan. Field observation by looking any kind of damage on the machine, checking every machine component. Data collecting start with checking vibration, machine specification. From the result of field observation, data collecting and observation then we can start making RCA (Root Cause Analysis).

From the analysis we can conclude that the cause of the damage that occur on NAR 2 EP Cooler Fan is high vibration (8.0 mm/s), from the field observation the high vibration causing wear out or abrasion to shaft, and to add on to it, the dust build up in the impeller causes the blade to be unbalanced. This unbalanced blade causes the bearing to loose so vibration occur.

**Key words :** vibration, machine data, observing, dust

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang Masalah

Mesin industri memiliki tingkat kritis yang sangat tinggi dalam pemakaiannya di industri. Bagi perawatan mesin-mesin industri yang tidak tanggap dan tidak ahli, kerusakan yang kecil pun bisa menjadi sumber frustrasi dan mungkin pula dapat menambah parahnya kerusakan. Oleh sebab itu, diperlukan tim perawatan yang ahli. Teknik perawatan preventive maintenance untuk mendeteksi sedini mungkin terhadap gejala kerusakan mesin serta membuat root cause analisis untuk mencari akar permasalahan dari sebuah kerusakan yang terjadi.

Di PT.XXX Indonesia terdapat beberapa mesin produksi diantaranya :

1. Pre-blending
2. Raw Mill
3. Filter Bag
4. Preheater
5. Kiln

6. Cooler

7. EP (Electrical precipitator)

Dari beberapa mesin tersebut, mesin EP untuk menjadi bahan penelitian. Dalam Mesin EP terdapat Fan Cooler dengan sistem penggerak yang terdiri dari *Poros, kopleng, Bearing* dan *electrical motor*. Penelitian ini mengenalisa vibrasi mesin NAR 2 EP cooler Fan yang dimana salah satu mesin tersebut mengalami kerusakan, yaitu kerusakan pada poros-nya. Mesin NAR 2 EP Cooler Fan ini memiliki peranan penting dalam proses produksi, yang jika terjadi kerusakan pada mesin ini maka dapat menyebabkan *shutdown* selama 8 hari yang menimbulkan kerugian produksi dan berdampak pada lingkungan.

## II. PERUMUSAN MASALAH

Sehubungan latar belakang permasalahan di atas masalah pokok yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini adalah root cause analisis vibrasi pada mesin EP cooler fan, sehingga perumusan masalahnya adalah:

1. Apa yang menyebabkan kerusakan akibat vibrasi pada Mesin NAR 2 EP Cooler fan dan bagaimana pengaruhnya terhadap mesin NAR 2 EP (*electrostatic Precipitator*) Cooler Fan?
2. Bagaimana cara mengatasi kerusakan yang telah terjadi?
3. Bagaimana solusi untuk mengatasi kerusakan tersebut?

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Root Cause Analysis

What = NAR 2 EP Cooler Fan Failure due to high vibration

When = 17-03-2014, 09:07:00, duration : 192 hours

Where = 474-FN2 NAR-2 EP Cooler Fan

How much = Rp 23.520.000.000,-

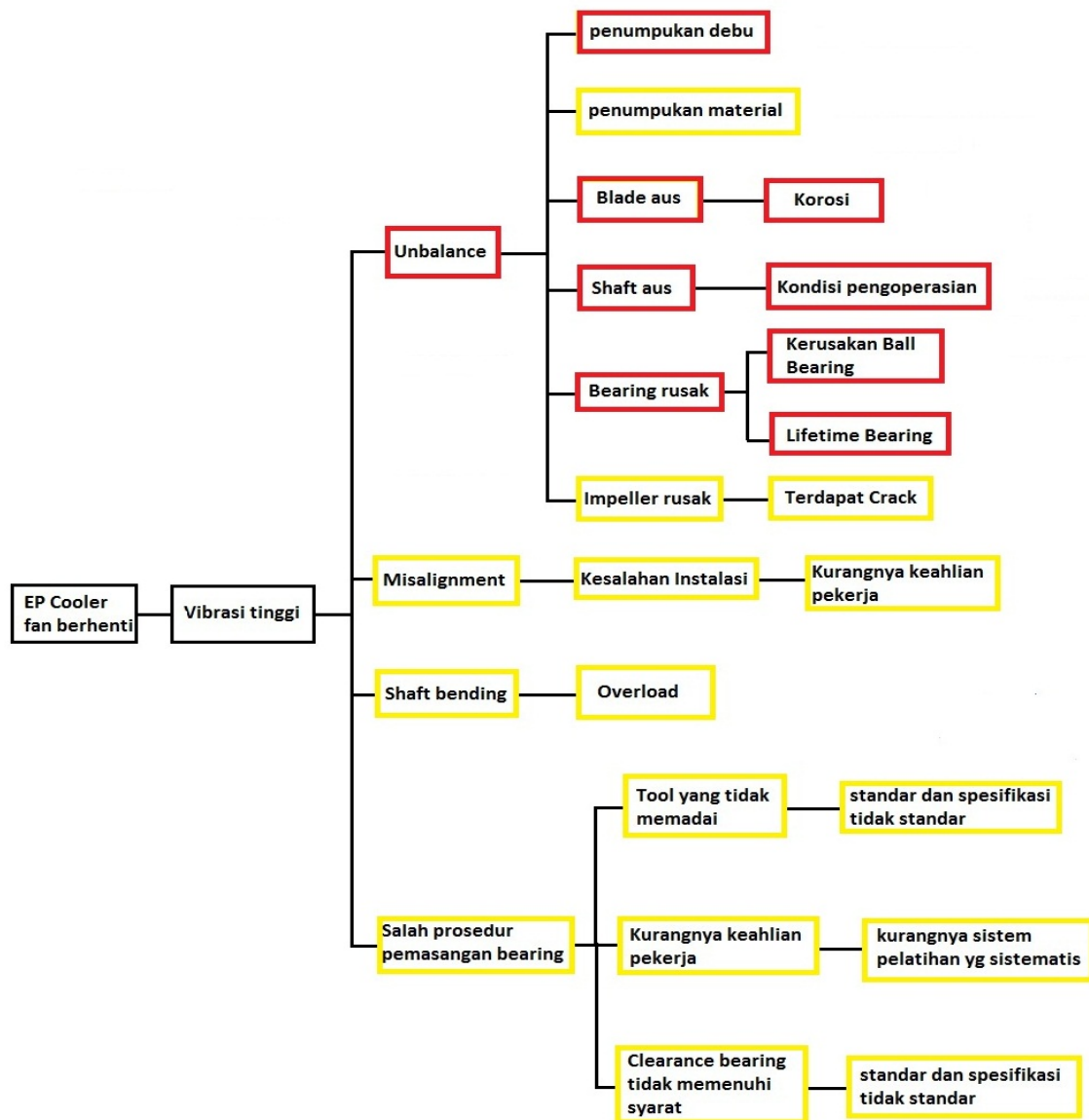
### Informasi yang dibutuhkan :

1. Melihat langsung ke area.
2. Manual book pengoperasian.
3. Mengukur vibrasi
4. Mengukur temperatur
5. Mengukur kecepatan Fan
6. Daftar equipment.
7. Gambar dari blade

### Definisi masalah

1. Sejak januari 2013 kiln stop, dikarenakan fan cooler vibrasi.
2. Vibrasi dari = 8,0 mm/s. Vibrasi normal = 2,0 mm/s.
3. Sejak pertama kali mesin beroperasi bearing belum diganti.
4. Vibrasi yang tinggi menyebabkan mesin utama berhenti.

### Fishbone Diagram Root Cause Analysis



#### Root Cause

Penyebab vibrasi tinggi adalah terjadinya unbalance pada impeller, penyebab terjadinya unbalance karena penumpukan debu, blade aus, shaft aus, bearing rusak.

#### Penyebab Masalah.

1. Penumpukan debu.
2. Keausan blade.
3. Keausan poros.
4. Kegagalan di bearing.

#### Solusi dari masalah.

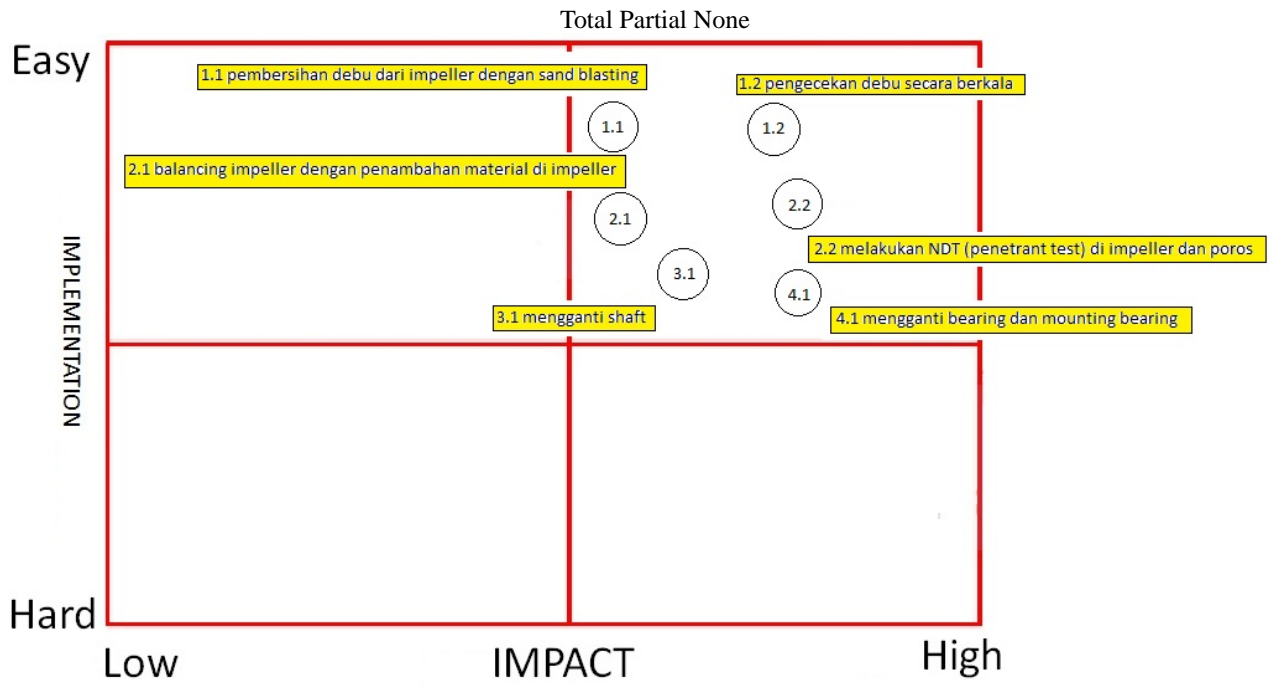
- 1.1 Pembersihan debu dari impeller dengan sand blaster.
- 1.2 Pengecekan debu.
- 2.1 Balancing impeller dengan penambahan material di impeller.

2.2 Melakukan NDT (penetrant test) di impeller dan poros.

3.1 Mengganti Shaft.

4.1 Mengganti Bearing dan Mounting bearing.

**Identifikasi solusi dari masalah**



Gambar 1. Poros yang terkikis atau aus



Gambar 2. Poros yang baru





Item	Unit	Figure
Gas Capacity	m <sup>3</sup> /h	700,000
Gas density at inlet	kg/m <sup>3</sup>	0.712
Temperature	°C	210
Static Pressure	mmH <sub>2</sub> O	-150
Fan Speed	rpm	590
Motor Power	kW	560

Gambar 3. Spesifikasi Mesin EP Cooler Fan



Gambar 4. Proses Instalasi EP Cooler Fan

#### IV. KESIMPULAN

- Berdasarkan ISO 18016 sistem perporosan tidak dalam kondisi baik apabila dijalankan dengan putaran mesin lebih dari 400 [rpm] dan motor penggerak 300 [kW] secara terus menerus (overload) sementara motor penggerak mesin NAR 2 EP Cooler Fan sebesar 560 [kW].
- Berdasarkan ISO 18016, "*Mechanical vibration Evaluation of machine vibration by measurements non rotating shafts*" Motor penggerak utama pada Mesin NAR 2 Cooler Fan termasuk permesinan kelas III ( Penggerak utama ukuran besar dan permesinan besar lainnya dengan pondasi bersifat rigid dan berat serta relative tegar).
- Dari Analisa ini menyimpulkan bahwa penyebab kerusakan pada mesin NAR 2 EP Cooler fan adalah karena vibrasi yang sangat tinggi (8.0 mm/s) , dari hasil pengamatan di lapangan vibrasi menyebabkan shaft mengalami pengikisan atau aus karena vibrasi yang sangat tinggi, kemudian ditambah terjadinya penumpukan debu di dalam impeller yang menyebabkan unbalance pada blade. Unbalance inilah yang menyebabkan bearing menjadi longgar sehingga terjadi vibrasi.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mobley, R Keith. . **Root Cause Failure Analysis**. British : Library of Congress Cataloging-in-Publication Data .1999.
- [2] ISO 18016, "*Mechanical vibration Evaluation of machine vibration by measurements non rotating shafts*"
- [3] Maedel, Jr, P. **Vibration Standards and Test Codes, Shock and Vibration Handbook 5<sup>th</sup> edition** (Cyril Harris, editor), McGraw Hill Publishing Co. (2001)
- [4] Rao, Singiresu S. . **Mechanical Vibrations 5<sup>th</sup>**. New Jersey. Pearson Prentice Hall. 2004





## Rancang Bangun Mesin Pengasah Halus (*Lapping Machine*)

Aulia. K; M. Wisnu; Ekky; A. Islamy ; Darius Yuhas  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[khoirurizalaulia@rocketmail.com](mailto:khoirurizalaulia@rocketmail.com)

### Abstrak

Dalam sebuah mesin kendaraan, *connecting rod* digunakan untuk menghubungkan piston dengan *crankshaft* atau poros engkol. Bersama-sama dengan poros engkol membentuk sebuah mekanisme yang mengubah gerakan linier piston menjadi gerakan rotasi. Bagian ujung *connecting rod* yang berhubungan dengan pena piston disebut *small end* dan yang berhubungan dengan poros engkol disebut *big end*.

Komponen *connecting rod* merupakan komponen yang menerima beban mekanik dan panas yang tinggi karena hasil pembakaran. *Connecting rod* yang menerima tekanan hasil pembakaran, akan mendapatkan beban maksimal yang jika tidak mendapatkan perlakuan yang sebenarnya akan mudah mengalami kegagalan. Masalah terjadi pada *big end connecting rod* yang mengalami deformasi pada diameter dan mengakibatkan suara mesin menjadi kasar. Untuk itu diperlukan perbaikan pada *connecting rod* tersebut agar berfungsi kembali sebagai mana mestinya.

Dalam proses perbaikan *connecting rod* tersebut, khususnya *connecting rod* kapal laut. Metode yang digunakan adalah dengan cara mengurangi bagian *serrasion* pada *connecting rod* tersebut sehingga diameter pada *connecting rod* tersebut berkurang dengan menggunakan alat *lapping*, lalu bagian inner diameter dari *connecting rod* yang sudah aus ditambah dengan bahan khusus / sama dengan bahan *connecting rod* tersebut kemudian *dimachining* sehingga ukuran dari *big end connecting rod* kembali seperti semula. Namun pada pelaksanaannya selama ini proses pengasahan (*lapping*) masih menggunakan sistem manual. Untuk itu diperlukan sebuah mesin yang dapat membantu mempermudah serta mempercepat proses pengasahan tersebut. Metode dalam pembuatan rancang bangun ini berdasarkan masalah yang muncul dilapangan. Mengantikan sumber tenaga utamanya dari manusia, menjadi mesin yang bergerak bolak balik. Sehingga dapat meringankan beban pekerjaan manusia.

Kata kunci: *Connecting rod*, *Crankshaft*, *Piston*, *Pembakaran*, *Pengasahan*.

### Abstract

In the engine ,*connecting rod* is used to connect the piston to the crankshaft. Together with the crankshaft to form a mechanism that converts linear motion into rotational motion of the piston . The end of the connecting rod connected to the piston pen called small end and are connected to crankshaft called big end.

Components of the connecting rod is a component that receives mechanical load and high heat due to combustion products . *Connecting rod* that receives pressure combustion products , will get the maximum load which if untreated will actually prone to failure . The problem occurred in the connecting rod big end deformed in diameter and resulting in engine sounds rough . It required repairs on the road connecting to function again as it should .

In the process repair of the connecting rod, *connecting rod* particular ship . The method used is to reduce a portion of the connecting rod *serrasion* so that the diameter of the connecting rod is reduced by using a *lapping* tool , and part of the inner diameter of the connecting rod are worn coupled with specialized materials / ingredients together with the connecting rod is then *dimachining* to size the big end of the connecting rod back to normal . However, the implementation of this process during grinding ( *lapping* ) are still using manual systems . For that we need a machine that can help simplify and speed up the grinding process . Methods in the making of this design is based on problems that arise in the field . Replace the main source of human energy , into a machine that moves back and forth . So as to ease the burden of human work .

Keywords : *Connecting rod* , *Crankshaft* , *Piston* , *Combustion*, *Sharpening* .

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

PT. Yu-Ra Engineering adalah perusahaan general kontraktor dan electrical. Bergerak dalam bidang jasa perbaikan dan perawatan ( *repair and maintenance* ) pompa, generator motor, dan *special working*. Pekerjaan perbaikan yang telah dilakukan antara lain: *Cylinder Head (specilal welding)* , *Cylinder Block (metal stitching)*, *Housing Turbo*, *Shaft* dan *Impeller Turbo*, *Line boring*, *Laser Alligment*, *Grinding Crank Shaft*, *Metal Bearing (Rebabet)*, *Cattles bearing (Rubber Lining)* *shaft Propeller*, *Propeller (casting)*, *Metal Spray*, *Criss Marine (insitu grinding)*, *Tellescoping*, dll.

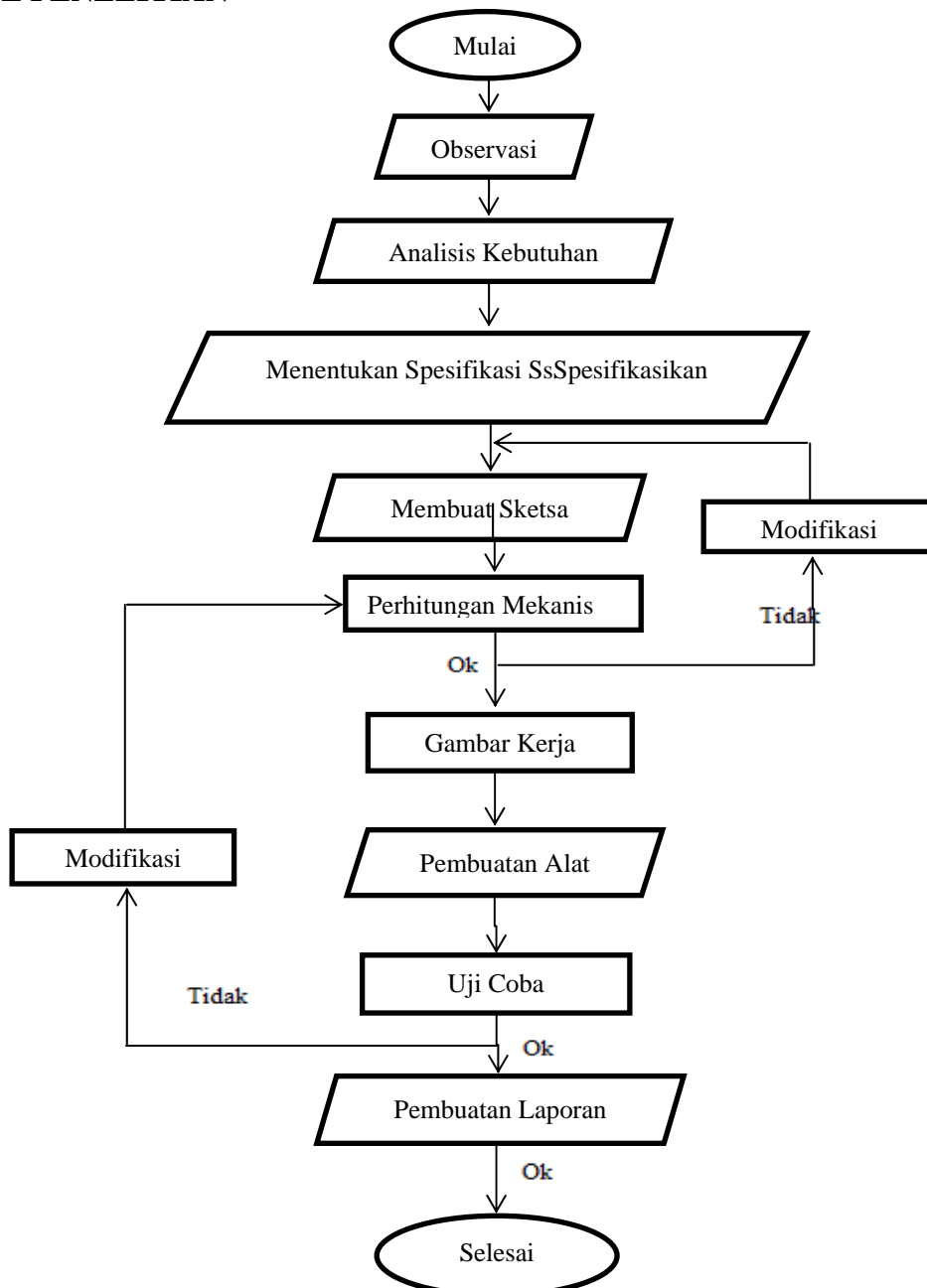
Dari sekian banyak proses repair, PT.Yu-Ra Engineering salah satunya memperbaiki *connecting rod* kapal laut yang sudah *oversize* pada bagian *Big and bor* untuk di kembalikan ke ukuran standar.

Yaitu dengan cara mengasah bagian *serrasion* pada *big end connecting rod*, lalu *machining*. Proses pengasahan yang digunakan saat ini di PT. Yu-Ra Engineering yaitu dengan cara di asah (*lapping*) menggunakan metode manual, yang menggunakan tenaga manusia.

Aplikasi teknologi diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dari perbaikan *connecting rod* tersebut. Salah satunya adalah dengan menggunakan mesin *lapping* sehingga pengerjaan dari perbaikan *connecting rod* tersebut lebih mudah dan lebih cepat.

Dengan merancang dan membangun mesin *lapping* yang dapat mempermudah proses *lapping connecting rod* ada beberapa manfaat yang bisa didapat yaitu, mempercepat proses *lapping* yang sebelumnya memerlukan waktu 1 sampai 2 hari menjadi kurang dari satu hari saja, serta dapat membuat hasil *lapping connecting rod* lebih presisi dikarenakan menggunakan mesin yang tetap kedudukannya.

## II. METODE PENELITIAN



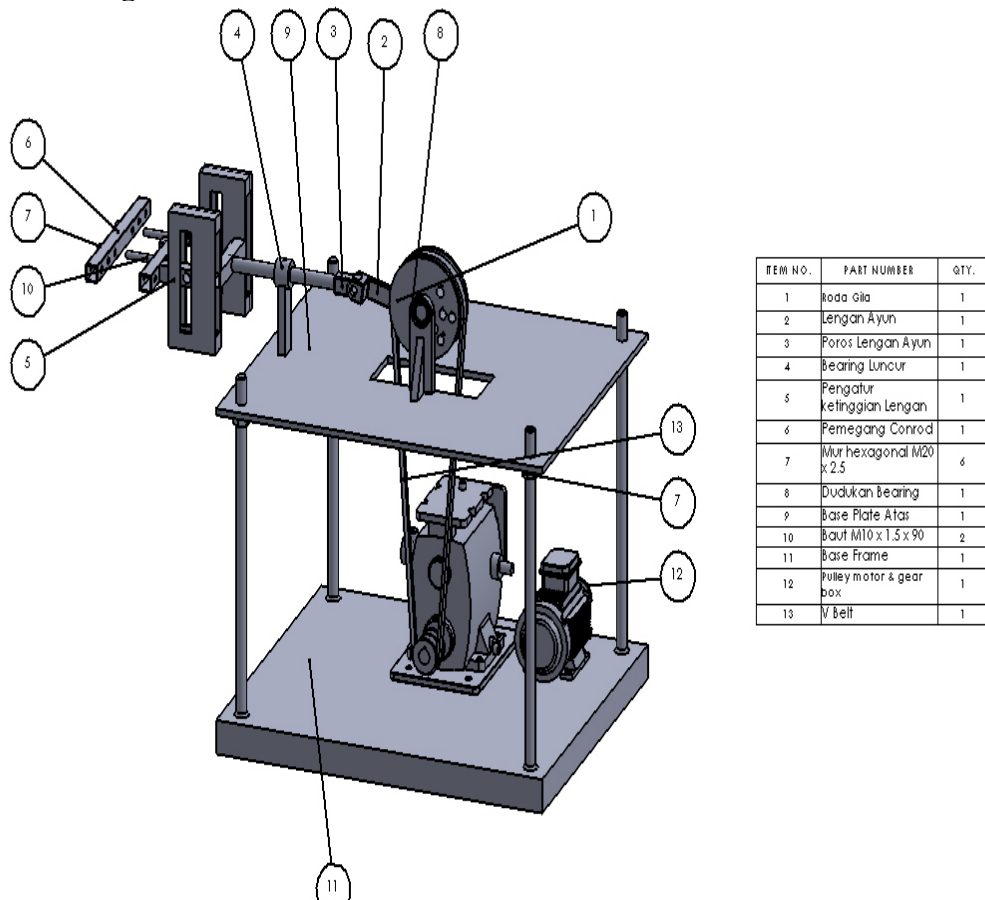
Gambar 1: Diagram alir proses perancangan.

Dari bagan tersebut dapat dijelaskan metodologi pelaksanaan pelaksanaanya sebagai berikut :

- a. Observasi  
Pada tahap ini, Penulis berdiskusi dengan pembimbing di industri mengenai proses *lapping*.
- b. Analisis Kebutuhan  
Berdasarkan hasil observasi, kami menyusun kebutuhan konsumen terhadap alat kami.
- c. Menentukan Spesifikasi  
Penulis membuat spesifikasi awal alat yang disesuaikan dengan kebutuhan.
- d. Membuat Sketsa  
Penulis membuat sketsa alat.
- e. Perhitungan Mekanis  
Tahap ini, Penulis membuat perhitungan alat untuk menentukan spesifikasi detail alat yang dibutuhkan, terutama dalam menahan beban kerja.
- f. Gambar Kerja  
Dengan menggunakan software desain, Penulis menggambar alat yang akan dibuat dengan ukuran sebenarnya
- g. Pembuatan Alat  
Dari perhitungan mekanis dan gambar kerja, Penulis memulai membangun alat Penulis
- h. Pembuatan Laporan  
Setelah pengujian, Penulis membuat kesimpulan dibuktikan dengan laporan akhir alat Penulis.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Perancangan Alat



Gambar 2: Mesin Pengasah Halus (Lapping Machine)

## 2. Bagian-Bagian Mesin

Peralatan / komponen utama dari Mesin Pengasah Halus (Lapping Machine) seperti yang ditunjukkan pada gambar terdiri dari :

1. Roda Gila  
Berfungsi sebagai pengubah gerak rotasi menjadi gerak translasi, serta sebagai pengatur panjang langkah bolak-balik.
2. Lengan Ayun  
Berfungsi sebagai penghubung antara roda gila dan poros lengan ayun.
3. Poros Lengan Ayun  
Berfungsi sebagai poros yang bergerak bolak-balik menghubungkan antara lengan ayun dan pemegang *connecting rod*.
4. Bearing luncur  
Berfungsi sebagai pemegang poros lengan ayun
5. Pengatur Ketinggian Lengan  
Berfungsi sebagai pengatur ketinggian dari pemegang *connecting rod*.
6. Pemegang Connecting Rod.  
Berfungsi untuk memegang/menjeput *connecting rod* yang akan di asah
7. Mur M20  
Terletak pada salah satu pemegang *connecting rod* yang berfungsi mengikat *connecting rod*.
8. Dudukan Bearing  
Berfungsi sebagai tempat dudukan dari bearing untuk roda gila.
9. Base Plate Atas  
Berfungsi sebagai *cover* sekaligus penahan dari roda gila dan bearing luncur.
10. Baut M10  
Terletak pada salah satu pemegang *connecting rod* yang berfungsi mengikat *connecting rod*.
11. Base Frame  
Berfungsi sebagai dudukan dari motor dan gear box.
12. Pulley  
Pulley adalah elemen mesin yang biasa digunakan untuk meneruskan daya dari suatu poros ke poros yang lain dengan menggunakan sabuk. Dalam analisa pulley besarnya rasio kecepatan yang akan diteruskan tergantung pada besarnya diameter pulley tersebut.
13. Sabuk (V-belt)  
Jarak yang jauh antara dua buah poros sering tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi. Dalam hal demikian, cara transmisi putaran atau daya yang lain dapat diterapkan, dimana sebuah sabuk luwes atau rantai dibelitkan sekeliling pulley pada poros.  
Transmisi dapat digolongkan atas transmisi sabuk, transmisi rantai, dan transmisi kabel atau tali.
  - Sabuk rata dipasang pada pulley silinder dan meneruskan momen antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 10 [m] dengan perbandingan putaran 1/1 sampai 6/1.
  - Sabuk dengan penampang trapesium dipasang pada pulley dengan alur dan meneruskan momen antara dua poros yang jaraknya dapat sampai 5 [m] dengan putaran 1/1 sampai 7/1.
  - Sabuk dengan gigi yang digerakkan dengan sprocket pada jarak pusat sampai 2 [m], dan meneruskan putaran secara tepat dengan perbandingan antara 1/1 sampai 6/1.

Namun sebagian besar transmisi sabuk-v karena mudah penanganannya dan harganya pun murah. Kecepatan sabuk direncanakan untuk 10 sampai 20 [m/s] pada umumnya, dan maksimum sampai 25 [m/s]. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan kurang lebih sampai 500 [kW]. (Sularso, Kiyokatsu Suga. 1987)

## 3. Mekanisme Kerja Alat

Mekanisme kerja alat Pengasah Halus (Lapping Machine) ini cukup sederhana, yaitu *connecting rod* yang akan di perbaiki dijepit pada sebuah ragam khusus, kemudian bagian *rod cap* pada *connecting rod* di jepit pada mesin lapping, bagian yang akan di lapping diberi grease khusus,

bagian *rod cap* yang dijepit pada mesin lapping tersebut ditaruh di atas bagian connecting rod yang telah diberi grease sebelumnya, lalu ketika mesin tersebut menyala, maka mesin tersebut akan bergerak bolak balik sehingga bagian yang diberi grease tersebut akan terkikis sedikit demi sedikit sehingga ukuran dari connecting rod tersebut akan berkurang sesuai ukuran yang sudah ditentukan. Gerakan bolak balik tersebut disebabkan oleh motor yang berputar kemudian putaran dari motor tersebut di transmisikan menggunakan belt ke gearbox yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan, kemudian putaran tersebut di transmisikan kembali ke roda/piringan berlubang yang dihubungkan dengan menggunakan lengan, sehingga pengasah tersebut bergerak bolak balik mengikis permukaan connecting rod.

#### IV. KESIMPULAN

1. Proses perbaikan connecting rod yang dibantu oleh mesin pengasah halus (*lapping machine*) akan lebih cepat, lebih efisien serta lebih meringankan pekerjaan manusia dibandingkan dengan proses pengasahan halus yang masih menggunakan sistim manual terlebih lagi biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan mesin tersebut sangat terjangkau karena mesin tersebut menggunakan peralatan yang cukup sederhana.
2. Mesin Pengasah Halus (*Lapping Machine*) merupakan solusi dari permasalahan yang terjadi pada proses pengasahan, khususnya yang terjadi di PT. Yu-Ra Engineering

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso, Kiyokatsu Suga. 2004. **Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin**. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- [2] Khurmi, R. S. dan J. K. Gupta. 2005. **A Text Book Of Machine Design**. New Delhi: Eurasia Publishing House Limited.
- [3] William E. Boyes, Ramon Bakerjian, *Society of Manufacturing Engineers*, Jan 1, 1989.



## Perancangan Stamping Tool Logo PNJ

Darius Yuhans ; Mohammad Taufik Ramadhan ; Muhammad Rafi'I Al-afghani ; Muhammad Romi Subhan ; Rijwan Wahyu  
Teknik Mesin politeknik Negeri Jakarta  
[romirafsan@gmail.com](mailto:romirafsan@gmail.com)

### Abstrak

Perkakas tekan (*press tool*) adalah alat untuk membentuk dan memotong suatu substansi logam dengan waktu yang singkat. Tak hanya itu, perkakas tekan juga merupakan alat praktis yang dapat menghasilkan suatu produk yang berkualitas. Komponen *press tool* itu sendiri terdiri dari *punch*, *dies*, *pillar*, *stripper* dan lain-lain. *Press tool stamping* adalah alat yang digunakan untuk membantu “Perancangan Stamping Tool Logo PNJ”. Proses pembuatan logo PNJ menggunakan mekanisme *stamping* dengan metode *stamping*. Setelah perkakas tekan ini diuji maka hasil yang didapat adalah alat ini dapat membuat logo PNJ pada lembaran pelat dalam proses pengerjaan pelat di bengkel teknik mesin politeknik negeri jakarta.

Kata kunci : *press tool*, *punch*, *dies*, *stripper*, dan *stamping*.

### Abstract

Press tool is a tool which is used to form and cut a metal substance in short time. Not only that, press tool is also a practical tool which can produce high quality product. Press tool components itself consist of: *punch*, *dies*, *pillar*, *stripper* and etc. Stamping press tool is a tool which is used in supporting “Building Stamping Tool PNJ Emblem”. Stamping mechanism with stamping method is used in the creation process of PNJ logo. After this press tool is tested in the experiment, the result shows that this press tool is able to create a metal plate in the plate processing processes in PNJ’s mechanical engineering workshop.

Keywords : *press tool*, *punch*, *dies*, *stripper*, and *stamping*.

## I. PENDAHULUAN

Kerja pelat merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan pada bengkel teknik mesin politeknik negeri jakarta yang dikhususkan untuk mahasiswa tingkat I. Hasil pekerjaan yang dilakukan oleh mahasiswa pada kerja pelat harus ditandai sebagai bukti pekerjaan tersebut telah selesai dilakukan. Saat ini tanda yang dipakai pada kerja pelat saat ini adalah hanya bertulisan PNJ. Oleh karena itu suatu tanda berupa Logo PNJ dibuat sehingga tanda ini selain digunakan sebagai bukti telah selesai pekerjaan pelat dan juga sebagai simbol kebanggaan sebagai mahasiswa politeknik negeri jakarta.

## II. TEORI DASAR

Perkakas tekan merupakan suatu alat yang membantu dalam produksi suatu produk yang dimana fungsinya untuk memotong dan membentuk benda yang dikerjakan. Pada umumnya benda kerja yang digunakan untuk perkakas tekan adalah berupa lembaran pelat logam. Pelat akan dibentuk dengan gaya tekan pada proses perkakas tangan. Perkakas tangan memiliki 2 prinsip kerja, yaitu *cutting tool* dan *forming tool*. Prinsip kerja yang akan digunakan pada proses “Perancangan Stamping Tool Logo PNJ” adalah *forming tool*.

Proses kerja pembentukan (*forming tool*) adalah:

- *Bending* adalah proses pembentukan atau penekukan plat dengan garis lurus.
- *Flanging* hampir sama dengan bending tapi tidak pada garis lurus.
- *Stamping* adalah proses pengecapan misalnya: uang logam, pengecapan tidak berakibat pada sisi lain.
- *Semi Pierching* adalah proses pengecapan yang berakibat pada sisi lain.
- *Deep Drawing* adalah proses penekukan plat sampai dalam.



- *Crimping* adalah proses penekukan plat sehingga hampir berbentuk pipa.
- *Curling* adalah proses pembentukan *circle* pada *plat*.
- *Collar Drawing* adalah proses pembuatan lubang pada plat yang telah mengalami proses *flaning*.

Proses yang akan digunakan dalam “**Perancangan Stamping Tool Logo PNJ**” adalah proses *Stamping*. Tenaga yang digunakan dalam proses rancang bangun ini adalah dengan menggunakan alat pon. Alat pon adalah suatu metode yang dimana gaya putar yang dikeluarkan akan diubah menjadi gaya tekan.

Konsep mekanisme perkakas tekan :

1. Mekanisme hidrolik

- Kelebihan : Mudah dioperasikan dan gaya yang dihasilkan sangat besar.
- Kekurangan : Biaya yang dikeluarkan sangat besar atau mahal.

2. Mekanisme Tuas

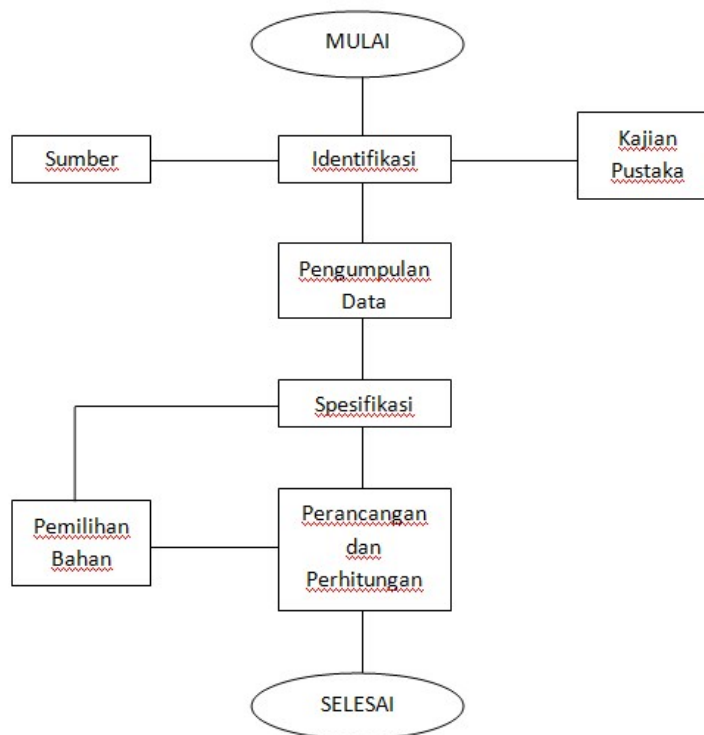
- Kelebihan : Biaya yang dikeluarkan kecil atau murah.
- Kekurangan : Gaya yang dihasilkan kecil.

3. Mekanisme Pon

- Kelebihan : Gaya yang dihasilkan besar dan dapat dibongkar pasang pada *press tool* lain.
- Kekurangan : Waktu untuk melakukan proses lebih lama disebabkan alat harus dipasang ke mesin pon (terpisah).

Dari konsep di atas yang digunakan sebagai mekanisme *stamping press tool* adalah mekanisme pon, karena mekanisme pon dapat menghasilkan gaya yang besar dan juga lebih praktis digunakan sebab dapat dibongkar pasang untuk dipasang pada *press tool* lain dan juga harga relatif lebih murah.

### III.METODOLOGI



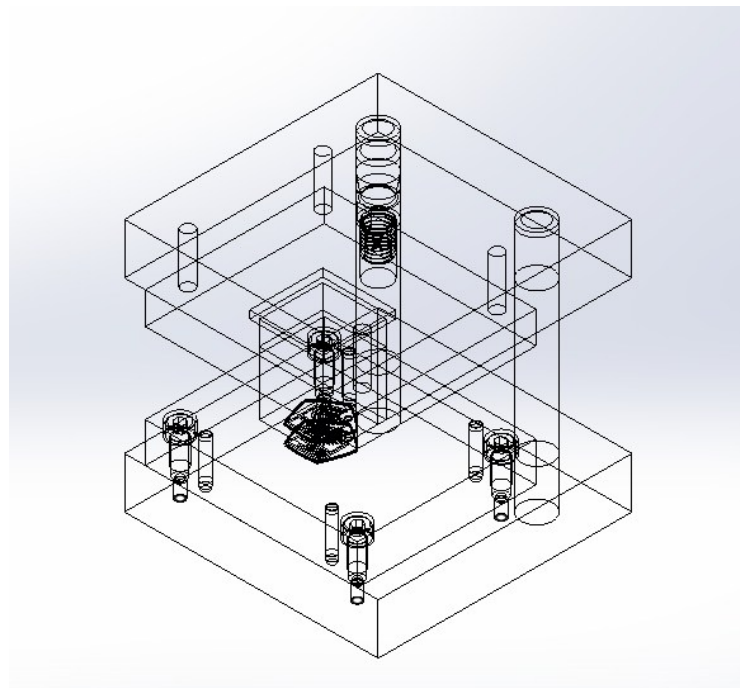
Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penjelasan diagram alir :

- Mulai : Sebelum identifikasi
- Identifikasi : Suatu kegiatan untuk menentukan langkah-langkah yang akan dilakukan saat melakukan perancangan alat.
- Pengumpulan : Tindakan untuk mengambil data yang akan digunakan untuk kajian pustaka.
- Penentuan spesifikasi : Kegiatan untuk menentukan ukuran, dimensi dan fungsi dari alat yang akan dibuat.
- Sumber : Referensi
- Pemilihan bahan : Kegiatan untuk menentukan bahan dari alat yang akan dibuat.
- Kajian pustaka : Sumber referensi yang sudah memiliki standar untuk perancangan alat.
- Perancangan dan perhitungan : Kegiatan untuk merealisasikan dari penentuan spesifikasi.

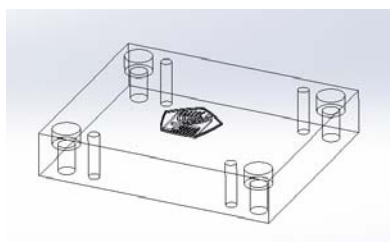
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Gambar Alat

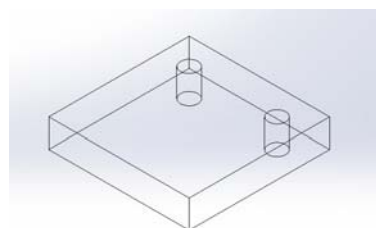


Gambar 2. *Stamping tool* logo PNJ

##### Komponen Alat



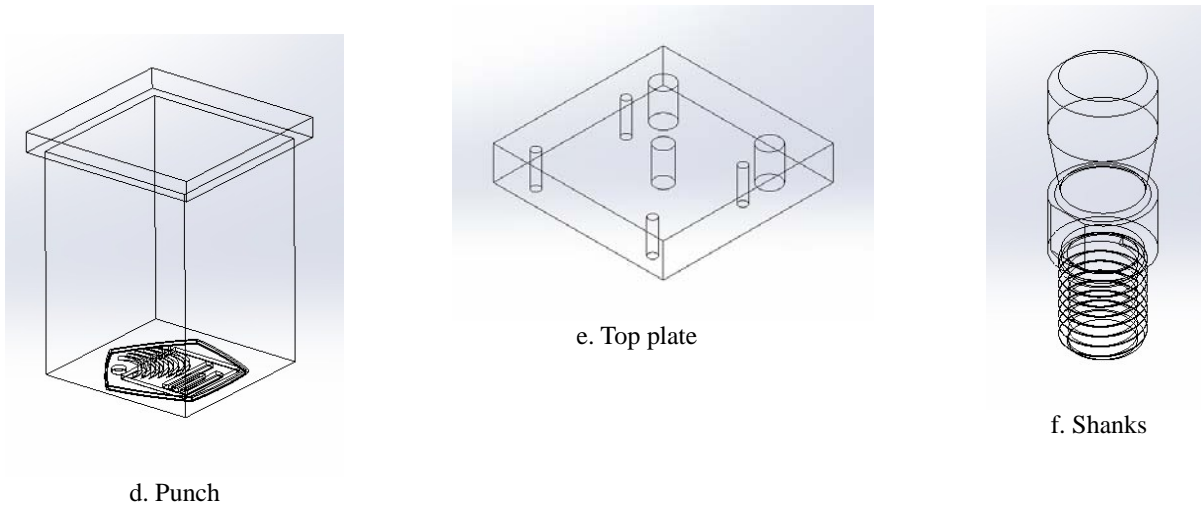
a. Bottom plate



b. Dies



c. Pillar

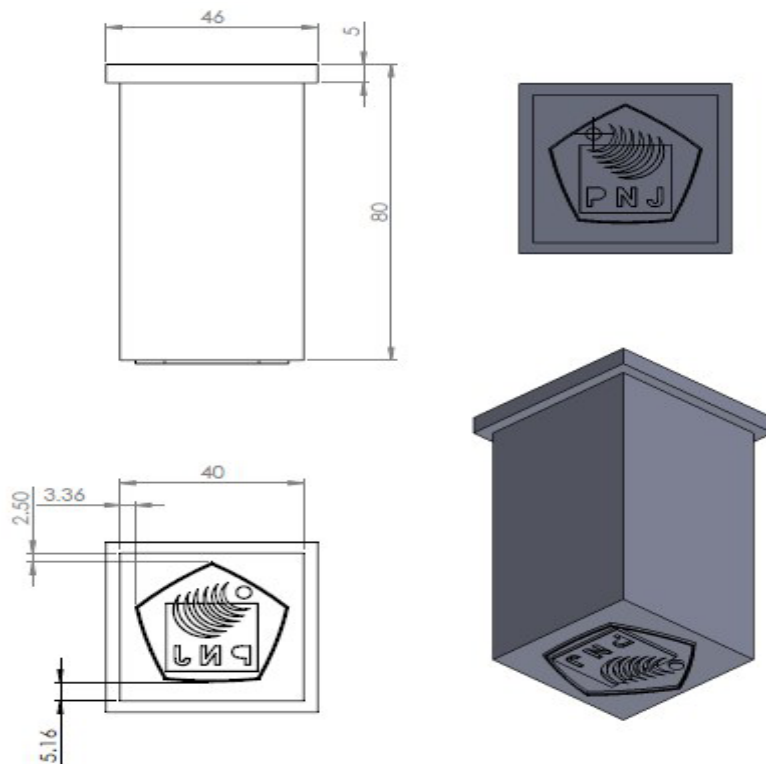


Gambar 3. Komponen *Stamping tool* logo PNJ

Penjelasan Komponen

- a. Tempat dudukan dies
- b. Terikat pada pelat bawah dan berfungsi sebagai pemotong dan sekaligus sebagai pembentuk.
- c. Mengarahkan unit atas, sehingga *punch* berada tepat pada *dies* ketika dilakukan penekanan..
- d. Untuk memotong dan membentuk material menjadi produk jadi
- e. Merupakan tempat dudukan dari *shank* dan *guide bush*
- f. Penghubung alat mesin penekan dengan pelat atas

2. Ukuran *Punch*



Gambar 4. Dimensi *punch*

*Punch* memiliki total dimensi panjang, lebar, dan tinggi (40x40x80)[mm], sedangkan dimensi logo yang dihasilkan adalah 35[mm]

### 3. Perhitungan Aksesoris

Luas dalam kotak 289.99 mm<sup>2</sup>

Luas dalam P 2.48 mm<sup>2</sup>

Luas dalam lingkaran 8.81 mm<sup>2</sup>

Luas segilima 50.74 mm<sup>2</sup>

Tegangan tarik ST 37 37Pascal = 37-45 kg/mm<sup>2</sup>

Gaya yang dibutuhkan untuk MenStamping = 15,840.9 kg = 15.84 ton (bisa)

### 4. Keunggulan Alat Dibanding yang Lain

Alat yang akan kami buat mempunyai fungsi sebagai mesin pencetak (*stamping*) Logo PNJ. Dibanding alat yang sudah ada di PNJ. Alat kami menghasilkan *output* Logo PNJ bukan sekadar tulisan PNJ, yang dapat menjadi simbol kebanggaan bagi mahasiswa setelah mengerjakan tugas khususnya pada mata kuliah kerja *plat*.

## V. KESIMPULAN

- Perkakas tekan ini mampu mencetak logo dan tulisan
- Spesifikasi alat ini adalah 198 x 160 x 160 [mm<sup>3</sup>] menggunakan bahan *punch* DF3 dan *dies* ST37 mampu membuat logo dalam pelat maksimum [mm]
- Bahan atau material yang dipakai untuk *punch* DF3 dan *dies* ST37 Rancang Bangun yang kami buat diharapkan dapat bermanfaat.
- Keunggulan alat ini adalah mampu mencetak logo dan tulisan PNJ, sedangkan alat yang sudah ada hanya mampu mencetak tulisan PNJ
- Ketebalan plat yang dapat dicetak oleh perkakas tekan ini ialah 0.8 [mm]

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Takei, Hideo. 1982. *Die Structure and Design*. Nagoya International Training Center. Japan.
- [2] Khurmi, R. S. 1984. *Strenght Of Material*. S. Chad and Company Ltd, New Delhi.
- [3] Luchsinger, H. R. 1984. *Tool Design 2*. Institut Teknologi Bandung (Proyek Politeknik Mekanik Swiss), Bandung.
- [4] Sato, G. Takhesi and N. Sugiharto. 1996. *Menggambar Teknik Menurut Standar ISO*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [5] Singer, Ferdinand L, Andrew Pytel & Ir. Darwin Sebayang. 1995. *Ilmu Kekuatan Bahan*. Erlangga, Jakarta.
- [6] Sularso & Sugo. 2002. *Elemen Mesin*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.



## Rancang Bangun Jig and Fixture Pelepas dan Pemasang Cutter CNC 3 Axis Secara Universal

Ari Maulana ; Daniel Roy Jusanto ; Muhammad Firdaus ; Wahyu Ristianto ; Budi Yuwono

Teknik Mesin Politkenik Negeri Jakarta

[mohh.firdaus@gmail.com](mailto:mohh.firdaus@gmail.com)

### Abstrak

Alat ini bekerja dengan cara memanfaatkan sumbu putar dan baut pengunci rel untuk mengunci pergerakan body jig pada sudut tertentu sehingga memudahkan dalam memasang atau melepas cutter milling CNC. Tujuan rancang bangun ini dibuat untuk untuk memaksimalkan kerja praktikum dan meminimalisir kerusakan cutter milling CNC pada saat praktikum di bengkel Politeknik Negeri Jakarta.

Komponen alat ini terdiri dari body jig, pengunci, cover body samping, baut sumbu putar, bottom plate, dan baut pengunci rel.

Metode rancang bangun ini yang pertama adalah identifikasi masalah dengan lingkup bengkel teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta, mendesign dan menentukan bahan apa saja yang cocok digunakan berdasarkan syarat pembuatan jig and fixture dari modul Asep Indra Komara, S.T., M.T., Dasar Pembuatan Jig and Fixture, 1998.

Rancang bangun jig and fixture ini pada dasarnya lebih efektif dan efisien karena bisa melepas dan memasang cutter milling CNC dengan poisisi yang bisa disesuaikan, dan design yang dibuat lebih sederhana sehingga harga bahan dan biaya pembuatannya akan lebih murah.

Bahan yang digunakan untuk body jig adalah S 45 C yang berstandar JIS dikarenakan spesifikasi bahan S 45 C tidak melebihi bahan side lock adaptor, sehingga tidak menyebabkan kerusakan pada side lock adaptor saat membuka atau memasang cutter milling CNC. Bahan pendukungnya lainnya menggunakan ST 41 dikarenakan harganya yang murah dan mudah didapatkan.

Kata kunci: Jig and Fixtue, mesin CNC 3 Axis, sumbu putar.

### Abstract

This tool works by make use of turning axis and rail locking bolt to lock the motion of jig's body in specific axis, so that can be simpfily for set up and realeas CNC milling cutter. The objective of this build and design is maximize work and minimize broken of milling cutter when practic in workshop of State Polytechnic of Jakarta

The part of this tool consist of the component body jig, locker, side body cover, swivel axis bolt, bottom plate, and the bolt locking rail.

The methods of this build and design , the first is identification of problem in Mechanical Engineering workshop of State Polytechnic of Jakarta, designing, and make certain about the material which is suitable based on requirement of making jig and fixture from Asep Indra Komara, S.T., M.T., Dasar Pembuatan Jig and Fixture moduls (1998).

This designing and buildng jig and fixture basicly more effective and efficient, because it can release and set up in any suitable position , and design are made simpler so that the price of materials and manufacturing costs will be cheaper.

The material used for jig's body is S 45 C, the standard is JIS. Because of spesificarion S 45 C material not exceed the material side lock adaptor , so it's not caused broken of side lock adaptor when releasing or setting up CNC milling cutter. Another supporting material use ST 41, because of the price is cheap and easy to obtained

Keywords : Jig and Fixture, CNC machine 3 axis, turning axis.

## I. PENDAHULUAN

Keadaan bengkel Teknik Mesin di Politkenik Negeri Jakarta yang saat ini masih belum mampu untuk melengkapi alat-alat pembantu (penunjang) dalam proses pembelajaran mahasiswa, disebabkan karena harga yang cenderung mahal dari alat-alat penunjang tersebut. Alat-alat penunjang ini sebenarnya sangat mampu untuk membantu produktifitas pada saat praktikum dan meminimalisir kerusakan peralatan-peralatan pada saat praktikum.

Untuk mengatasi masalah tersebut, penulis mencoba membantu dalam melengkapi salah satu alat penunjang tersebut untuk digunakan di bengkel teknik mesin Politeknik Negeri Jakarta, yaitu sebuah alat bantu untuk pelepasan dan pemasangan *cutter* pada mesin *CNC milling* yang biasanya disebut "*Jig*

and Fixture". Karena apabila *cutter CNC milling* dibuka langsung pada mesin, akan menyebabkan kerusakan pada *spindle* mesin *CNC* tersebut.

Salah satu alasan penulis untuk merancang *jig and fixture* dengan sedemikian rupa yaitu agar dapat dibuat dengan sangat mudah, sehingga akan berguna terhadap keamanan tambahan bagi operator serta untuk membantu dalam suatu pekerjaan tertentu.

Kenggulan alat yang penulis buat ini dapat melepas dan memasang *cutter CNC milling* secara vertikal dan horizontal secara sekaligus dalam satu alat. Dibandingkan dengan *Jig and Fixture* yang telah ada sebelumnya, yang hanya memiliki satu fungsi saja, yakni membuka *cutter CNC milling* secara vertikal / horizontal saja.

## II. TEORI

*Jig* adalah alat bantu untuk mengontrol dan mengarahkan alat potong dalam suatu proses pembentukan benda kerja. Sedangkan *fixture* adalah alat yang berfungsi untuk memegang, melokasikan benda kerja pada posisi tertentu dan menjamin agar benda kerja tetap pada posisinya. Dengan demikian *Jig and fixture* merupakan "perkakas bantu" yang berfungsi untuk memegang atau mengarahkan benda sehingga proses manufaktur suatu produk dapat lebih efisien, karena tidak merusak mesin.<sup>[1]</sup>

### A. Tujuan Pembuatan Jig and Fixture[3]

- 1) Aspek teknis / fungsi :
  - Mendapatkan ketepatan ukuran
  - Mendapatkan keseragaman ukuran
- 2) Aspek ekonomis :
  - Mengurangi ongkos produksi dengan memperpendek waktu proses
  - Menurunkan ongkos produksi dengan pemakaian operator bukan ahli
  - Meningkatkan efisiensi penggunaan alat / mesin
  - Mengurangi waktu inspeksi dan alat ukur
- 3) Aspek sosial / keamanan :
  - Mengurangi beban kerja fisik operator
  - Mengurangi resiko kecelakaan kerja

### B. Pertimbangan Pembuatan Jig and Fixture

- 1) Tuntutan penanganan / pengoperasian :
  - *Jig and Fixture* harus dapat dioperasikan dengan mudah dan cepat meskipun oleh orang awam sekalipun
  - Elemen operasi mudah dikenali dan dimengerti cara kerjanya
  - Perlu dipertimbangkan aspek pengguna, misalnya wanita untuk pertimbangan berat, alat bantu khusus jika menggunakan operator cacat
- 2) Tuntutan Fungsi :
  - Waktu proses sebelum penggunaan *Jig and fixture* yang panjang dapat berkurang secara nyata.
- 3) Tuntutan Konstruksi :
  - Optimalisasi penggunaan elemen standar
  - Rancangan hendaknya logis dan tidak berlebihan (*over design*)
  - Penggunaan elemen yang lepas pasang mempertimbangkan waktu penanganan
  - *Jig and fixture* yang bergerak / berputar hendaknya diseimbangkan terlebih dahulu
  - Penggunaan elemen untuk pengunci pada alat perlu dipertimbangkan secara matang
- 4) Tuntutan Keamanan :
  - Aspek umum keselamatan di tempat kerja diperhatikan

- Pengamanan terhadap kegagalan sumber tenaga pencekaman
- Keamanan terhadap benda kerja akibat kesalahan peletakan, pencekaman, dan saat proses

### C. Aspek Teknis Pembuatan Jig and Fixture

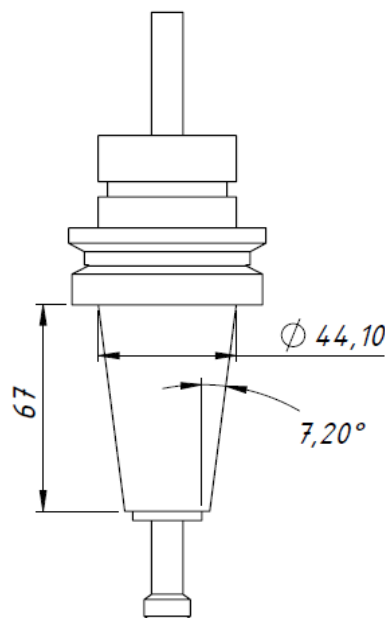
Untuk menghasilkan peralatan penepat yang baik, tentu terdapat sejumlah persyaratan teknis yang perlu dipenuhi, yaitu :

- 1) Peletakan benda kerja
- 2) Pencekaman
- 3) Penanganan
- 4) Kelonggaran (*clearance*)
- 5) Kekakuan / Stabilitas
- 6) Bahan (Material)
- 7) Toleransi

## III. METODE RANCANG BANGUN

Pada tahap pertama yang dilakukan adalah mencari ide untuk pembuatan alat, diambil dari kekurangan-kekurangan peralatan penunjang yang ada di Bengkel Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Setelah didapat alat apa yang akan dibuat maka dilakukan survei penentuan bahan apa yang diperlukan untuk pembuatan *Jig dan Fixture* untuk Mesin *CNC Milling* perlu dipilih suatu material yang mempunyai karakteristik yang baik sesuai dengan peruntukannya, misalnya keras, elastisitasnya tinggi.

Tahap selanjutnya pembuatan *design* dari rancangan, dalam *design* diperlukan spesifikasi untuk body jig berdasarkan arbor yang tersedia di bengkel Politeknik Negeri Jakarta. *Cutter cnc milling* yang dipilih adalah *cutter milling* untuk jenis mesin Okuma OSP P-200 M-R. Arbor yang penulis gunakan dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Spesifikasi arbor mesin CNC Milling Okuma OSP P-200M-R

Langkah terakhir, adalah menentukan mesin apa saja yang akan digunakan pada proses pembuatan *Jig dan Fixture*. Pada pembuatan *Jig and fixture* ini, penulis menggunakan beberapa mesin diantaranya :

- 1) wire cut
- 2) cnc milling 3 axis



- 3) Frais
- 4) bor
- 5) bubut.
- 6) Gerinda
- 7) Tap

Untuk menemukan indikator masalah yang ada pada alat, penulis melakukan survei langsung di lapangan, mengambil referensi dan data dari buku-buku maupun internet, serta menentukan pemecahan masalah, membuat rancangan alat, proses pembuatan, hingga pengujian terhadap alat tersebut.

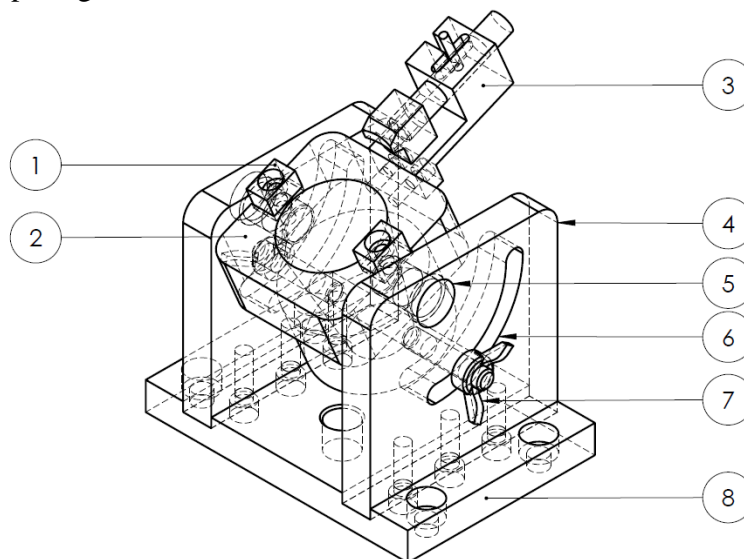
#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Jig and Fixture* ini berfungsi untuk melepas dan memasang cutter *CNC milling* secara vertikal dan horizontal secara sekaligus dalam satu alat, selain itu alat ini dilengkapi dengan pengikat yang berfungsi sebagai penahan arbor pada saat dipasang ke alat agar arbor tidak jatuh atau slip saat *cutter milling CNC* dilepas.. Dibandingkan dengan *Jig and Fixture* pelepas dan pemasang cutter *CNC milling* yang telah ada sebelumnya, yang hanya memiliki satu fungsi saja, yakni membuka *cutter CNC milling* secara vertikal / horizontal saja. alat ini akan lebih efisien dalam penggunaannya. *Jig and fixture* yang sudah ada sebelumnya dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Jig and Fixture yang sudah ada di bengkel Politeknik Negeri Jakarta

Kekurangan dari *jig and fixture* yang sudah ada sebelumnya yaitu beratnya yang mencapai 20 [kg] dibandingkan dengan yang penulis buat hanya 5 [kg]. dikarenakan bahan yang digunakan volumenya lebih banyak, maka biaya yang dikeluarkan juga cukup besar. Untuk design yang penulis buat lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rancangan *Jig and Fixture* pelepas dan pemasang *cutter milling CNC* secara universal

Berikut komponen-komponen dari *jig and fixture* ini sesuai Gambar 3.

- 1) Sidelock adaptor, digunakan untuk mengunci perputaran arbor saat dilakukan pelepasan atau pemasangan *cutter milling CNC*.
- 2) Body Jig, yang digunakan untuk meletakkan arbor agar mudah dalam penguncian dan pada saat memasang atau melepas *cutter milling*.
- 3) Pengunci, yang berfungsi untuk mengunci arbor saat sudah dipasang pada body sehingga saat memasang atau melepas *cutter milling* arbor tidak akan terlepas pada body.
- 4) Cover body samping, digunakan untuk memasang body jig tempat kedudukan arbor, rel, dan sumbu pemutar body jig.
- 5) Baut sumbu putar, yang digunakan sebagai sumbu putar body jig saat akan diatur pada sudut tertentu.
- 6) Rel, digunakan untuk pergerakan body jig pada sudut tertentu sehingga memudahkan dalam pelepasan atau pemasangan arbor *cutter milling*.
- 7) Bottom plate, digunakan untuk meletakkan komponen-komponen pada point sebelumnya.
- 8) Baut pengunci rel, yang digunakan untuk menyesuaikan posisi jig/mengunci body jig saat sudah diatur pada sudut tertentu.

Bahan yang digunakan untuk *membuat jig and fixture* :

- A. Bahan S 45 C untuk body *jig* yang berstandar JIS dipilih dengan pertimbangan dan alasan sebagai berikut :
  - 1) Kekerasan dan Spesifikasi bahan S 45 C tidak melebihi bahan *side lock adaptor*.dikarenakan apabila spesifikasi dan kekerasannya melebihi *side lock adaptor*, maka akan merusak *side lock adaptor* tersebut.
  - 2) Bahan S 45 C mudah didapatkan di pasaran.
- B. Untuk bahan *side lock adaptor* adalah 40Cr steel atau sama dengan SCr440 berstandar JIS. Berikut merupakan perbandingan kekuatan antar S 45 C dan SCr440 berstandar JIS.
  - 1) Kekerasan  
SCr440 = 52 HRC  
S 45 C = 44 HRC
  - 2) Kuat Tarik  
SCr440 = 1905 Mpa  
S 45 C = 569 Mpa
- C. Bahan ST 41 untuk bahan pendukung lainnya, seperti pengunci, cover bodi samping, dan *bottom plate* dipilih karena mudah di dapatkan di pasaran.  
Cara penggunaan alat :
  - 1) Atur posisi bagian body dimana tempat arbor akan diletakkan sesuai dengan keinginan, yaitu secara vertikal maupun horizontal ataupun dengan sudut tertentu.
  - 2) Jika posisi *body* telah sesuai dengan sudut yang diinginkan, atau secara horizontal/vertikal maka kencangkan pengunci *body jig*.
  - 3) masukan arbor *CNC Cutter milling* ke dalam body jig.
  - 4) Kunci arbor dengan pengunci yang telah dipasang di sisi luar arbor, sehingga arbor tidak terlepas ketika proses membuka atau pemasangan *Cutter CNC milling* tersebut.
  - 5) Proses untuk pasang *cutter CNC milling* pada arbor hampir sama dengan proses pelepasan *cutter CNC milling*.

## V. KESIMPULAN

Dari penulisan artikel ini penulis mendapatkan kesimpulan :

1. *Jig and Fixture* yang penulis buat lebih efisien dalam penggunaannya karena bisa digunakan untuk melepas dan memasang *cutter CNC milling* secara vertikal dan horizontal secara sekaligus dalam satu alat.
2. Bahan yang diperlukan untuk membuat *jig and fixture* lebih sedikit, karena volume berat *jig and fixture* hanya 5 kg.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fatahul Arifin, S.T., Dipl., Eng. EPD **Perencanaan Alat Penepat dan Press Tool Created.**, MengSc 2008
- [2] Robert O. Parmley, P.E., **Design Manual Jigs and Fixture** Second Edition, 1976
- [3] Asep Indra Komara, S.T., M.T., **Dasar Pembuatan Jig and Fixture**, 1998
- [4] Henriksen, Erik K. **Jig and Fixture Design Manual**. New York, N.Y.: Industrial Press Inc. 1973.

## Merancang Transmisi dengan Metode Release Guna Meningkatkan Nilai Efisiensi pada Mobil Listrik

Adilyansyah Trisetya; Ibnu Ghofur; Sunarto  
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.  
[adilyansyah@gmail.com](mailto:adilyansyah@gmail.com); [ibnu\\_ghofur@y7mail.com](mailto:ibnu_ghofur@y7mail.com)

### Abstrak

Penggunaan sistem transmisi merupakan hal yang wajib untuk kendaraan bermotor. Maka dari itu, dalam artikel penelitian ini dikembangkan sebuah transmisi mobil listrik yang menggunakan motor Brush Less Direct Current (BLDC) 48Volt sebagai pemindah daya. Motor BLDC ialah penggerak yang minim polusi karena energi yang digunakan adalah energi listrik, sehingga kenyamanan pengemudi tetap terjaga karena tidak terdapat kebisingan dan juga ramah lingkungan.

Transmisi ini diharapkan mampu menghasilkan efisiensi yang besar pada kecepatan rata-rata kendaraan 30km/jam. Pengembangannya meliputi sistem penggerak yang menghubungkan motor listrik dengan poros pada roda. Kelebihan dari transmisi prototipe mobil ini terletak pada penggunaan metode release dengan kopling yang berfungsi untuk mengurangi gaya gesek yang terjadi pada saat prototipe mobil ini berjalan.

Metode release dengan kopling diaktifkan pada kecepatan maksimal 40 km/jam dengan cara melepas pedal gas hingga kecepatan mobil 25 km/jam. Proses ini dilakukan berulang-ulang, sehingga akan didapat kecepatan rata-rata sekitar 30 km/jam. Spesifikasi motor yang digunakan memiliki daya 500w 48v, torsi maksimal 8,18 Nm pada 757 rpm. Torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan mobil 200kg sebesar 9,3 Nm, dan rpm yang dibutuhkan untuk melaju pada kecepatan 40km/jam sekitar 400rpm. Dari hasil pengujian di dapatkan kesimpulan bahwa metode release dengan kopling akan menaikkan efisiensi sebesar 33%. Prototipe transmisi mobil listrik yang dirancang di harapkan dapat terus menerus dikembangkan pada kemudian hari dan menjadi alternatif transportasi hemat energi di masa yang akan datang.

Kata kunci : Mobil Listrik, Motor BLDC, Transmisi, Release, Kopling

### Abstract

The use of the transmission system is a required thing for vehicles. Therefore, in this research article, developed an electric vehicle transmission using Brush Less Direct Current (BLDC) motor 48 Volt as a power transfer. BLDC motor is an activator that have minimal pollutants because the energy used is electrical energy, thus the comfortable of the driver is still maintained because there is no noise and also environmentally friendly.

This transmission is expected capable to produce a large efficiency on average vehicle speed 30 km / hour. Its development involve the drive system that connect the electric motor to the spindle on the wheel . The advantage of this prototype car located at using release method with clutch to reduce the frictional forces that occurs when this prototype car is running.

The release method with clutch will be activate at a maximum speed 40 km / hour by release the accelerator pedal until the speed of the vehicle 25 km / hour. This process is conducted repeatedly, so the average speed will be obtained about 30 km / hour. The specification of the motor have 500w 48v power, maximum torque 8,18 Nm at 757 [rpm]. The torque that be required to propel the vehicle with 200 kg weight is 9,3 Nm and the rpm that needed to drove at 40 km/hour is about 400 [rpm]. From the testing result obtained the conclusion that release clutch method will be increase the efficiency for 33%. Prototype electric vehicle which is designed were expected would be developed continuously in the future and become the alternative efficient energy transportation in the future.

Keywords : Electric Vehicle, BLDC Motor, Transmission, Release, Clutch

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

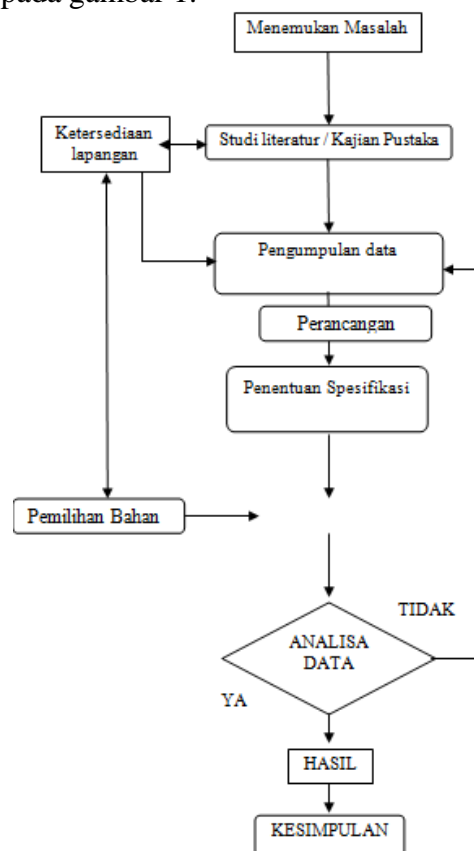
Krisis energi sudah menjadi permasalahan di Indonesia bahkan hampir di seluruh Negara di dunia. Persediaan bahan bakar sebagai sumber energy yang semakin menipis, menuntut kita untuk berpikir mencari solusi terbaik agar dapat menuntaskan masalah tersebut. Berbagai Negara telah melakukan upaya untuk menanggulangi krisis tersebut, diantaranya dengan melakukan riset riset untuk menghematan pemakaian bahan bakar dengan menciptakan alat-alat yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar . Seluruh perusahaan yang bergerak di bidang otomotif pun seolah berlomba untuk menghasilkan produk yang mampu menghemat pemakaian bahan bakar. Upaya penghematan bahan bakar dapat dilakukan dengan memodifikasi atau membuat teknologi baru.

Mahasiswa sebagai *agent of change* hendaknya juga dapat turut berpartisipasi aktif dalam upaya penanggulangan krisis energi yang telah melanda dunia termasuk Indonesia melalui aksi nyata yang diwujudkan dalam sebuah kreatifitas demi menjawab tantangan energi masa depan dimana seluruh alat transportasi yang digunakan haruslah hemat bahan bakar, dan ramah lingkungan tentunya.

Atas dasar itu dibentuklah penelitian untuk mengembangkan transmisi pada mobil listrik. Penelitian ditujukan untuk meningkatkan efisiensi pada mobil listrik pada kecepatan rata rata 30km/jam pada kompetisi mobil hemat energi, yang kemudian akan bermanfaat sebagai sumber dan referensi untuk pengembangan sistem transmisi pada mobil listrik.

## II. METODE RANCANGAN

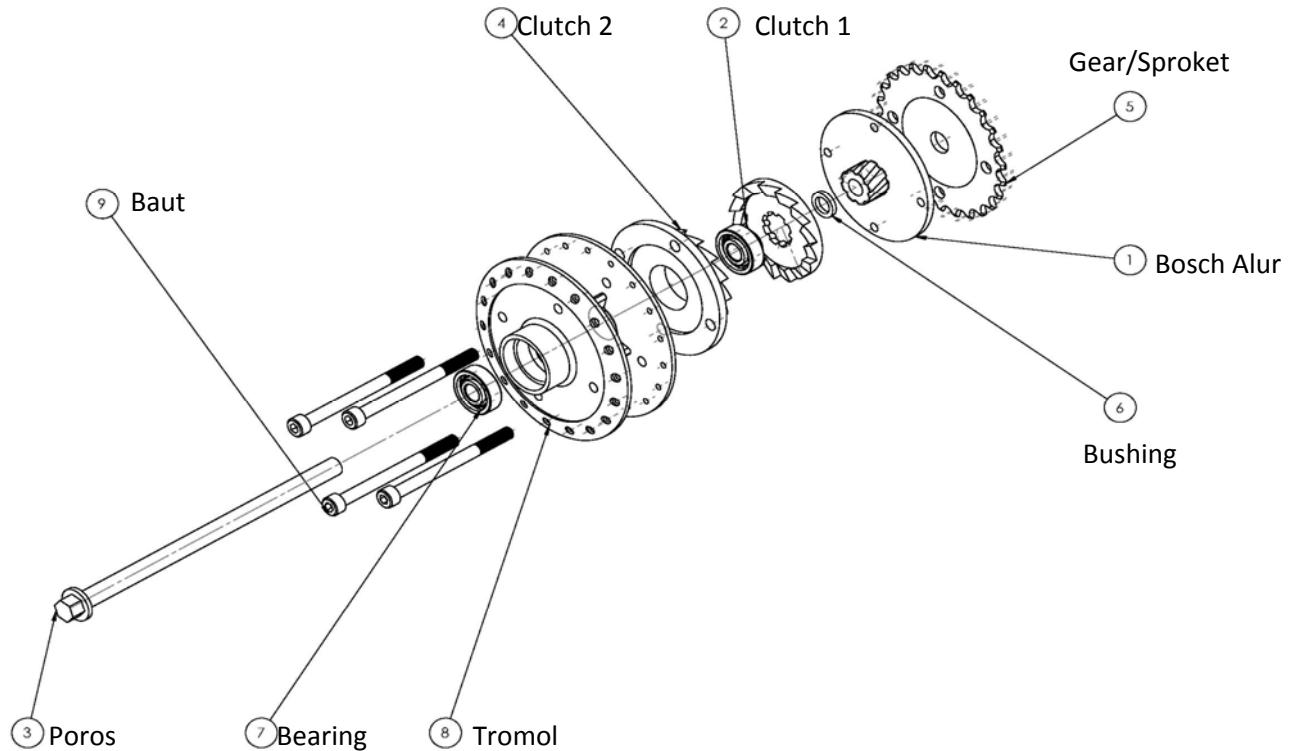
Secara lengkap proses desain hingga menjadi gambar kerja yang siap untuk difabrikasi dapat dilihat pada bagan yang terdapat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir perancangan

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk dapat mewujudkan tranmisi dengan metode release ini diperlukan beberapa bahan yang tentunya berhubungan serta merupakan hal yang wajib ada pada penelitian tugas akhir ini. Studi ini dilakukan secara eksperimental, adapun langkahnya dimulai denga merakit semua bahan sesuai dengan tempat peletakannya hingga mobil listrik siap untuk digunakan, kemudian jalankan mobil listrik dengan perlahan, ketika kecepatan mobil listrik mencapai kecepatan 40 km/jam driver akan melepas gas, secara bersamaan metode release pun aktif , hingga kecepatan turun kembali 25 km/jam. Proses ini diulang sehingga kecepatan rata-rata 30 km/jam. Rancangan system transmisi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Assembly Sistem Transmisi

**Keterangan :**

Daya dari Prime mover diteruskan menggunakan rantai hingga ke **Gear/ Spoket** (nomor bagian 5). Sproket secara bersamaan dengan **Bosch alur** (nomor bagian 1) ikut berputar bersama **Clutch 1** (nomor bagian 2). Clutch dirancang hanya memungkinkan berputar satu arah pada saat pengemudi menjalankan kendaraan yang memanfaatkan fungsi alur dari Bosch alur, sehingga pada bagain clutch 1 dan **Clutch 2** (nomor bagian 4) akan tekoneksi jika Daya dari Prime yang di kendalikan oleh pengemudi dalam keadaan jalan maju. Clutch 2 secara bersamaan ikut memutar **Tromol** (nomor bagian 8) karena terdapat **Baut** (nomor bagian 9) untuk mengikat antara Tromol dan Clutch 2. Penggunaan **Bearing** (nomor bagian 7) tidak lupa digunakan untuk mengurangi koefisien gesek yang terjadi antara **Poros** (nomor bagian 3) dan Tromol, serta digunakan **Bushing** (nomor bagian 6) sebagai media dudukan dari Poros.

**Nama dan Fungsi :**

1. Bosch Alur = Sebagai pengarah putaran clutch, untuk mengaktifkan dan menonaktifkan fungsi clutch
2. Clutch 1 = Sebagai pemindah tenaga dari penggerak menuju clutch 2
3. Poros = Sebagai penopang roda ataupun komponen lainnya [3]
4. Clutch 2 = Sebagai penerima tenaga dari clutch 1
5. Gear Clutch = Sebagai pemindah tenaga dari motor penggerak
6. Bushing = Sebagai tumpuan poros
7. Bearing = Mengurangi koefisien gesek antara poros dan tromol [1]
8. Tromol = Penghubung antara poros dan roda
9. Baut = Sebagai pengikat antara tromol dan clutch

**Spesifikasi mobil listrik yang digunakan :**

- Bobot total = 200 [Kg] ; front 65 [Kg] ; rear 135 [Kg]
- Ban = diameter 17 [inch]
- Jenis Motor : Motor BLDC  
Daya motor : 500 watt  
Voltage : 48 volt

Torsi : 8,180 [Nm] pada rpm 757,158 rpm

Kecepatan maksimal yang dikehendaki yaitu 40 km/jam, dan kecepatan 25 km/jam. untuk menentukan kecepatan yang dikehendaki, diperlukan RPM roda sebagai berikut :

Diketahui : D velg = 17", t ban = 5 cm

$$\begin{aligned} \text{Maka : D roda} &= D \text{ velg} + (2 \times t \text{ ban}) \\ &= 17'' + 10 \text{ cm} \\ &= 43 + 10 = 53 \text{ [cm]} \approx 0,53 \text{ [m]} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling Roda} &= \pi \times D \\ &= \pi \times 53 \text{ cm} \\ &= 166,5 \text{ [cm]} \end{aligned}$$

Menentukan RPM pada kecepatan 40 km/jam dan 25 km/jam :

$$\frac{v \times 100.000}{60 \times R \text{ Roda}}$$

RPM pada kecepatan 40 km/jam:

$$= \frac{40 \times 100.000}{60 \times 166,5}$$

$$= 400,4 \text{ [rpm]}$$

RPM pada kecepatan 25 km/jam:

$$= \frac{25 \times 100.000}{60 \times 166,5}$$

$$= 250,25 \text{ [rpm]}$$

Dari perhitungan diketahui bahwa untuk mencapai kecepatan 40 km/jam di butuhkan spesifikasi motor minimal 400,4 [rpm].

Untuk menentukan ratio gear yang akan digunakan, perlu diketahui torsi motor yang digunakan untuk menggerakkan mobil tersebut, adalah sebagai berikut :

Diketahui :

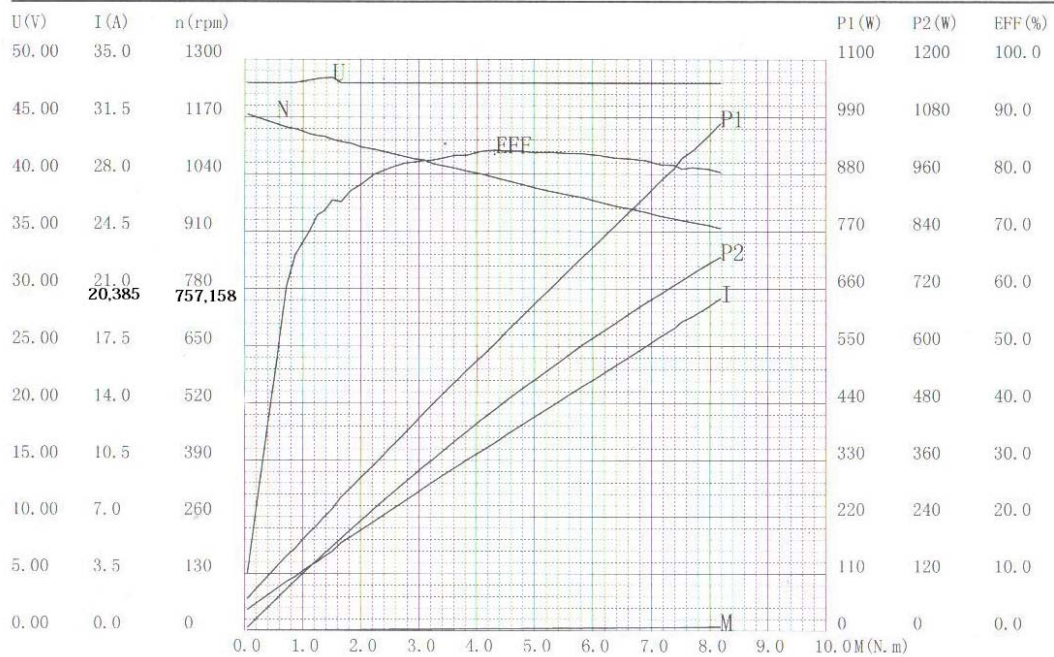
- Bobot total = 200 [Kg] ; front 65 [Kg] ; rear 135 [Kg]  
Karena sistem penggerak berada di belakang maka di ambil bobot bagian belakang 135 [kg] atau setara 1350 [N]
- Diameter roda : 0,53 [m]
- 0,013 = Koefisien hambatan gelinding pada aspal [2]

Torsi yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} \tau &= F \cdot L \\ &= (1350 \times 0,013) \cdot 0,53 \\ &= 9,3 \text{ [Nm]} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas kita ketahui bahwa, untuk mencapai menggerakkan mobil listrik dengan bobot yang terlampir dibutuhkan spesifikasi torsi motor 9,3[Nm].

Setelah data rpm dan torsi yang dibutuhkan dapat maka dapat ditentukan perbandingan rasio gear dengan mengetahui rpm dan torsi pada penggerak maupun yang di gerakan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik Performa Motor

Diketahui dari grafik diatas spesifikasi motor yang dimiliki mempunyai

Torsi = 8,180 [Nm] pada rpm 757,158

Diketahui pula setelah melakukan perhitungan torsi dan rpm yang di butuhkan :

Torsi = 9,3 [Nm]

Rpm = 400,4 [rpm]

Dari keterangan diatas dapat disimpulkan untuk mencapai kecepatan yang diinginkan, digunakan rasiogigi dengan persamaan berikut :

$$\frac{N1}{D1} = \frac{N2}{D2}$$

$$\frac{757}{D1} = \frac{400}{D2}$$

$$\frac{D1}{D2} = \frac{75,7}{40}$$

$$\frac{D2}{D1} = 1,89$$

Jika dilihat dari hasil ini maka perbandingan gear

1: 1,89 maka di buatkan untuk mencocokkan ketersediaan barang menjadi 15 : 28

15 (Gear depan shogun)

28 (Gear custom yamaha)

Jadi dapat di estimasikan kecepatan mobil adalah sebagai berikut :

$$V = n \times \frac{\text{Gear depan}}{\text{Gear Belakang}} \times \text{kelling roda}$$

$$= 757 \times \frac{15}{28} \times 166,5 \text{ cm}$$

$$= 405,5 \text{ rpm} \times 1,665 \text{ m}$$

$$= 675,21 \text{ rpm} \times \frac{60}{1000}$$

$$= \frac{40518,02}{1000}$$

$$= 40,513 \text{ km/jam}$$



Jadi dapat diketahui hasil kecepatan maksimal mobil listrik secara teoritis adalah = 40,513 km/jam. Untuk menentukan besar presentase meningkatkan efisiensi, berdasarkan hasil uji coba perbandingan antara penggunaan kopling maupun belum menggunakan kopling sebagai berikut :

Belum menggunakan kopling : Kendaraan dipacu hingga kecepatan 40 km/jam, kemudian pengemudi melakukan lepas gas, tanpa menggunakan kopling hingga kecepatan 25 km/jam, didapatkan data 0-40 km/jam membutuhkan waktu 23 detik dan menempuh 190 meter, 40-25 membutuhkan waktu 10 detik dan menempuh 83 meter

Sesudah menggunakan kopling : Kendaraan dipacu hingga kecepatan 40 km/jam, kemudian pengemudi melakukan lepas gas, dengan menggunakan kopling hingga kecepatan 25 km/jam, didapatkan data 0-40 km/jam membutuhkan waktu 23 detik dan menempuh 190 meter, 40-25 membutuhkan waktu 15 detik dan menempuh 125 meter

Metode	Hasil waktu tempuh (40-25) km/jam	Hasil jarak tempuh (40-25) km/jam
Belum menggunakan kopling	10	83
Menggunakan kopling	15	125

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perbedaan jarak tempuh dengan metode kopling

$$\frac{125 - 83}{125} \times 100\% = 33\%$$

Maka dengan menggunakan metode kopling efisiensi meningkat 33%

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Metode release bekerja pada kecepatan 40 km/jam dan berhenti bekerja saat kecepatan 25 km/jam
- Rpm pada kecepatan 40 km/jam ialah 450,45 [rpm] dan pada kecepatan 25 km/jam ialah 250,25 [rpm]
- Peningkatan efisiensi yang didapat dengan metode kopling ini ialah 33%

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khurmi,R.S dan Gupta, J. K. 1991. "A *Teks Books of Machine Design. New Delhi*" : Eurasia Publising house (Ovt) LTD.
- [2] Santin J.J et.al, 2007
- [3] Sularso dan Suga, K. 2004. "*Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*". Jakarta: PT. Pradnya Pratama.
- [4] Thomas D, Gillispie. 1994. Dari "*Fundamentals of Vehicle Dynamic, Society of Otomotif Engineers Inc*".Warrendale
- [5] [http://id.wikipedia.org/wiki/Mobil\\_listrik](http://id.wikipedia.org/wiki/Mobil_listrik)

Perancangan Pencekam Welding Jig Rotary Front Frame

Rico Paulus Gultom ; Tri Santoso ; Sidik Ruswanto  
Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
Email : [ricogultom22@yahoo.com](mailto:ricogultom22@yahoo.com) , [trisanseven@gmail.com](mailto:trisanseven@gmail.com)

**Abstrak**

Welding Jig rotary adalah alat bantu permesinan untuk mempermudah proses pengelasan menggunakan robot. Proses pengelasan rangka motor akan lebih cepat dan akurat dengan menggunakan welding jig rotary sehingga akan meningkatkan proses produksi dan mengurangi kesalahan dalam proses pengerjaan.

Perancangan pencekaman pada Welding Jig Rotary Front Frame dimulai dari melakukan studi literatur agar mengetahui prinsip-prinsip yang berlaku untuk pencekaman pada Jig, kemudian menganalisa kebutuhan dan menentukan spesifikasi yang sesuai, dilanjutkan dengan membuat beberapa kemungkinan konsep desain yang digunakan agar dapat menentukan konsep desain yang digunakan berdasarkan kesesuaian terhadap kebutuhan dan fungsi yang tepat. Tahapan selanjutnya adalah analisis gaya yang terjadi pada proses pencekaman agar dapat melakukan perhitungan mekanik sehingga dapat menentukan ukuran desain dan kemudian membuat gambar desain, apabila terdapat ketidak sesuaian terhadap desain dan perhitungan maka dilakukanlah modifikasi untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan target desain yang diinginkan berdasarkan kebutuhan dan fungsi kerja. Proses akhir yaitu membuat gambar kerja dengan software gambar desain untuk desain yang sudah dibuat agar bisa di produksi lanjut dengan ukuran sebenarnya, kemudian membuat laporan akhir dari perancangan yang dilakukan.

Welding Jig Rotary sangat dibutuhkan oleh dunia industry untuk mempercepat proses pengelasan dengan hasil yang akurat dan mengurangi kesalahan dalam proses pengerjaan. Pencekaman yang baik dan kuat mutlak diperlukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Perancangan pencekaman dilakukan dengan memperhatikan beberapa kebutuhan dan spesifikasi produk agar hasil rancangan sesuai dengan keinginan konsumen.

Kata kunci : Welding jig rotary, rangka, spesifikasi produk, gaya cekam, pneumatic

**Abstract**

Welding Jig rotary is a machining tools to simplify the process of welding using robotic welding . Motorcycle frame welding process will be faster and more accurate by using welding jig rotary that will improve the production process and reduce errors in the process .

The design of clamping on Front Frame Welding Jig Rotary began conducting a study of the literature in order to find out the principles that apply to clamping the jig , then analyze needs and determine the appropriate specifications , followed by the possibility of making some design concepts that are used in order to determine the design concepts used based on conformity to requirements and proper function . The next stage is a style of analysis that occurs in the process of clamping in order to perform mechanical calculations in order to determine the size of the design and then create an image of the design , if there is a discrepancy on the design and calculation we perform modifications to get the results that match the desired design targets based on needs and work function . The end of the process is to make working drawings with design drawings for the design of software that has been created in order to further the production of the actual size , then make a final report of the design is done .

Welding Jig rotary is needed by the world of industry to speed up the process of welding with accurate results and reduce errors in the process . Good and strong clamping absolutely necessary to obtain maximum results . Design of clamping is done by taking into account several requirements and design specifications of the product that results in accordance with the wishes of consumers

**I. PENDAHULUAN**

Perkembangan industry makin cepat terutama di negara – negara berkembang khususnya Indonesia. Berkembangnya industry – industry yang ada di Indonesia harus di tunjang dengan kemampuan sumber daya manusia dalam melakukan rancangan teknologi mesin agar kita mampu menguasai pangsa teknologi di negara sendiri dan menambah daya saing bangsa Indonesia dengan negara – negara lainnya dalam dunia industry, terutama industry manufaktur. Sebagai mahasiswa di bidang teknik mesin kami merasa bertanggung jawab dan ikut andil dalam perkembangan industry di Indonesia.

Salah satu industry besar manufaktur di Indonesia adalah industry yang bergerak di bidang otomotif khususnya bidang kendaraan sepeda motor roda dua. Jumlah penduduk dan luasnya wilayah Indonesia menjadikan negara ini menjadi pangsa pasar yang ideal untuk mengembangkan industry otomotif. Setiap tahun penjualan sepeda motor terus meningkat, hal ini pun disadari oleh para

pelaku industri otomotif dan mereka mulai memikirkan variatif produk dan proses pengerjaan yang cepat dan akurat. Rangka motor merupakan bagian penting pada sebuah sepeda motor, kerangka yang dibuat sesuai dengan desain body dan penempatan komponen – komponen lainnya sehingga diperlukan ketepatan yang tinggi dalam proses penggabungannya. Sebuah kerangka motor memiliki beberapa bagian dan proses penggabungan bagian – bagian kerangka tersebut menggunakan proses pengelasan.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 1. Cekam

Alat penumpu benda kerja dalam sebuah jig harus dirancang sedemikian rupa sehingga benda kerja dapat ditempatkan dengan mudah ke dalam locator oleh operator.

Alat pengecam yang rumit sebaiknya dihindari dan elemen bergerak hanya sedikit. Alat cekam yang umum kita gunakan pada mesin adalah *chuck* mesin bubut. Cekam tersebut harus memenuhi beberapa kriteria tertentu yaitu :

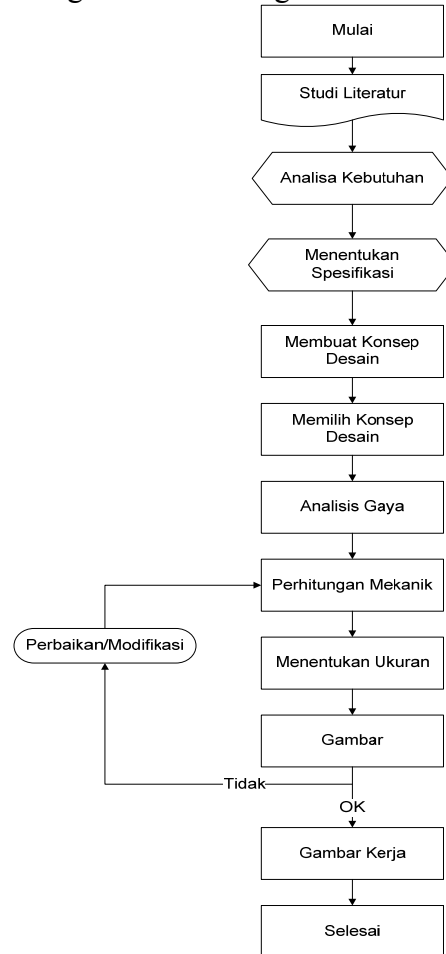
1. Alat cekam harus memegang benda kerja dengan kuat selama ada gaya putar dan penyayatan yang bekerja
2. Pemasangan dan pelepasan benda kerja harus dapat dioperasikan dengan cepat dan mudah
3. Alat cekam tak boleh rusak oleh benda kerja
4. Apabila ada pengaruh getaran tidak boleh mengurangi kekuatan cekam.

### 2. Pneumatik

Pneumatics adalah merupakan pengembangan teknologi dengan cara kerja memanfaatkan udara bertekanan untuk mempengaruhi kerja suatu peralatan mekanikal agar menghasilkan gerakan maju mundur, naik turun, berputar dan sebagainya. Pneumatic sistem secara intensif dan luas telah banyak digunakan hampir diseluruh kehidupan dan *chuck* rahang tiga pada mesin bubut CNC juga menggunakan cekam pneumatik. Penggunaan pneumatic pada cekam mesin bubut sangat membantu dan mengoptimalkan fungsi *chuck*.

### III.METODOLOGI

Keseluruhan pelaksanaan kegiatan digambarkan sebagai berikut :



Gambar.1 Diagram Alir Metodologi

Diagram alir diatas menjelaskan metodologi perancangan untuk penekaman pada Welding Jig Rotary Front Frame. Tahap awal melakukan studi literatur untuk mengetahui prinsip prinsip yang berlaku untuk penekaman pada Jig, kemudian menganalisa kebutuhan dan menentukan spesifikasi yang sesuai, dilanjutkan dengan membuat beberapa kemungkinan konsep desain yang digunakan agar dapat menentukan konsep desain yang digunakan berdasarkan kesesuaian terhadap kebutuhan dan fungsi yang tepat. Tahap selanjutnya dengan analisis gaya yang terjadi pada proses penekaman agar dapat melakukan perhitungan mekanik sehingga dapat menentukan ukuran desain dan kemudian membuat gambar desain, apabila terdapat ketidak sesuaian terhadap desain dan perhitungan maka dilakukan lah modifikasi untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan target desain yang diinginkan berdasarkan kebutuhan dan fungsi kerja. Tahap akhir yaitu membuat gambar kerja dengan software gambar desain untuk desain yang sudah dibuat agar bisa di produksi lanjut dengan ukuran sebenarnya, kemudian membuat laporan akhir dari perancangan yang dilakukan.

**IV. PEMBAHASAN**

Dibawah ini adalah tabel kebutuhan - spesifikasi awal

Tabel.1 kebutuhan – spesifikasi awal

Kebutuhan	Spesifikasi Awal				
	Penggerak Pneumatic	Pencekam Clamp Arm SS 400	Rangka (Bracket) SS 400	Sambungan Base Plate - Bracket menggunakan Baut	Pin Cekam dengan Material Nilai Kekerasan HRC 50°-65°
Gaya Pencekaman 30 [Kgf]	●	●			
Mudah dalam pengoperasian pencekaman	●				●
cepat proses pencekamannya	●				
Mudah dalam perawatan	●	●		●	
Aman dalam pengoperasiannya	●		●		
Tahan lama			●		●

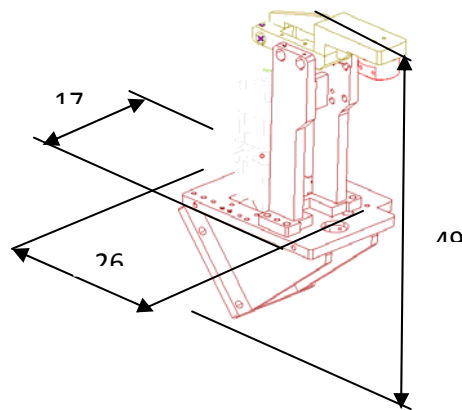
Tabel. 2 Matriks Perbandingan dengan clamp lain

Spesifikasi	Pembanding			
	Welding Jig Rotary	Bubut	Ragum	Welding Jig Manual
Penggerak pneumatic	●	●		
Pencekam Clamp arm SS400	●			●
Rangka SS400	●			●
Sambungan menggunakan Baut	●	●	●	●
Hardening	●	●	●	●

**1. Membuat Konsep**

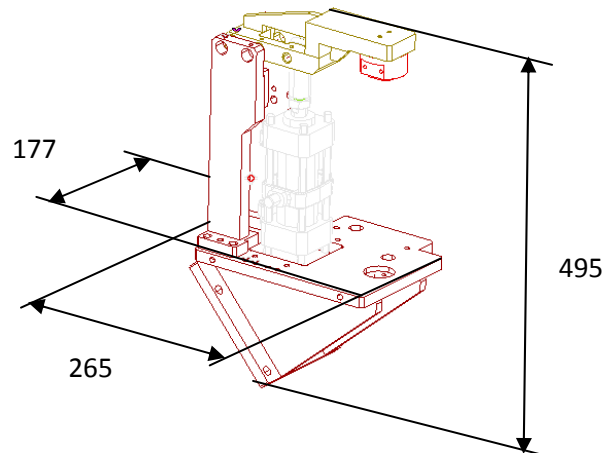
- Konsep Pertama

Pneumatic diletakkan di ujung tumpuan Clamp Arm, arah gaya Pneumatic dengan Clamp berlawanan



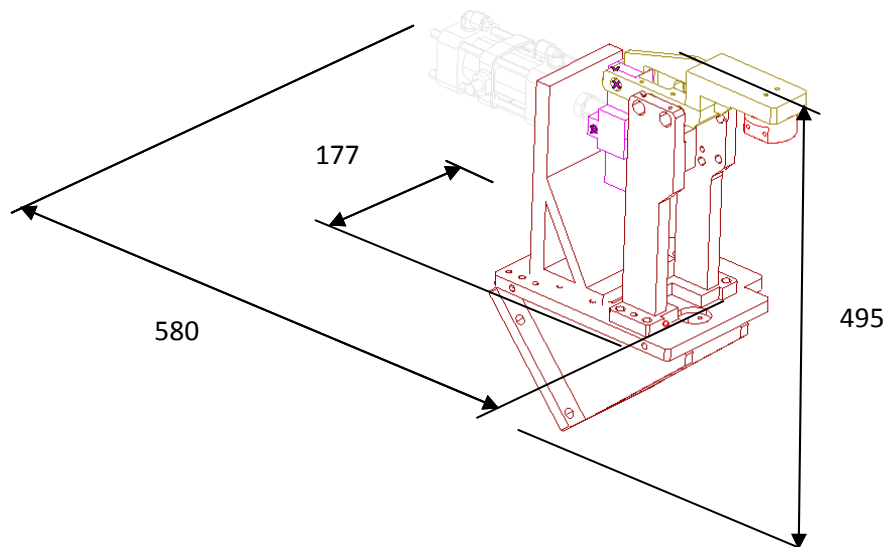
Gambar.2 Konsep Desain Pertama

- Konsep Kedua  
Pneumatic diletakkan tegak lurus di tengah titik tumpuan Clamp Arm, gaya Pnumatic searah dengan gaya Clamp



Gambar.3 Konsep Desain Kedua

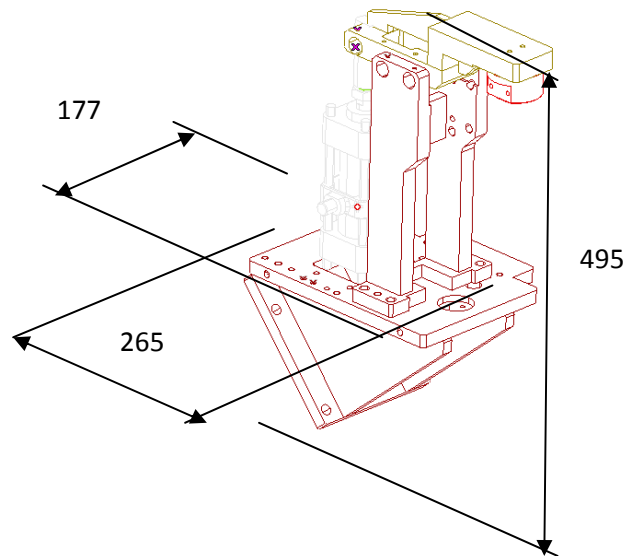
- Konsep Ketiga  
Pneumatic diletakkan dibelakang tumpuan Clamp Arm, arah gaya Pneumatic dengan Clamp berlawanan



Gambar.4 Konsep Desain ketiga

## 2. Memilih konsep

Sesuai dengan pertimbangan berdasarkan fungsi dan kebutuhan yang sesuai, penulis memilih satu konsep desain, yaitu konsep desain kedua “Pneumatic diletakkan tegak lurus di tengah titik tumpuan Clamp Arm, gaya Pnumatic searah dengan gaya Clamp”.



Gambar.5 Konsep Desain Final

### 3. Analisis Desain

Perhitungan pneumatic yang digunakan menggunakan *hukum pascal* yaitu : Tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah<sup>3</sup>.

Perhitungan desain cekam untuk menentukan letak dan kerangka cekam menggunakan *keseimbangan benda tegar* yaitu *sebuah benda tegar dalam keseimbangan jika gaya luar yang beraksi padanya membentuk sistem gaya ekuivalen dengan no<sup>3</sup>*, ini berarti sistem yang tidak mempunyai resultan gaya dan resultan kopel. Syarat perlu dan cukup untuk keseimbangan suatu benda tegar dapat dinyatakan secara analitis dengan menuliskan :  $\Sigma F_x = 0$ ,  $\Sigma F_y = 0$ ,  $\Sigma M_A = 0$

Desain cekam yang kami buat saat dibandingkan dengan pembanding cekam sejenis memiliki keunggulan yang lebih baik karna memenuhi semua spesifikasi yang diinginkan.

### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil konsep perancangan pengecam welding jig rotary front frame, dapat diperoleh kesimpulan yaitu :

1. Pengecam yang dirancang menggunakan sistem penggerak Pneumatic agar memudahkan dan mempercepat pada saat pengoperasian pengecaman
2. Untuk analisa perhitungan desain pengecaman terlebih dahulu menganalisis gaya-gaya yang terjadi pada pengecam

### VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Grant H.E., "Jig & Fixture Non-Standard Clamping Devices", Mc. Graw-Hill, Inc, New York, 1978
- [2] Grenny S.R., "Kinematika-Dinamika-Teknik ( Terapan )", Politeknik Negeri Jakarta, Depok, 2012.
- [3] Kanginan, Marthen. *Fisika Untuk SMA Kelas XI Semester 2*. Erlangga, 2002.
- [4] P.Beer Ferdinand, Jhonston JR Russell E, "Mekanika untuk Insinyur : Statistika", Erlangga. 1991.

## Rancang Alat Penekuk Kawat

Dicky Farhan Febrian : Yovi Reska Ramadhani  
Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
[NickyTamaenz@gmail.com](mailto:NickyTamaenz@gmail.com)

### Abstrak

**Kawat** pada umumnya benda yang terbuat dari logam yang panjang dan lentur. Bahan kawat yang akan dibuat suatu produk ini terbuat dari Stainless Steel. Kawat yang akan diproduksi pada alat ini akan digunakan sebagai pengait suatu bagian mesin. Proses pembuatan kawat pada alat ini memiliki dua proses utama yaitu potong dan tekuk. Proses potong bertujuan untuk menentukan ukuran panjang kawat, dan proses tekuk untuk memenuhi kebutuhan kawat agar ukuran sudut sesuai yang ditentukan. Alat tekuk ini memiliki satu buah motor penggerak untuk menggerakkan proses potong dan tekuk yang dirancang secara otomatis.

Kata kunci : kawat, stainless steel, tekuk, potong

### Abstract

Wires in general objects made of long, flexible metal. Materials will be made of a wire which this product is made of Stainless Steel. Wire to be produced in this tool will be used as a hook machine parts. The process of making the wire on this tool has two main processes is cut and bend. The process aims to determine the cut length of wire, and the process of bending the wire in order to meet the requirements specified angular size corresponding The bending tool has one driving force to move the process cut and bend designed automatically.

Keywords: wire, stainless steel, cut, potong

## I. PENDAHULUAN

Alat penekuk kawat dibuat untuk memproduksi kawat yang berbahan stainless steel dengan tensile strength 515 [N/mm<sup>2</sup>]. Kawat akan ditekuk untuk membentuk sudut 135° dan 90° dengan panjang keseluruhan produk 15 [mm]. Target dari alat penekuk kawat dapat memproduksi kawat 10.000 pcs dalam satu tahun. Alat yang dibutuhkan mudah untuk ditempatkan di ruang yang kecil dan tidak memerlukan banyak tenaga manusia dalam pengoperasikannya.

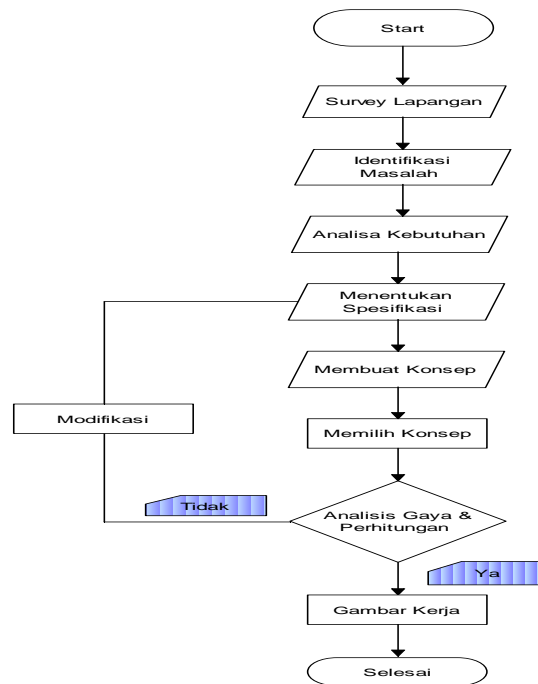
Mesin yang mampu untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah alat penekuk kawat yang dipesan oleh salah satu perusahaan di Indonesia, adapun spesifikasi rancangan yang kami jadikan sebagai dasar adalah dapat membetuk wire 10.000 pcs/tahun, ukuran mesin tidak terlalu besar, dan full otomatis.

## II. DASAR TEORI

Pada penekuk kawat untuk proses pembentukan kawat memiliki dua proses utama yaitu potong dan tekuk. Proses potong bertujuan untuk menentukan ukuran panjang kawat, dan proses tekuk untuk memenuhi kebutuhan kawat agar ukuran sudut sesuai yang ditentukan. Pada proses potong, alat memerlukan pemotong yang mampu memotong kawat yang memiliki tensile strength 515 [N/mm<sup>2</sup>]. Pemotong kawat harus dibuat menggunakan bahan yang lebih keras dari bahan kawat. Pada proses tekuk alat penekuk dirancang agar tidak mengalami spring back dari kawat, sehingga dapat memenuhi sudut yang telah ditentukan. Pada proses menarik kawat, penarik harus memiliki alat atau komponen dari alat yang dapat menarik kawat sepanjang 15 [mm] dengan ukuran yang presisi.



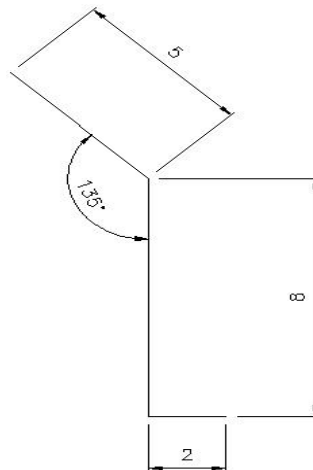
### III. METODELOGI



### IV. KONSEP DAN ANALISI RANCANGAN

#### 1. Konsep

Alat penekuk kawat adalah alat yang digunakan khusus untuk menekuk kawat berukuran diameter 2 [mm] dengan kawat berbahan stainless steel. Dari bahan kawat stainless steel akan dibuat produk untuk salah satu komponen kelistrikan. Berikut adalah hasil produk dari alat penekuk kawat:

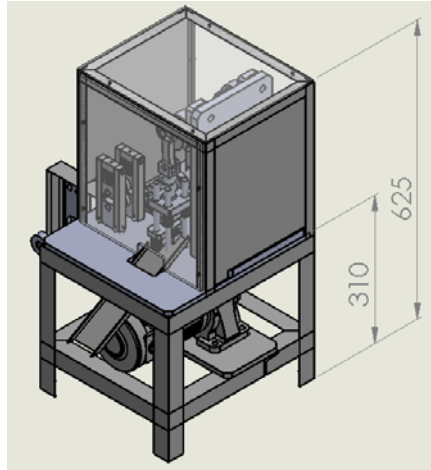


Gambar 4.1 Hasil Produk

#### 2. Analisa rancang

Dari hasil analisa rancangan. Alat penekuk kawat memiliki 2 mekanisme yang memerlukan gaya cukup besar yaitu gaya untuk pemotongan sebesar 1648 [N] dan gaya untuk penekukan sebesar 2060 [N]. Alat ini menggunakan pegas didalam mekanisme potong dan bending. Dari analisis, pegas akan menampung beban sebesar 3090 [N/mm<sup>2</sup>]. Pada alat Wire Bender memerlukan torsi sebesar 127 [N/m] untuk

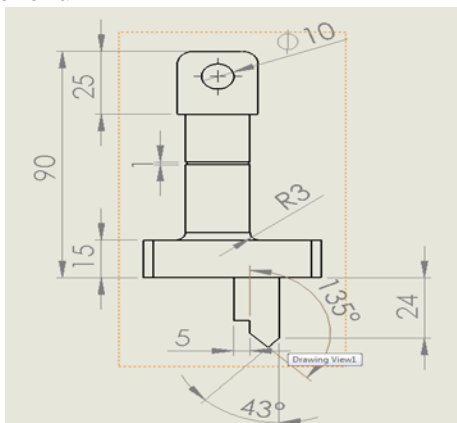
menjalankan mekanisme yang ada, torsi tersebut sudah dikali angka aman. Motor alat ini menggunakan motor 100 [watt] dengan torsi 117 [N/m], torsi tersebut aman karena dari hasil perhitungan sudah dikali angka aman dan alat memerlukan ukuran motor kecil



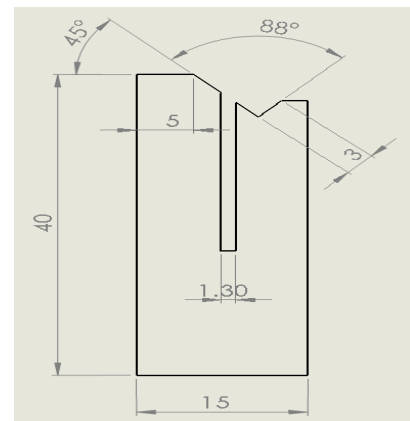
Gambar 4.2. Alat Penekuk Kawat

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut mekanisme alat penekuk kawat dirancang menggunakan beberapa bagian yaitu Penekuk, Pemotong, Roll, dan Geneva Cam.

#### 1. Penekuk



Gambar 4.2.1 Punch

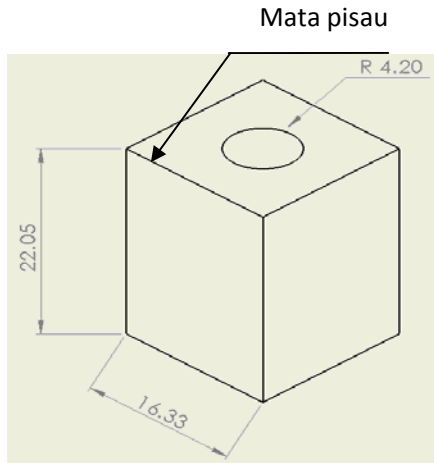


Gambar 4.2.2 Dies

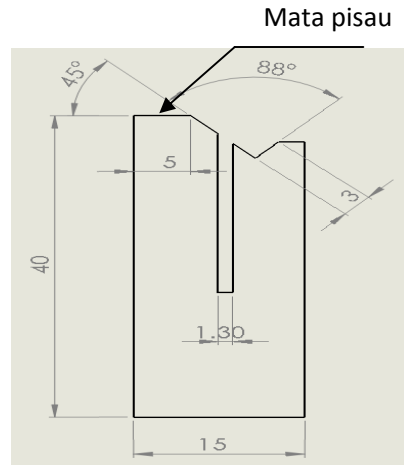
Punch berfungsi sebagai alat untuk menekan kawat agar kawat mengikuti bentuk pada dies. Punch digerakan oleh motor yang putarannya ditransmisi melalui poros lalu putran diubah menjadi gerak vertikal menggunakan poros konsentrik

Dies berfungsi sebagai alat penentu bentuk dari kawat. Dies menerima tekanan dari punch sehingga tidak harus berbahan lebih keras dari bahan.

2. Pemotong



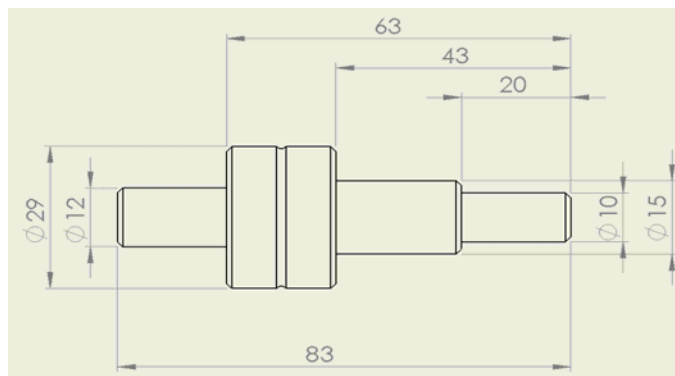
Gambar 4.2.3 Pemotong gerak



Gambar 4.2.4 Pemotong tetap

Pemotong berfungsi untuk memotong kawat yang sudah ditebuk. Pemotongan dilakukan pada saat proses penekukan selesai.

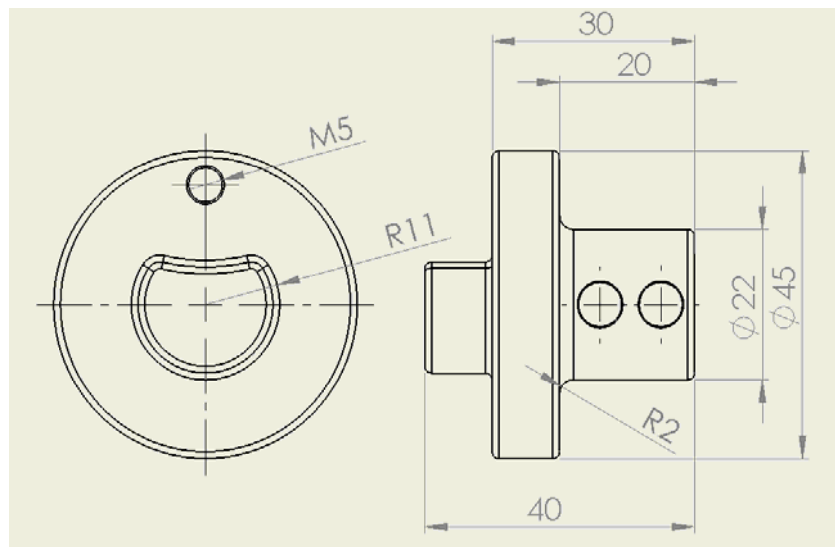
3. Roll



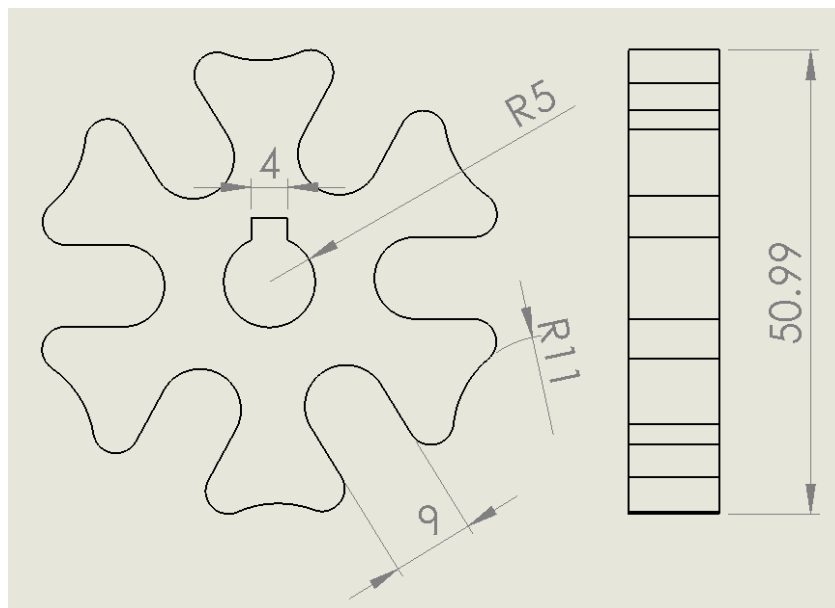
Gambar 4.2.5 Roll

Roll berfungsi untuk mendorong kawat untuk ditebuk dan dipotong. Roll digerakan oleh putaran dari Geneva Cam sehingga 2 roll yang menjepit kawat akan mendorong kawat ke press tool.

#### 4. Geneva Cam



Gambar 4.2.6 Geneva penggerak



Gambar 4.2.7 Geneva digerakan

Geneva Cam berfungsi untuk memutar roll dengan ukuran keliling dalam 1 kali putaran sepanjang 15 mm. Geneva Cam diputar oleh motor yang ditransmisikan putaran ke poros lalu poros langsung memutar Geneva Cam.

#### V. KESIMPULAN

Dari hasil rancangan didapatkan spesifikasi pada alat penekuk kawat adalah pada dasarnya Wire Bander ini memiliki 2 mekanisme yaitu press dan tekuk. Produk yang ditekuk berukuran diameter 2 [mm] dengan panjang 15 [mm]. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut desain menggunakan *Geneva Cam* sebagai pementu ukuran panjang kawat dan Motor Listrik sebagai penggerak utama.

**VI. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Sartono B. Mudji. Tabel Elemen Mesin – Atmi Solo. Surakarta : ATMI St.MIKAEL.
- [2] Verlag Dr.-Ing.P.Chistiani.Konstanz. 1988 . Formula Handbook-Metal Trades and Technical Draughtsman : German Federal Ministry, Deutsche Gesellschaft fur Zusammenarbeit (GTZ)

## Perancangan Mesin Auto Machining Pin Hook

Abdul Hafizan Syamza ; Andi M Farhan Radhi ; R. Grenny Sudarmawan

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

[andim.farhan@gmail.com](mailto:andim.farhan@gmail.com)

### Abstrak

Perancangan ini dimaksudkan untuk memperbaiki teknologi yang ada pada suatu perusahaan selaku produsen komponen Pin Hook. Proses pengerjaan komponen tersebut masih manual sehingga dirancanglah Mesin Auto Machining Pin Hook ini. Mesin ini merupakan suatu mesin otomatis yang memadukan antara proses milling dan drilling guna memperpendek waktu proses dan mempercepat laju produksi. Beberapa katalog produk digunakan selama proses perancangan ini sebagai bahan acuan untuk merancang komponen-komponen pada mesin ini. Proses terdiri dari prosedur perancangan pada umumnya disertai dengan penentuan durasi pengerjaan untuk setiap siklus dengan perhitungan matematis, pembuatan rangkaian sistem pneumatik sebagai sistem kontrolnya, dan penentuan jenis serta daya motor yang akan digunakan. Perhitungan durasi terdiri dari durasi drilling dan milling Pin Hook. Durasi terlama adalah proses drilling yang dipilih sebagai acuan motor untuk berputar ke pos selanjutnya yaitu 8,79 detik. Pin Hook yang dihasilkan dalam setiap satu jamnya adalah 405 unit. Motor yang akan digunakan adalah motor stepper yang bergerak secara bertahap. Jig and fixture dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mencekam Pin Hook.

**Kata Kunci** : Pin Hook; perhitungan durasi; sistem pneumatik; motor stepper; jig and fixture

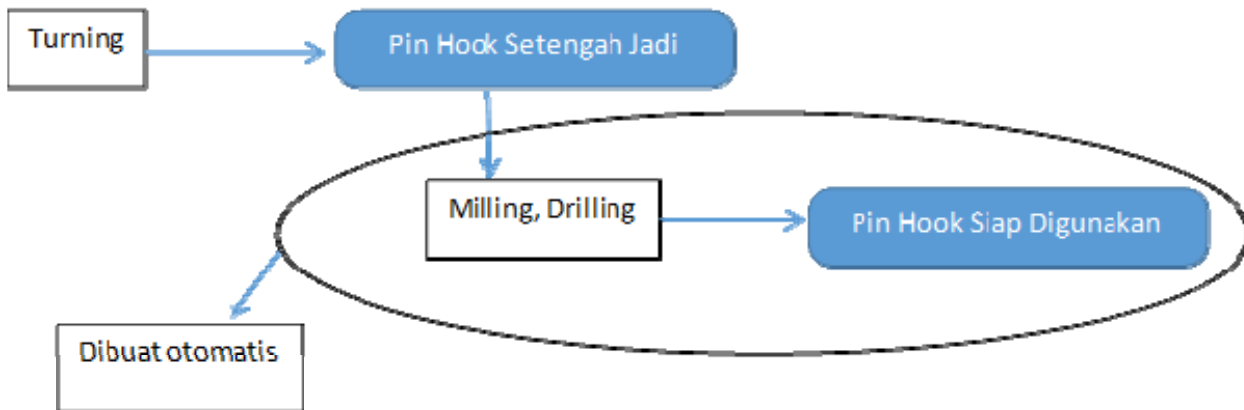
### Abstract

The design is intended to improve the technology that available in a company as a manufacturer of components named Pin Hook. The execution of these components are still manual workmanship so Auto Engine Machining Pin Hook have to be designed. This machine is an automatic machine that combines milling and drilling processes to shorten the processing time and speed up the pace of production. Some catalog products are used during the design process as a reference for designing components on this machine. The process consists of the design procedure generally accompanied by the determination of machining time the duration of each cycle with mathematical calculations, pneumatic systems as control systems made, and defining the type and power of the motor that have to be used. Duration calculation consists of drilling and milling the Pin Hook. The drilling duration is chosen as a reference drilling motor to spin to the next post which is 8.79 seconds. Pin Hook generated in any one hour is 405 units. Motor that will be used is a stepper motor that moves step by step. Jig and fixture is designed so that it can be gripped The Pin Hook.

**Keywords** : Pin Hook; duration calculation; pneumatic system stepper motor; jig and fixture

## I. PENDAHULUAN

Suatu perusahaan memproduksi komponen pin hook masih secara manual, sehingga kecepatan produksi dan efisiensi rendah. Perbaikan teknologi maupun perbaikan proses yang ada diperlukan untuk memperbaiki kondisi ini sehingga perlu solusi dalam bentuk rancangan. Perancangan ini dimaksudkan untuk memperbaiki teknologi yang ada pada suatu perusahaan tersebut selaku produsen komponen Pin Hook. Proses pengerjaan komponen tersebut masih manual dalam jalannya proses produksi, perusahaan ini masih banyak menggunakan mesin-mesin manual, perpindahan dari mesin satu ke mesin yang lain juga masih manual, sehingga kecepatan produksinya lambat. Untuk meningkatkan proses produksinya, diperlukan mesin otomatis dengan proses cepat tanpa membutuhkan banyak operator. Maka dari itu dirancanglah Mesin Auto Machining Pin Hook ini. Mesin ini merupakan suatu mesin otomatis yang memadukan antara proses milling dan drilling guna memperpendek waktu proses dan mempercepat laju produksi. Pembuatan Pin Hook dimulai dari proses turning, kemudian untuk penyempurnaannya melalui proses milling dan drilling. Proses milling dan drilling lah permintaan yang harus dibuat otomatis. Urutan prosesnya sebagai berdasar pada gambar dibawah.



Gambar 1. Diagram Alir Proses Machining Pin Hook

Tulisan ini akan menjelaskan tentang proses perancangan mesin otomatis, sehingga proses produksi menjadi lebih cepat dan lebih efisien dimana menitikberatkan pada masalah durasi machining time Pin Hook dan menentukan jumlah Pin Hook yang diproduksi setiap satu menit. Selain itu berfokus juga tentang bagaimana membuat rancangan rangkaian pneumatik sebagai sistem kontrolnya serta pemilihan jenis dan daya motor yang akan digunakan.

## II. METODE PERANCANGAN

Perancangan ini dilakukan atas dasar permintaan suatu perusahaan untuk memperbaiki teknologi yang ada sehingga dari manual menjadi otomatis. Langkah selanjutnya adalah pengamatan kondisi lapangan dan bertanya langsung kepada narasumber tentang bagaimana produksi pin hook dan apa saja kendalanya, sehingga pengonsepan rancangan mesin otomatis machining pin hook terbentuk. Proses produksi pin hook masih harus dikerjakan secara satu per satu sehingga pemakaian waktu proses berpindah satu mesin ke mesin yang lain masih lama.

Tahapan selanjutnya adalah perancangan konsep. Perancangan konsep dan bentuk produk memerlukan beberapa pertimbangan untuk menentukan solusi setiap perencanaan berdasarkan persyaratan teknis, ekonomis, dan lain-lain. Tahapan ini dapat diawali dengan mengenal dan menganalisis spesifikasi produk yang telah ada. Pendekatan konsep yang digunakan adalah perencanaan simultan atau perencanaan dengan pendekatan proses produksi. Konsep perencanaan simultan terdapat empat elemen utama, yaitu: fungsi, bentuk, material, dan produksi. Setelah itu melakukan pembuatan desain awal. Desain awal ini dibuat melalui software 3D design, dengan mengambil beberapa referensi dari berbagai macam katalog sebagai acuan untuk perancangan komponen-komponen mesin ini seperti katalog selffeeder, pneumatik, motor, dan lain sebagainya.

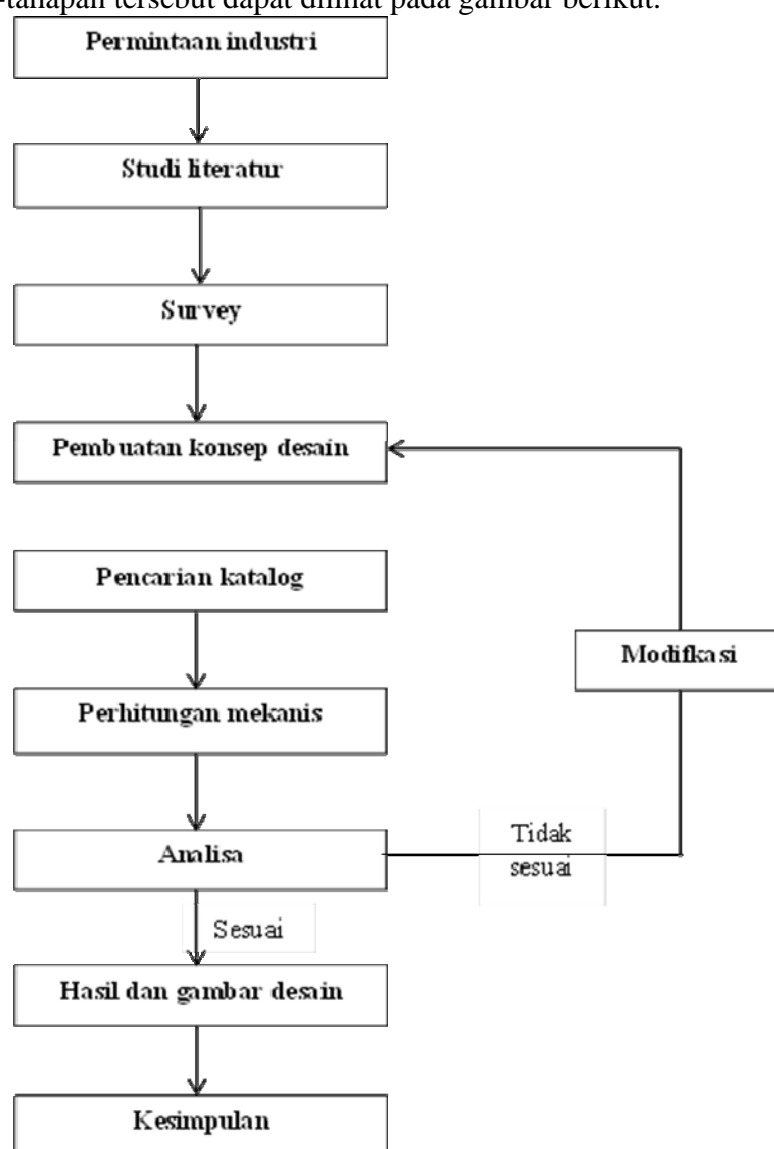
Dilakukan penggabungan beberapa proses dalam desain perancangan ini seperti proses facing, proses milling, dan proses drilling yang kesemuanya menggunakan sistem kontrol pneumatik. Proses facing adalah pengerjaan benda kerja terhadap tepi penampangannya atau tegak lurus terhadap sumbu benda kerja. Proses milling adalah suatu proses permesinan yang pada umumnya menghasilkan bentukan bidang datar (bidang datar ini terbentuk karena pergerakan dari meja mesin) dimana proses pengurangan material benda kerja terjadi karena adanya kontak antara alat potong (cutter) yang berputar pada spindle dengan benda kerja yang tercekam pada meja mesin. Sedangkan, proses drilling adalah suatu proses yang dilakukan oleh mesin perkakas dalam hal ini berupa pemberian tekanan kepada benda kerja sehingga terjadi lubang pada benda kerja yang biasanya berupa putaran yang dilakukan pahat dan gerak makan berupa translasi oleh pahat.

Setelah terbentuk desain, dilakukan perhitungan terhadap laju proses machining pada masing-masing pos untuk memproses Pin Hook ini. Durasi terlama yang akan dipilih sebagai acuan motor stepper untuk berputar ke pos selanjutnya. Perhitungan matematis durasi mesin ini berdasarkan pada acuan rumus permesinan pada umumnya sehingga hasil analisis berdasarkan perhitungan matematis didapatkan proses pemesinan yang paling lama adalah proses drilling, yaitu selama 8,79

detik. Sehingga produksi 1 buah pin hook adalah 43,95 detik sehingga pin hook diproduksi sebanyak 405 pin hook setiap jamnya.

Untuk penggunaan motor pada mesin ini digunakan motor stepper. Pemilihan ini karena motor stepper adalah motor DC yang gerakannya bertahap (step per step) dan memiliki akurasi yang tinggi tergantung pada spesifikasinya. Setiap motor stepper mampu berputar untuk setiap stepnya dalam satuan sudut, makin kecil sudut per step-nya maka gerakan per step-nya motor stepper tersebut makin presisi. Motor ini menghasilkan torsi yang besar pada kecepatan rendah. Motor stepper juga memiliki karakteristik yang lain yaitu torsi penahan, yang memungkinkan menahan posisinya. Hal ini sangat berguna untuk aplikasi dimana suatu sistem memerlukan keadaan start dan stop.

Jika konsep awal tidak sesuai setelah analisis maka dilakukan modifikasi untuk mendapatkan gambar desain yang sesuai dengan hasil analisis sehingga kesimpulan akan didapatkan pada gambar desain tersebut yaitu penggabungan beberapa proses machining menjadi satu untuk memroses Pin Hook agar proses produksi menjadi lebih cepat karena mesin menjadi otomatis. Untuk mengetahui lebih jelas tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut.

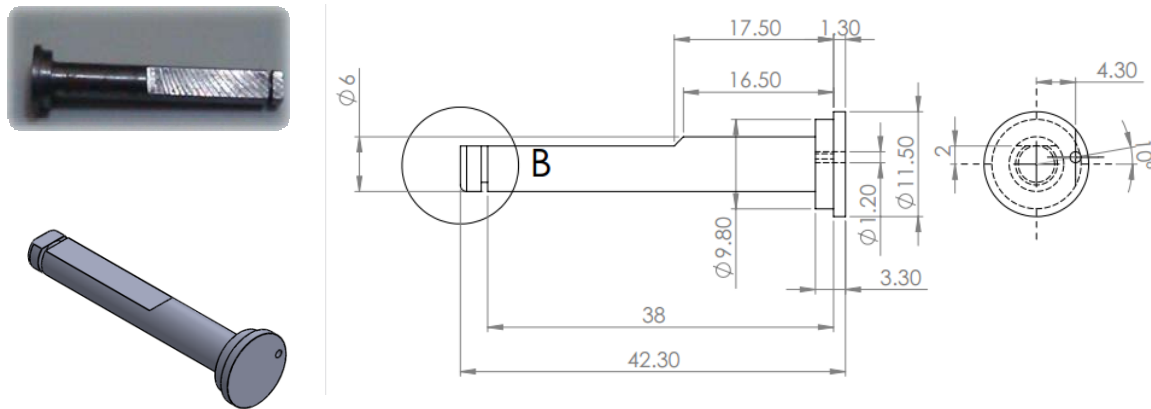


Gambar 2. Diagram Alir Metode Perancangan



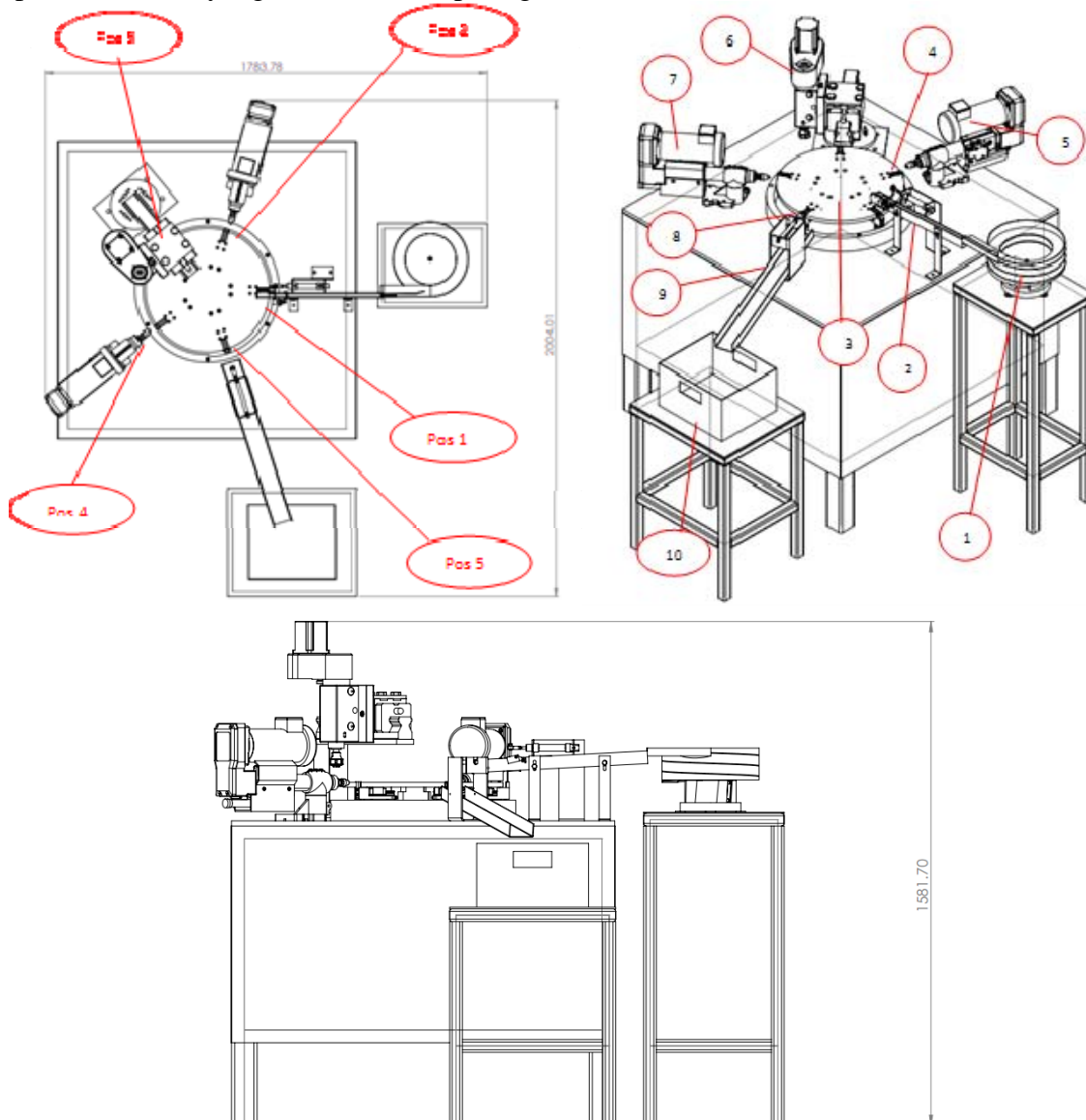
### III. KONSEP ANALISIS RANCANGAN

Produk yang akan dihasilkan oleh mesin ini ialah pin hook, yang mempunyai dimensi seperti gambar berikut :

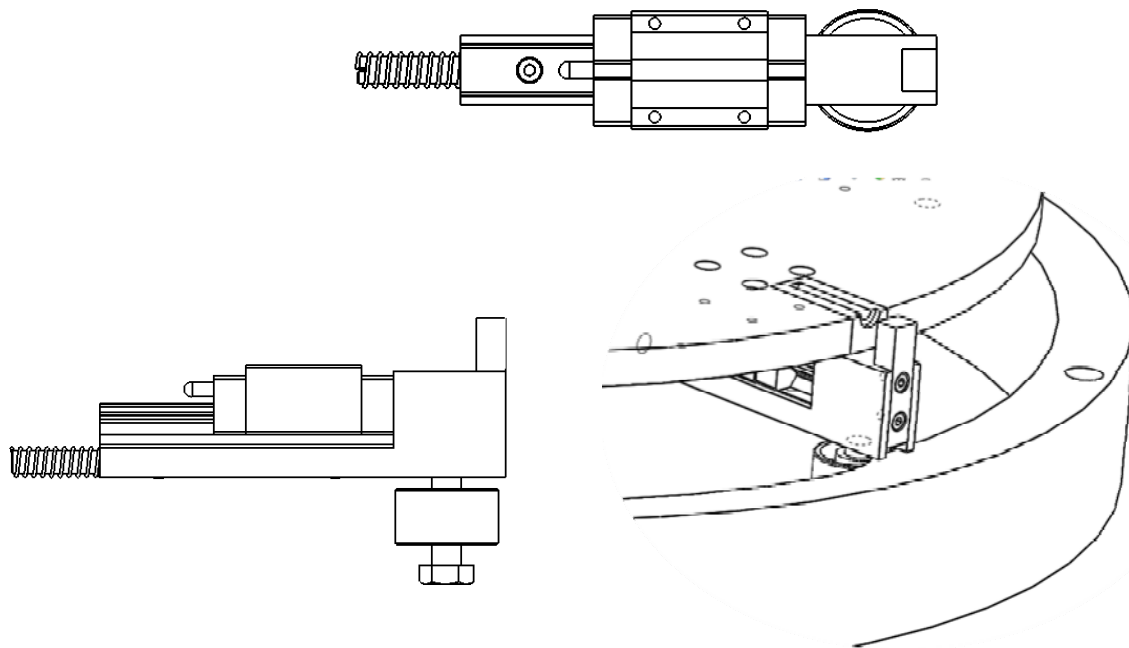


Gambar 3. Gambar Pin Hook

Konsep desain mesin yang telah dibuat seperti gambar berikut:



Gambar 4. Konsep Desain Mesin Auto Machining Pin Hook



Gambar 5. Detail Jig and Fixture

Sistem kerjanya seperti berikut :

1. Pin hook setengah jadi dimasukkan ke dalam bowl feeder
2. Bowl feeder akan mengarahkan pin hook masuk ke rail input, kemudian pin hook masuk ke jig ( Pos 1 )
3. Facing untuk menghilangkan sisa bubutan ( Pos 2 )
4. Milling ( Pos 3 )
5. Drilling ( Pos 4 )
6. Ditarik magnet untuk dan keluar melalui rail output ( Pos 5 )

Bagian-bagian mesin tersebut adalah:

1. Bowl feeder ( Wadah pengumpan ), berfungsi sebagai penampung dan mengalirkan pin hook.
2. Rail input, berfungsi sebagai tempat jalannya pin hook untuk masuk ke rotary table.
3. Rotary table, berfungsi untuk memindahkan atau merotasi pin hook ke semua equipment.
4. Gripper, berfungsi sebagai jig dan fixture pin hook
5. Selfeeder 1, berfungsi untuk menghilangkan sisa bubutan pin hook.
6. Milling spindle, berfungsi untuk proses milling pada pin hook.
7. Selfeeder 2, berfungsi untuk drilling pada pin hook
8. Magnet elektrik, berfungsi untuk mengangkat pin hook yang telah selesai machining.
9. Rail output, berfungsi sebagai tempat jalannya pin hook ke wadah penampung.
10. Wadah penampung, berfungsi sebagai tempat pin hook yang telah selesai.

#### IV. KESIMPULAN

1. Penggabungan beberapa proses machining dalam satu mesin dapat mempercepat laju produksi karena menghasilkan 405 pin hook per jamnya.
2. Berdasarkan hasil rancangan, mesin ini mempunyai dimensi 2004 x 1784 x 1582 mm.
3. Pencekaman benda kerja menggunakan jig and fixture yang dirancang sedemikian rupa
4. Motor stepper akan digunakan pada mesin ini karena gerakannya memutar dan bertahap (step per step) serta memiliki akurasi yang tinggi. Motor ini juga memiliki karakteristik yang lain yaitu torsi penahan sehingga memungkinkan gerakan start dan stop.
5. Sistem sensor dan pneumatik nantinya akan digunakan pada mesin ini.

**V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Donaldson, Lecain, Goold. "**Tool Design**". Tata McGraw-Hill Publishing Company, Ltd: New Delhi. 1983
- [2] Groover, Mikell P. "**Principles of Modern Manufacturing – 4<sup>th</sup> Edition**". John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd: Asia. 2011
- [3] Sularso dan Suga, K. "**Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin**". PT. Pradnya Pratama: Jakarta. 2004
- [4] Liptak, Bela G. **Instrument Engineers' Handbook: Process Control and Optimization**. CRC Press, Taylor and Francis Group: United States of America. 2005

## Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Kerusakan Pada Transmisi (Gear Box) pada Lokomotif CC 201

Mohammad Mawaldi Nursani Dedi Dwi Haryadi ; Dianta Mustofa K.  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[moldi.sanay@gmail.com](mailto:moldi.sanay@gmail.com)

### Abstrak

*Gear box* atau transmisi berfungsi untuk memindahkan dan mengubah tenaga dari motor yang berputar, yang digunakan untuk memutar spindel mesin maupun melakukan gerakan *feeding*. Transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran, sehingga dapat bergerak maju dan mundur. Selain itu Gear box berfungsi sebagai pelindung atau pengaman roda gigi penggerak lokomotif Bull Gear dan Pinion, sebagai tempat menampung pelumas untuk pelumasan gear, terbuat dari baja ST 60 sehingga tidak pecah bila ada getaran. Penelitian ini menyimpulkan bahwa faktor utama penyebab terjadinya kerusakan pada transmisi (Gearbox) ialah getaran yang berlebihan sehingga menyebabkan ketidakstabilan antara poros dengan roda gigi dan adanya perubahan bentuk (deformasi) pada roda gigi dengan pinion gear.

Kata kunci : Sistem Transmisi, kinerja, penggerak.

### Abstract

Gear box or transmission function to move and change the power of the rotating motor, which is used to rotate the spindle of the machine and do a feeding movement. Transmission also function to regulate the speed of motion and torque and turned round, so that it can move forward and backward. Additionally Gear box serves as a protective or safety gear drive lokomotif Bull Gear and Pinion, as a place to accommodate the lubricant for the gear lubrication, it is made of steel ST 60 so it does not break when there is vibration.

This study concluded that the main factor of damage on transmission (Gearbox) is excessive vibration that makes the instability between axis and gears and makes deformation on the gears with pinion gear.

Keywords: Transmission system, performance, driving

## I. PENDAHULUAN

Kereta Api merupakan salah satu alat transportasi massal unggulan di Indonesia. Seiring meningkatnya penggunaan alat transportasi massal khususnya kereta api, maka perusahaan yang melayani jasa pelayanan umum menuntut mampu memberikan pelayanan secara maksimal kepada masyarakat. Untuk meningkatkan pelayanan dan fasilitas, PT. KAI melakukan perawatan dan perbaikan pada rangkaian kereta api yaitu lokomotif, gerbong, kereta, di Dipo dan Balai Yasa. Perawatan yang perlu perhatian khusus yaitu lokomotif sebagai penggerak utama kereta api.

Sesuai namanya lokomotif sebuah lokomotif diesel menggunakan motor diesel sebagai sumber energi utama. Energi dari motor disel ini harus disalurkan ke roda lokomotif melalui sebuah sistem transmisi. Secara umum energi sebuah motor penggerak kendaraan dapat disalurkan atau ditransmisikan ke roda kendaraan melalui tiga jenis sistem transmisi elektrik, hidrolik, dan mekanik. Gearbox merupakan salah satu sistem transmisi mekanik, Gear Box terdapat diantara axle (AS) dan Traksi Motor, berfungsi sebagai mawadahi pasangan roda gigi pinion di AS Traksi Motor dengan roda gigi di gandar roda (Bull Gear), terdiri dari pasangan gear box atas dan bawah yang diikat ke stator TM dengan tiga buah baut pengikat. Gear Box di isi dengan minyak pelumas yang berguna untuk melumasi pasangan roda gigi pinion & roda gigi. Gangguan pada Gear Box ialah seperti getaran, gesekan, dan barang sudah lama pemakaian (penuaan), sehingga beroperasinya lokomotif bisa terganggu bahkan lokomotif tidak beroperasi.

### 1. Tujuan

- Menentukan faktor-faktor penyebab kerusakan gear box
- Dampak kerusakan Gear Box pada lokomotif
- Memperpanjang usia pakai.

## II. DASAR TEORI

### 1. Pengertian Gear Box

Dalam beberapa unit mesin memiliki sistem pemindah tenaga yaitu *gearbox* yang berfungsi untuk menyalurkan tenaga atau daya mesin ke salah satu bagian mesin lainnya, sehingga unit tersebut dapat bergerak menghasilkan sebuah pergerakan baik putaran maupun pergeseran. *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.

### 2. Fungsi Gear Box

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. Transmisi juga berfungsi untuk mengatur kecepatan gerak dan torsi serta berbalik putaran, sehingga dapat bergerak maju dan mundur.

Transmisi manual atau lebih dikenal dengan sebutan gearbox, mempunyai beberapa fungsi antara lain :

1. Merubah momen puntir yang akan diteruskan ke spindel mesin.
2. Menyediakan rasio gigi yang sesuai dengan beban mesin.
3. Menghasilkan putaran mesin tanpa selip.

### 3. Prinsip Kerja Gear Box

Putaran dari motor diteruskan ke input shaft (poros input) melalui hubungan antara clutch/ kopling, kemudian putaran diteruskan ke main shaft (poros utama), torsi/ momen yang ada di mainshaft diteruskan ke spindel mesin, karena adanya perbedaan rasio dan bentuk dari gigi-gigi tersebut sehingga rpm atau putaran spindel yang di keluarkan berbeda, tergantung dari rpm yang di inginkan. Berikut penjelasan beberapa part yang terdapat dalam gearbox.

#### **Input shaft (poros input)**

Input shaft adalah komponen yang menerima momen output dari unit kopling, poros input juga berfungsi untuk meneruskan putaran dari clutch kopling ke mainshaft (poros utama), sehingga putaran bisa di teruskan ke gear-gear. Input shaft juga sebagai poros dudukan bearing dan piston ring, selain itu berfungsi juga sebagai saluran oli untuk melumasi bagian dari pada inputshaft tersebut.

#### **Gear shift housing (rumah lever pemindah rpm)**

Gear shift housing adalah housing dari pada lever pemindah gigi yang berfungsi untuk mengatur ketepatan perpindahan gigi, apabila gigi sudah dipindahkan maka lever akan terkunci sehingga lever tidak bisa berpindah sendiri pada saat spindel sedang berputar.

#### **Main shaft (poros utama)**

Mainshaft yang berfungsi sebagai tempat dudukan gear, sinchromest, bearing dan komponen-komponen lainnya. Main shaft juga berfungsi sebagai poros penerus putaran dari input shaft sehingga putaran dapat di teruskan ke spindel, main shaft juga berfungsi sebagai saluran tempat jalannya oli.

#### **Planetary gear section (unit gigi planetari)**

Planetary adalah alat pengubah rpm di suatu range tertentu dimana rpm dapat di ubah sesuai dengan kebutuhan proses pengerjaan dan dapat pula mengubah arah putaran spindel.

#### **Oil pump assy (pompa oli)**

Oil pump berfungsi untuk memompa dan memindahkan oli dari transmisi case (rumah transmisi) menuju ke sistem untuk dilakukan pelumasan terhadap komponen-komponen yang ada di dalam transmisi secara menyeluruh.

### **Clutch housing**

Clutch housing adalah rumah dari clutch kopling yang berfungsi sebagai pelindung clutch kopling, clutch housing juga berfungsi sebagai tempat duduk dari pada oil pump dan input shaft.

### **Transmisi gear/ roda gigi transmisi**

Transmisi gear atau roda gigi transmisi berfungsi untuk mengubah input dari motor menjadi output gaya torsi yang meninggalkannya transmisi sesuai dengan kebutuhan mesin.

### **Bearing**

Bearing berfungsi untuk menjaga kerenggangan dari pada shaft (poros), agar pada saat unit mulai bekerja komponen yang ada di dalam transmisi tidak terjadi kejutan, sehingga transmisi bisa bekerja dengan *smooth* (halus).

### **Piston ring (ring penyekat oli).**

Piston ring berfungsi sebagai penyekat agar tidak terjadi kebocoran pada sistem pelumasan, piston ring juga berfungsi sebagai pengencang input shaft agar input shaft tidak renggang pada saat unit berjalan.

### **Sun gear (gigi matahari)**

Sun gear berfungsi untuk meneruskan putaran ke planetary gear section. Sun gear berhubungan langsung dengan gear yang ada pada unit planetary yang berfungsi sebagai penerus putaran, momen dari transmisi.

### **Oil filter (filter oli)**

Oil filter adalah komponen yang berfungsi untuk menyaring oli dari kotoran. Oli harus di saring, agar komponen transmisi tidak cepat aus yang disebabkan karena terjadinya gesekan antara komponen yang dapat menimbulkan geram-geram. Sehingga oli yang masuk ke sistem harus disaring dulu agar unit transmisi tetap baik.

### **Oil pipe (pipa oli)**

Oil pipe adalah pipa oli tipe batang, yang berfungsi sebagai saluran oli untuk menyalurkan oli dari transmisi case ke planetary gear section untuk dilakukan pelumasan terhadap unit planetary.

## **III.METODELOGI**

Dalam penulisan artikel ini penulis mempunyai beberapa metode pengumpulan data sebagai acuan pengembangan penulisan artikel, antara lain :

### **1. Observasi**

Penulis dalam membuat artikel ini mengadakan peninjauan dan pemeriksaan langsung sehingga mengetahui keadaan yang sebenarnya dan mengumpulkan bahan-bahan penulisan artikel ini

### **2. Wawancara**

Setelah meninjau dan memeriksa langsung, kemudian mengadakan wawancara dengan pembimbing praktik kerja lapangan diperusahaan, guna melengkapi bahan-bahan yang kurang

### **3. Studi Buku**

Penulis mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan bidang pemeliharaan lokomotif CC201 yang berhubungan dengan judul artikel ini dan sebagai bahan referensi.

## **IV.PEMBAHASAN**

### **1. Faktor –Faktor Kerusakan Gear Box**

#### **➤ Di Sebabkan Adanya Getaran**

Getaran yang terlalu berlebihan membuat

- Kondisi yang tak seimbang antara roda gigi dengan pinion gear tidak statis dan dinamis.
- Terjadinya cacat / crash pada roda gigi, sehingga menyebabkan putaran yang tidak stabil
- Terjadinya kelonggaran pada baut yang terpasang pada gear box, dikarenakan getaran yang berlebihan.

- Disebabkan Adanya Gesekan
  - Adanya perubahan bentuk ( Deformasi ) sehingga roda gigi dengan pinion gear membangkitkan over heat
  - Adanya kebocoran atau retak pada bagian-bagian gear box meyebabkan level pelumas berkurang.
- Usia Pakai Terlalu Lama( Penuan )

## 2. Dampak Kerusakan Gear Box

Kerusakan pada sistem transmisi/gearbox menyebabkan kinerja lokomotif melemah,dan terhambatnya proses beroperasinya lokomotif.

## V. KESIMPULAN

Dari faktor penyebab utama terjadinya kerusakan pada transmisi (Gearbox) ialah

- a. Getaran yang berlebihan sehingga menyebabkan ketidakstabilannya antara poros dengan roda gigi.
- b. Adanya perubahan bentuk ( Deformasi ) pada roda gigi dengan pinion gear.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maintenance Instruction, Volume 2: ELECTRICAL EQUIPMENT MAINTENANCE MANUAL, GE Transportation System
- [2] Diktat Pemeliharaan Lokomotif CC 201 & 203
- [3] Manual Book GE (GENERAL ELECRIC)

## Rancang Bangun Efisiensi Sistem Kontrol Daya Menggunakan Kipas Angin Pada Suatu Ruang

Shamtono Rhamdoni<sup>4</sup>; Moamar Reza<sup>2</sup>; Morina Tampubolon<sup>3</sup>; Dian Hapsari S<sup>1</sup>; Idrus Assagaf<sup>5</sup>.

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta

[kurai.cho@gmail.com](mailto:kurai.cho@gmail.com)

### Abstrak

Pada masa globalisasi sekarang ini perlu adanya efisiensi atau penghematan energi di dunia khususnya di Indonesia. Energi fosil di Indonesia sangat melimpah tapi suatu saat energi fosil akan habis, maka harus dilakukan penghematan energi. Energi fosil bisa dikonversi menjadi energi listrik. Telah banyak usaha untuk menghemat energi listrik salah satunya dengan alat pengontrol kipas angin.

Kipas angin merupakan salah satu alat pendingin ruangan yang sangat penting pada suatu ruangan. Penghematan menggunakan kipas angin dilakukan dengan menghidupkan kipas di ruangan jika ada pengguna ruangan dan mematikannya jika tidak ada pengguna ruangan. Teknisnya sistem kontrol pada kipas angin ini memanfaatkan gerakan buka dan tutup pintu. Pintu masuk dijadikan saklar on dan pintu keluar dijadikan saklar off pada kipas angin tersebut.,

Jumlah kipas yang berfungsi berdasarkan perhitungan aktifnya sensor *limit switch* yang dihubungkan dengan mikro kontroler yang telah diprogram dengan perhitungan tertentu.

Jika dengan memakai sistem kontrol tersebut maka penggunaan daya listrik lebih efisien karena tanpa sistem kontrol maka kipas angin secara terus-menerus akan berfungsi yang mengakibatkan penggunaan daya listrik tidak efisien. Dalam penelitian ini kami memakai asumsi tegangan 1 kipas angin adalah 12 volt tanpa adanya losses, dan efisiensi listrik yang di dapat adalah 50 %.

Kata kunci: Efisiensi energi, Kipas angin, Mikro kontroler, Daya listrik, Efisiensi energi listrik.

### Abstract

In this globalization era, energy efficiency is needed especially in Indonesia. Indonesia has a lot of energy source especially fossil fuel but someday that kind of fuel can be used up. Fossil fuel can be converted to electrical energy. There have been many efforts to conserve electrical energy. For example: fan control device.

Fan is used to cool a room. Conservation by using fan is done by turn on the fan in a room if there's a person and turn off if there's no one in a room. Control system, which is used in fan, utilizes open-and-close-the-door movement. The entrance becomes on switch and the exit becomes off switch in fan. The total of fan which is in function based on calculation of the activate limit switch sensor is connected with micro controller which has been programmed with some calculations.

If we use control system in above then the use of electrical power is more efficient because without control system the fan will work continuously. It results non-efficient in the use of electrical power. In this observation, we assume the voltage of 1 fan is 12 volts without any losses, and electrical efficiency which we get is 50%

Keywords: Energy efficiency, Fan, Micro controller, Electrical power, Energy conservation

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Penghematan energi listrik diperlukan terutama karena energi listrik salah satunya berasal dari sumber energi fosil, yang lama kelamaan akan habis. Penggunaan listrik di dalam suatu ruang gedung adalah contoh kecil dari upaya penghematan energi.

Manajemen energi adalah salah satu cara untuk melakukan penghematan energi di dalam suatu gedung. Penghematan energi listrik di gedung meliputi sistem pencahayaan, sistem tata udara dan sistem penghematan listrik. Salah satu cara penghematan energi adalah mengatur pemakaian energi listrik.

Pengaturan pemakaian listrik dilakukan dengan sikap manusia dan penggunaan alat kontrol. Sikap manusia seringkali mengakibatkan *human error*, penggunaan alat kontrol sangatlah tepat untuk mengantisipasi *human error*. Walaupun penggunaan alat kontrol mempunyai kelemahan yaitu mempunyai *lifetime*, hal tersebut dapat diantisipasi dengan perawatan secara kontinyu.



Sistem kontrol merupakan sebuah sistem yang terdiri atas satu atau beberapa peralatan yang berfungsi untuk mengendalikan sistem lain yang berhubungan dengan sebuah keluaran yang diinginkan. Dalam suatu industri, semua variabel untuk proses seperti daya, temperatur dan laju aliran air harus dipantau setiap saat. Bila variabel untuk proses tersebut berjalan tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka sistem kontrol dapat mengendalikan proses tersebut sehingga sistem dapat berjalan kembali sesuai dengan yang diharapkan.

Menanggapi hal ini maka dibuatlah rancangan sebuah simulasi kontrol sistem kelistrikan suatu ruangan dengan media miniatur kipas angin yang dikontrol oleh mikro kontroler dengan sensor *limit switch*. Tujuan eksperimen ini adalah membandingkan penggunaan sistem alat kontrol dengan tanpa alat sistem alat kontrol akan terlihat perbedaan penggunaan daya ( W ) listrik.

## II. EKSPERIMEN

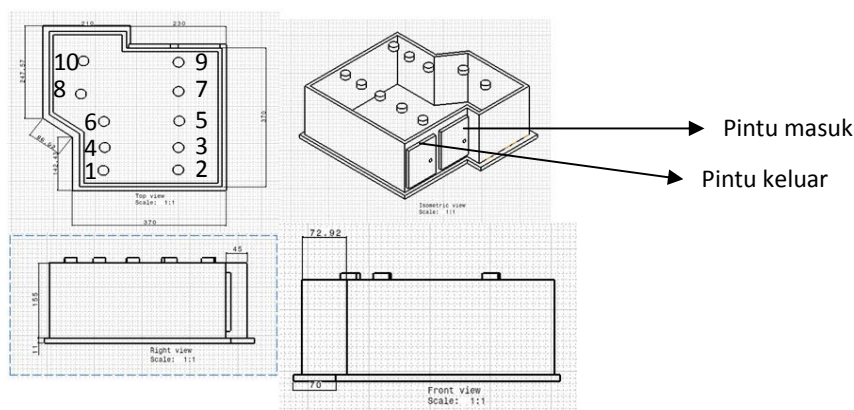
Percobaan dilakukan dengan cara pengukuran tegangan, arus, daya serta waktu. Hasil yang di ukur adalah membandingkan penggunaan tegangan , arus, daya serta waktu dengan alat sistem control yang di rancang dan penggunaan tegangan, arus, daya serta waktu tanpa alat sistem control.

Studi eksperimental ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut

1. Pembuatan maket sesuai ukuran yang telah di rancang.
2. Pembuatan rangkaian sistem control.
3. Pemograman sistem logika control mikro kontroler
4. Percobaan sistem control mikrokontroler terhadap miniatur kipas.
5. Instalasi miniatur di maket.
6. Lakukan pengetestan alat sistem control, jika berfungsi dengan baik lakukan pengukuran
7. Ukur penggunaan tegangan, arus, daya dengan waktu 3 jam tanpa alat sistem control.
8. Ukur penggunaan tegangan, arus, daya dengan waktu 3 jam menggunakan alat sistem control jumlah kipas angin yang dihidupkan.
9. Bandingkan hasil ke dua data tersebut, dan lakukan analisis.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rancangan Design Maket Ruangan



Gambar 1 . Gambar rancangan maket.

Table 1. Logika kontrol kipas angin

No	Gerakan Pintu Masuk	Kipas Berfungsi
1	0	0
2	1	2
3	2	2
4	3	2
5	4	4
6	5	4
7	6	6
8	7	6
9	8	8
10	9	8
11	10 an seterusnya	10

Gerakan pintu masuk = 1 gerakan sehingga mengaktifkan sensor limit switch.

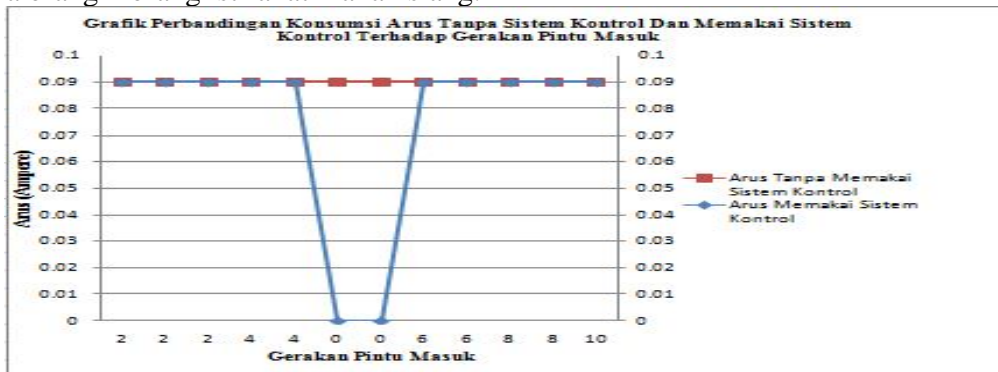
### 1. Hasil pengukuran konsumsi energy listrik tanpa memakai sistem kontrol.

No	Gerakan Pintu Masuk	Jumlah kipas	Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya ( W )	Daya tiap jam (Kwh)	Jumlah yang harus Dibayar ke PLN ( 1Kwh x 415 Rp)
1	1	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
2	2	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
3	3	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
4	4	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
5	5	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
6	0	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
7	0	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
8	6	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
9	7	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
10	8	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
11	9	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
12	10	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
Total Waktu			3 Jam					
Total Kwh ( Rp )								13.446

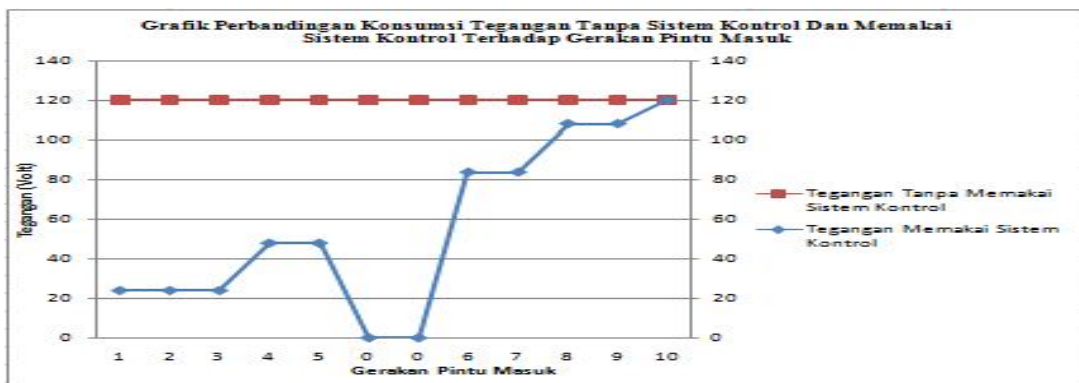
2. Hasil pengukuran konsumsi energy listrik memakai sistem kontrol.

No	Gerakan Pintu Masuk	Jumlah kipas	Waktu (Jam)	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya (W)	Daya Listrik (Kwh)	Jumlah yang harus Dibayar ke PLN (1Kwh x 415 Rp)
1	1	2	0.25	24	0.09	2.16	0.00054	0.2241
2	2	2	0.25	24	0.09	2.16	0.00054	0.2241
3	3	2	0.25	24	0.09	2.16	0.00054	0.2241
4	4	4	0.25	48	0.09	4.32	0.00108	0.4482
5	5	4	0.25	48	0.09	4.32	0.00108	0.4482
6	0	0	0.25	0	0	0	0	0
7	0	0	0.25	0	0	0	0	0
8	6	6	0.25	84	0.09	7.56	0.00189	0.78435
9	7	6	0.25	84	0.09	7.56	0.00189	0.78435
10	8	8	0.25	108	0.09	9.72	0.00243	1.00845
11	9	8	0.25	108	0.09	9.72	0.00243	1.00845
12	10	10	0.25	120	0.09	10.8	0.0027	1.1205
Total Waktu			3 Jam					
Total Biaya Kwh (Rp)								6.2748

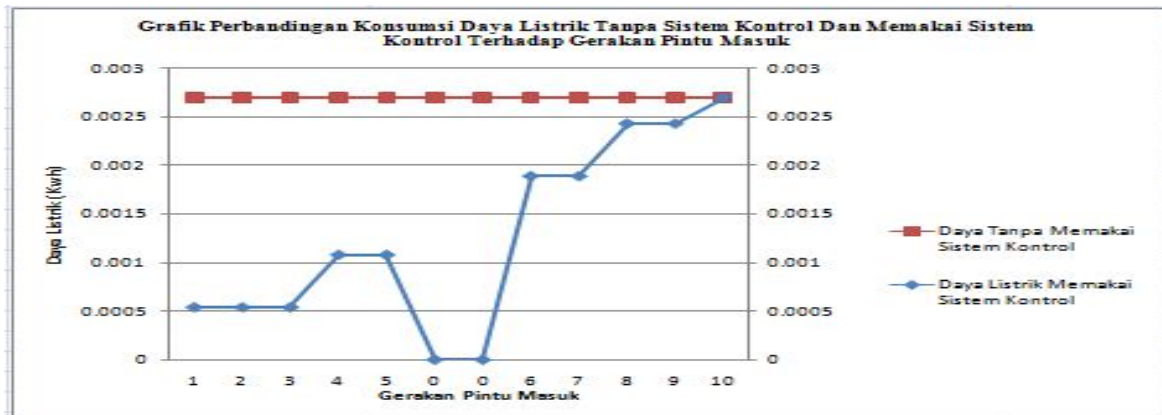
Ket : Nomor 6 dan 7 di asumsikan semua orang keluar ruangan sehingga kipas Off atau dalam aplikasinya orang – orang istirahat makan siang.



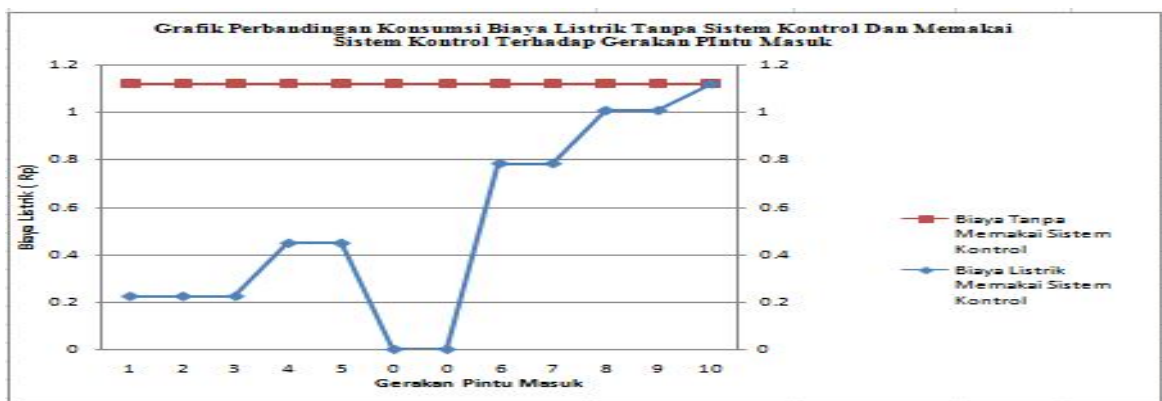
Gambar. 1 Grafik Perbandingan Konsumsi Arus Tanpa Sistem Kontrol Dan Memakai Sistem Kontrol Terhadap Gerakan Pintu Masuk.



Gambar. 2 Grafik Perbandingan Konsumsi Tegangan Tanpa Sistem Kontrol Dan Memakai Sistem Kontrol Terhadap Gerakan Pintu Masuk.



Gambar. 3 Grafik Perbandingan Konsumsi Daya Listrik Tanpa Sistem Kontrol Dan Memakai Sistem Kontrol Terhadap Gerakan Pintu Masuk.



Gambar. 4 Grafik Perbandingan Konsumsi Daya Listrik Tanpa Sistem Kontrol Dan Memakai Sistem Kontrol Terhadap Gerakan Pintu Masuk.

Hubungan antara tegangan, daya dan arus.

$$P = V.I$$

Dimana P = Daya listrik ( Kwh)

V= Tegangan (Volt)

I = Arus ( Ampere).

Contoh perhitungan alat.

a.  $P = V.I$

$$V = 24 \text{ V}$$

$$I_f = 0.09 \text{ A}$$

$$P = 24 \times 0.09 = 2.16 \text{ W}$$

$$W = P.t$$

T diasumsikan selama 3 jam.

$$t = 3 \text{ jam}$$

$$= \frac{3 \times 60}{12 \times 60} = 0.25 \text{ menit}$$

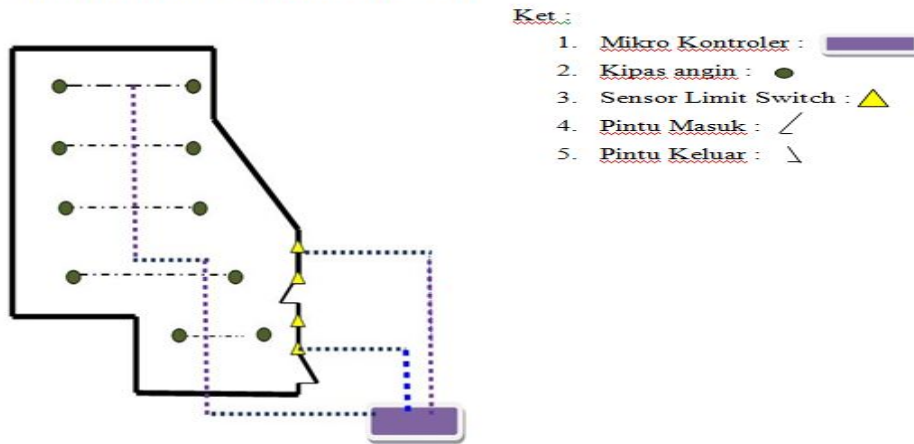
$$W = 2.16 \text{ W} \times 0.25 = 0.54 \text{ Watt}$$

$$= 0.54/1000$$

$$= 0.00054 \text{ Kwh}$$

$$\text{Biaya Per Kwh Rp. } 415/\text{Kwh (Tarif Dasar Listrik 2013)} = 0.00054 \times 415 = \text{Rp.}0.2241$$

## DESIGN DIAGRAM PENGKAWATAN



Gambar 5. Rancangan Diagram Pengawatan.

## IV. KESIMPULAN

- a. Grafik tegangan, arus dan daya listrik yang terukur rangkaian tanpa sistem kontrol mengalami kenaikan sesuai waktu sehingga biaya lebih kecil.
- b. Didapat konsumsi tegangan, daya listrik dan biaya listrik lebih hemat memakai rangkaian sistem kontrol.
- c. Dari hasil asumsi perhitungan di dapat Kwh di dapat Rp 13.4 dan tanpa sistem kontrol Rp 6,27 atau efisiensi listrik yang di dapat adalah 50 %.

## V. PUSTAKA

- [1] Dwi, Wijayanti. "Sistem Kendali" . 3-4 .PNJ;2005
- [2] Budiharjo, Widodo. "Elektronika Digital + Mikrokontroler" 295;CV ANDI OFSFFSET. ;2010.
- [3] Badan Sertifikasi Nasional. 2000. "SNI ( Standart Nasional Indonesia) Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung";BSN;3;2000.
- [4] <http://listrikdirumah.files.wordpress.com/2013/12/tarif-tenaga-listrik-2013.jpg?w=458&h=1024> (diunduh pada tanggal 10 April 2014)

## Analisa Kekuatan Cekam Rancangan Welding Jig Rotary Rangka Down Tube

Pebrian Rahman Hakim<sup>1</sup> ; Rayhan<sup>1</sup> ; R.Grenny Sudarmawan<sup>2</sup>

Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
[pebrian7@gmail.com](mailto:pebrian7@gmail.com) ; [rayhan\\_balweel@yahoo.com](mailto:rayhan_balweel@yahoo.com)

### Abstrak

Pada perancangan welding jig dilakukan dua tahap, yaitu penggambaran dan perhitungan desain. Pada studi ini ditujukan untuk menganalisa kekuatan cekam sebuah clamp pada rancangan welding jig rotary rangka down tube sepeda motor proses pengelasan. Pada proses pengelasan tersebut digunakan las robot sehingga diperlukan clamp yang kuat agar tidak terjadi getar pada produk pada saat proses pengelasan. Jadi dilakukan analisa perhitungan pada kekuatan cekam pada clamp untuk mengetahui apakah clamp itu sudah memenuhi standar kekuatan cekam clamp. Apabila tidak memenuhi standar yang dibutuhkan maka dilakukan perbaikan.

Kekuatan cekam clamp tersebut memiliki standar yaitu  $\geq 30$  [kgf] untuk welding jig rotary. Dari hasil perhitungan analisa kekuatan cekam clamp, yaitu part No. 15 sebesar 25.568 [kgf]. Dari hasil tersebut clamp dinyatakan "NG" dan harus dilakukan perbaikan. Setelah melakukan perbaikan, didapatkan data kekuatan cekam clamp, yaitu part No. 15 sebesar 31.64 [kgf].

Kata kunci : kekuatan cekam clamp, welding jig rotary dan rangka down tube.

### Abstract

On the design of welding jig is done in two stages, which draw and calculation design. In the present study aimed to analyze dibble strength a clamp on the welding jig design rotary frame down tube motorcycle for welding process. In the welding process used welding robot so needed a strong clamp to prevent vibration in the product during the welding process. So done analysis calculation in force dibble on clamp to know whether clamp is standart power dibble clamp. If out of standarts required then done improvement.

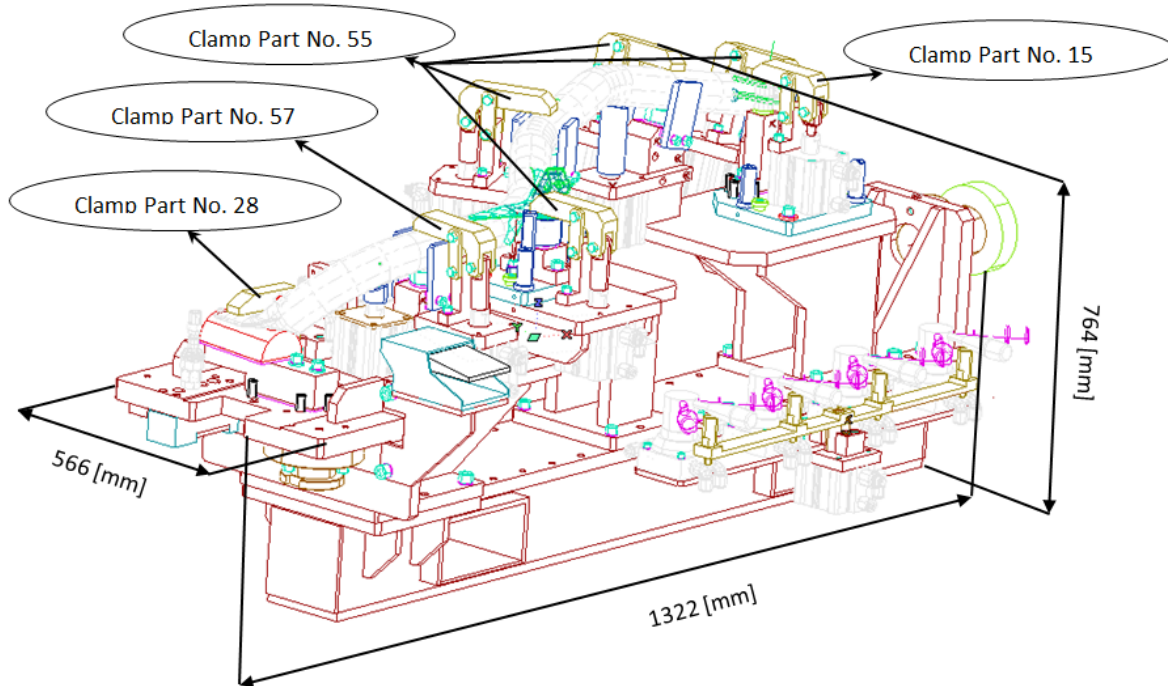
Dibble strength have a standard that is  $\geq 30$  [kgf] for a rotary welding jig . From analysis of the calculation results dibble strength clamp, which is part No. 15 amounted to 25.568 [kgf]. From these results the clamp declared "NG" and must be repaired. After making the repairs, the data obtained dibble strength clamp, which is part No. 15 amounted to 31.64 [kgf].

Keywords : Dibble strength clamp, welding jig rotary and frame down tube.

## I. PENDAHULUAN

Jig adalah tipe alat *custom-made* dan digunakan untuk mengontrol lokasi atau gerakan alat lain. Tujuan utama jig adalah untuk memberikan repeatabilitas, akurasi dan pertukaran dalam pengerjaan produk.<sup>[1]</sup> Jig dapat digunakan pada segala pengerjaan manufaktur, seperti permesinan, pengelasan, pengecatan dan lain-lain.

Welding jig ialah alat bantu untuk mempermudah dalam pengelasan. Dalam welding jig ini terdapat bagian terpenting yang mempengaruhi hasil pengelasan, yaitu clamp. Clamp adalah sebuah bagian yang berfungsi untuk mencekam produk yang akan dilas, bertujuan agar tidak terjadi pergeseran dan getaran. Karena itu fungsi clamp sangat penting pada rancangan ini, maka dilakukan analisa perhitungan pada clamp tersebut untuk mengetahui apakah clamp tersebut memenuhi standar kekuatan cekam atau tidak. Standar kekuatan cekam yang harus dipenuhi pada clamp, yaitu melebihi 30 [kgf]. Jika tidak memenuhi standar, maka dilakukan perbaikan. Dibawah ini adalah gambar welding jig rotary dari suatu perusahaan dan akan dianalisa pada studi ini.



Gambar 1. Welding Jig Rotary Rangka Down Tube

### Perumusan Masalah

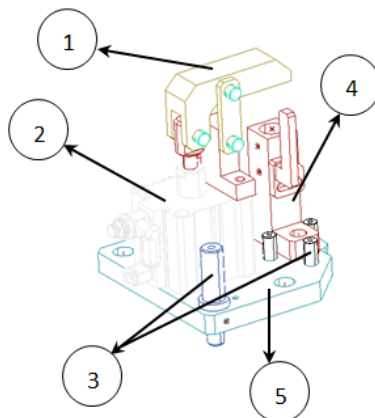
Bagaimana mengetahui apakah clamp tersebut memenuhi standar kekuatan cekam yang ada?  
Bagaimana memperbaiki rancangan clamp pada pencekaman?

### Tujuan

Pada analisa ini bertujuan untuk mendapatkan data analisa kekuatan cekam clamp pada rancangan welding jig ini untuk mengetahui apakah sudah sesuai standar.

## II. TEORI

Dibawah ini adalah bagian-bagian clamp beserta penjelasan fungsinya :



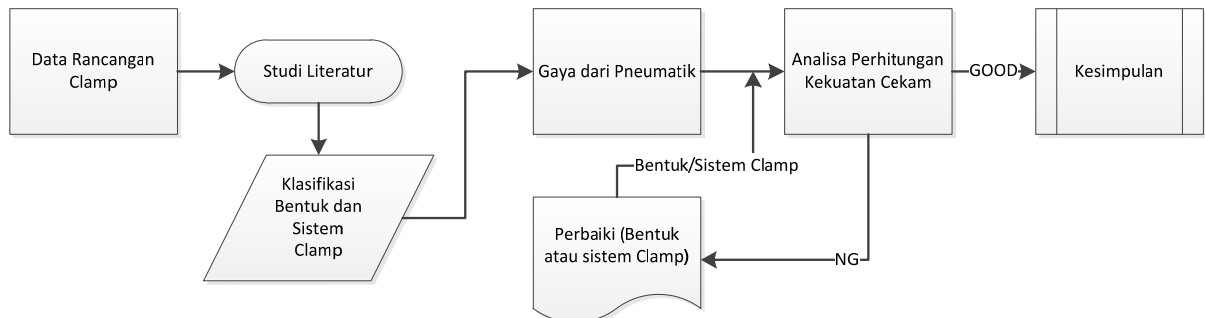
Gambar 2. Bagian-bagian Clamp

1. Clamp arm  
Clamp arm adalah bagian yang paling penting pada clamp, karena fungsinya sebagai pencekam dan penerus gaya dari pneumatic. Material yang digunakan pada benda ini, yaitu SS 400. Berdasarkan JIS G3101, SS 400 memiliki *tensile strength* 400-510 [MPa].
2. Pnuematik  
Pnuematik pada clamp ini berfungsi sebagai sumber energi untuk melakukan pencekaman. Pnuematik yang digunakan pada benda ini, yaitu Cylinder type SSD-5030 CKD.



3. Pin Dowel  
Pin dowel digunakan untuk menjaga agar antar komponen-komponen tidak kehilangan datum saat dibuka dan dipasang kembali.
4. Stand  
Stand pada clamp ini berfungsi sebagaiudukan produk yang akan dicekam dan penahan.
5. Plat  
Plat berfungsi untuk dudukan untuk semua bagian. Plat presisi ini memiliki permukaan yang sangat rata.

### III. METODE RANCANGAN



Gambar 2. Metode Rancangan

Penjelasan Metode Rancangan :

#### **Data Rancangan Clamp**

Berupa data-data seperti dimensi, material dan cara kerja clamp.

#### **Studi Literatur**

Berupa referensi atau panduan dari perusahaan atau buku-buku yang berhubungan dengan clamp.

#### **Klasifikasi Bentuk dan Sistem Clamp**

Pengamatan bentuk dan cara kerja pada tiap-tiap clamp yang akan di analisa.

#### **Gaya dari Pneumatik**

Pneumatik yang berperan sebagai sumber tenaga untuk clamp dihitung gaya keluarannya.

#### **Analisa Perhitungan Kekuatan Cekam**

Pada tiap-tiap clamp dihitung kekuatan cekamnya.

#### **Perbaikan Bentuk atau Sistem Clamp**

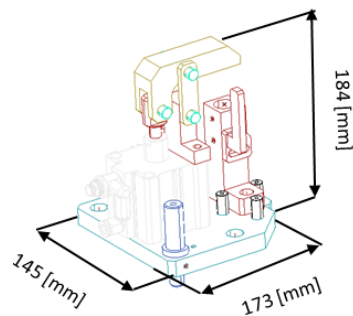
Dilakukan rancang ulang bentuk atau sistem clamp jika ada kekuatan cekam yang tidak memenuhi standar ketika dilakukannya perhitungan kekuatan cekam clamp.

#### **Kesimpulan**

Hasil analisa ini disimpulkan untuk pembelajaran kedepannya.

### IV. KONSEP DAN ANALISIS RANCANGAN

Data Rancangan Clamp



Gambar 4. Clamp Part No. 15



### Cara Kerja Clamp

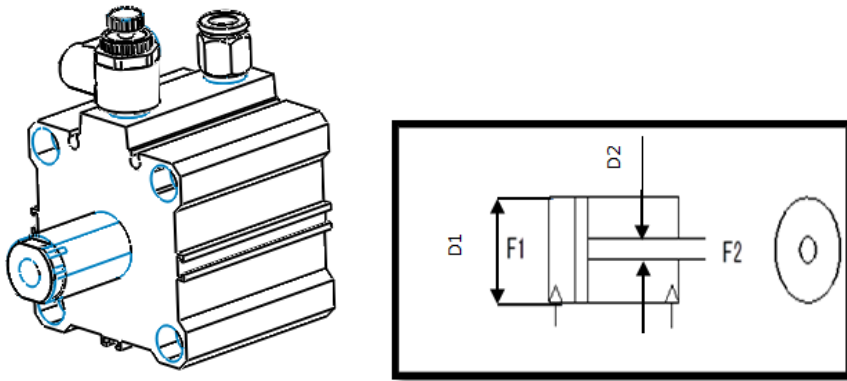
Saat handle pneumatic di aktifkan, silinder dalam tabung akan mendapatkan gaya tekan dari fluida, yang mendorong sisi bagian clamp bergerak dan mencekam produk.

### Material Clamp

Material pada clamp ini ialah SS 400 yang memiliki *tensile strength* 400 – 510 [MPa] [2]

### Gaya dari Pneumatik

Pada welding jig rotary ini menggunakan Cylinder type SSD-5030 CKD sebagai gaya untuk clamp.



Gambar 5. Pnuematik pada Clamp

Dimana:

$P = 4.5 \text{ [kgf/cm}^2\text{]}$  (Standar Perusahaan)

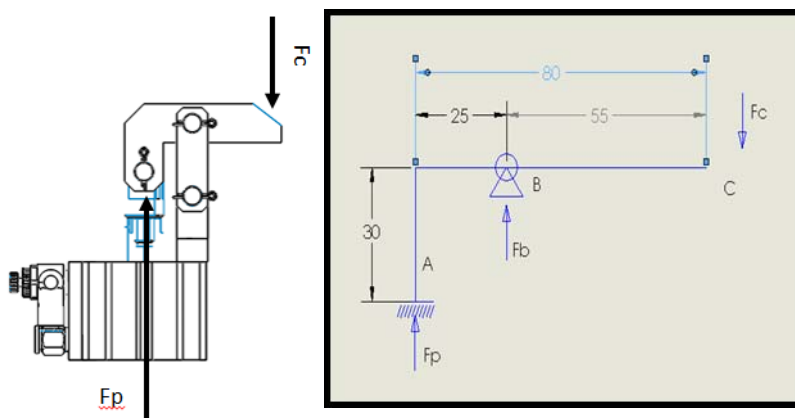
Diameter silinder 1 =  $50 \text{ [mm]} = 5 \text{ [cm]}$

Diameter silinder 2 =  $30 \text{ [mm]} = 3 \text{ [cm]}$

Berdasarkan hukum pascal<sup>[3]</sup> dengan perumusan  $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$  didapatkan gaya keluaran pneumatik ini sebesar  $56.25 \text{ [kgf]}$ .

### Analisa Perhitungan Kekuatan Cekam

Terdapat 7 Clamp pada welding jig rotaty ini, yang terdiri dari 4 bentuk clamp. Tetapi dalam studi ini clamp yang akan di analisa ialah clamp part no.15 :

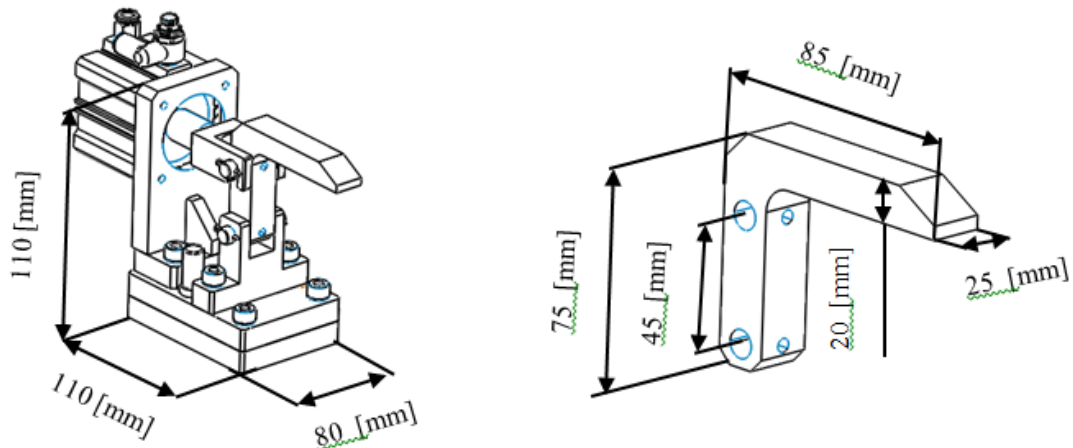


Gambar 6. Clamp Part No. 15 dan Free Body Diagram

Dalam konsep keseimbangan  $\sum M = 0$ , pada clamp part no.15 dapat dihasilkan perhitungan gaya cekam sebesar  $25.568 \text{ [kgf]}$ .

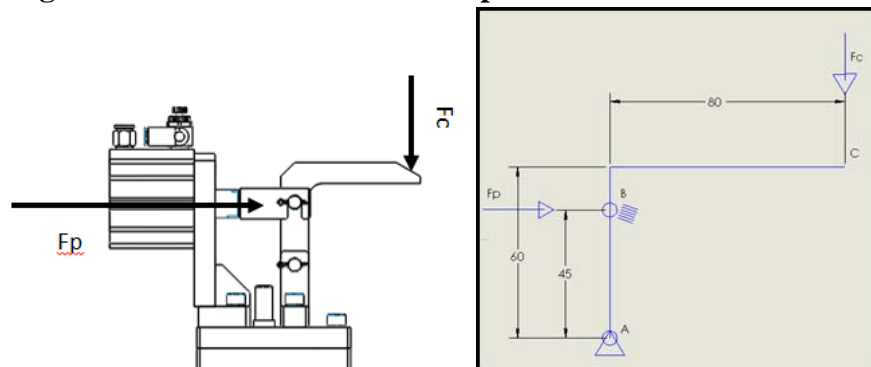
### Perbaikan Bentuk atau Sistem Clamp

Dari hasil perhitungan didapatkan gaya cekam sebesar  $25.568 \text{ [kgf]}$ . Karna hasil dari perhitugan  $\leq 30 \text{ [kgf]}$ , maka dinyatakan clamp tersebut “NG”. Selanjutnya akan dilakukan perbaikan, seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. Perbaikan Clamp Part No. 15

### Analisa Perhitungan Kekuatan Cekam Setelah diperbaiki



Gambar 8. Perbaikan Clamp Part No. 15 dan Free Body Diagram

Dalam konsep keseimbangan  $\sum M = 0$ , pada clamp part no.15 setelah diperbaiki dapat dihasilkan perhitungan gaya cekam sebesar 31.64 [kgf].

### V. KESIMPULAN

Dari hasil analisa kekuatan cekam clamp dan perbaikan clamp pada rancangan welding jig rotary rangka down tube, dapat disimpulkan bahwa :

- Standar kekuatan cekam, yaitu  $\geq 30$  [kgf].
- Jika ditemukan clamp yang mempunyai kekuatan cekam  $\leq 30$  [kgf], maka dilakukan perbaikan.
- Pada welding jig rotaty rangka down tube terdapat 7 clamp, yang terdiri part No. 15, 28, 55 (ada 4) dan 57.
- Kekuatan cekam clamp part No. 15 sebesar 25.568 [kgf] dan dinyatakan “NG”.
- Setelah dilakukan perbaikan kekuatan cekam clamp part No. 15 menjadi sebesar 31.64 [kgf] dan dinyatakan “GOOD”.

### VI. DAFTAR PUSTAKA

- Erik Karl, Henriksen (1902). *Jig and Fixture Design Manual*. New York.
- The Institution of Production Engineers 146 (1973). *Jig and Fixture Design*. London. Wikibuku (2013). Hukum Pascal. From : [http://id.wikibooks.org/wiki/RumusRumus\\_Fisika\\_Lengkap/Gaya\\_dan\\_tekanan](http://id.wikibooks.org/wiki/RumusRumus_Fisika_Lengkap/Gaya_dan_tekanan)



## Rancang Bangun Dudukan Multifungsi Sebagai Penyangga Saat Perbaikan Power Train Alat Berat

Abdul Gufron<sup>1</sup>; B.S. Rahayu Purwanti<sup>2</sup>

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

2. Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Baru Universitas Indonesia Depok

[gufon749@gmail.com](mailto:gufon749@gmail.com)

### Abstrak

Biaya operasional alat berat sangat mahal meliputi biaya perawatan, bahan bakar, dan *spare part*. Untuk merawat alat berat kita harus memperhatikan sisi keselamatan terutama saat alat berat tersebut diperbaiki. Kita memerlukan alat bantu (*tool khusus*) untuk mempermudah saat perbaikan alat berat dibenkel kerja. Dari komponen alat berat yang memerlukan tool khusus seperti. Transmisi, *torque converter*, *final drive power train*

Khusus untuk perbaikan komponen alat berat yaitu *power train*. Kita memerlukan alat bantu berupa dudukan multifungsi untuk komponen tersebut. Agar mempermudah proses perbaikan, lebih aman, dan dapat melakukan standart operasi pekerjaan (SOP) sesuai dengan buku panduan manual. Hasil yang diharapkan yaitu kekuatan bahan yang mampu menopang beban sebesar 2000 kg.

Kata-kata kunci : biaya perawatan, tool khusus, kekuatan, perbaikan, keamanan, standart operasi

### Abstract

The cost of heavy equipment is very expensive operational such as the cost of maintenance, fuel, and spare parts. To take care of the heavy equipment we have to pay attention to the safety side, especially when the machine is repaired. We need tools (special tools) to make it easier to repair heavy equipment in the workshop. Of heavy equipment components that require special tools. Transmission, torque converter, final drive (power train).

Special to repair heavy equipment components, namely the power train. We need a tool holder for component multifunctional stretcher. In order to facilitate the repair process, more secure, and able to perform standard operations occupations (SOP) according to the user's manual. The result that hope is maximum load on the equipment is 2000 kg.

Keywords: cost of care, special tools, strength, repair, security, standard operating

## I. PENDAHULUAN

Alat berat menunjang operasional tambang kapur. Alat berat digunakan pada loading dan hauling. Alat berat umumnya bekerja 16 jam per hari. Potensi kerusakan alat berat besar karena masa guna alat yang lama. Kerusakan alat utama berupa engine, power train, dan lain lain. Kerusakan harus segera diperbaiki untuk menunjang operasional.

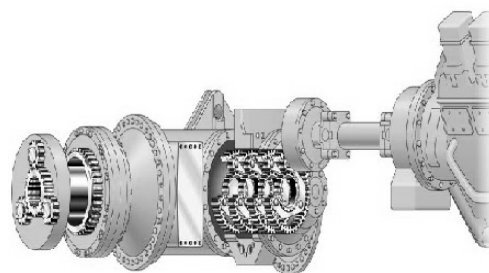
Perbaikan power train pada alat berat yang dilakukan di bengkel. Proses perbaikan melibatkan balok kayu sebagai dudukan. Penggunaan balok kayu tidak aman bagi mekanik sebagai pelaksana perbaikan. Dudukan balok kayu menyebabkan power train mudah terjatuh dan terguling mengakibatkan komponen berpotensi rusak, dan menimpa mekanik. Kerusakan power train berupa seal bocor, gear dan bearing pecah, dan lain-lain. Dudukan multifungsi yang lebih kuat dan aman diperlukan untuk menghindari kerusakan power train.

Dudukan multifungsi yang dibuat dari besi lebih kuat dan aman dari balok kayu. Dudukan multifungsi yang dilengkapi baut pengunci mengamankan proses perbaikan power train. Dudukan multifungsi mengurangi potensi jatuh, menimpa mekanik, dan mempermudah perbaikan. Pembuatan dudukan mempertimbangkan beban maksimal power train.

## II. TEORI

Power train merupakan sistem yang meneruskan power dari engine sampai ke final drive.

Kerusakan power train membutuhkan waktu yang lama untuk perbaikan. Dudukan multifungsi meminimalisir waktu dan bahaya saat perbaikan.



Gambar 1. Power Train

### Komponen Power Train

Pada dasarnya komponen utama powertrain terdiri dari:

- *Flywheel clutch/torque converter*
- *Direct drive/power shift transmission*
- *Differential/bevel gear*

Rumus moment bending

$$mb = \frac{f \times l}{8}$$

Rumus bending stress

$$\sigma_b = \frac{mb}{w}$$

Rumus moment buckling angle steel

$$F_{bu, allow} = \frac{\pi^2 E I}{l^2 a u v}$$

Rumus moment buckling pipa

$$l = \frac{\pi^2 (P^4 - a^4)}{64}$$

### III. METODOLOGI

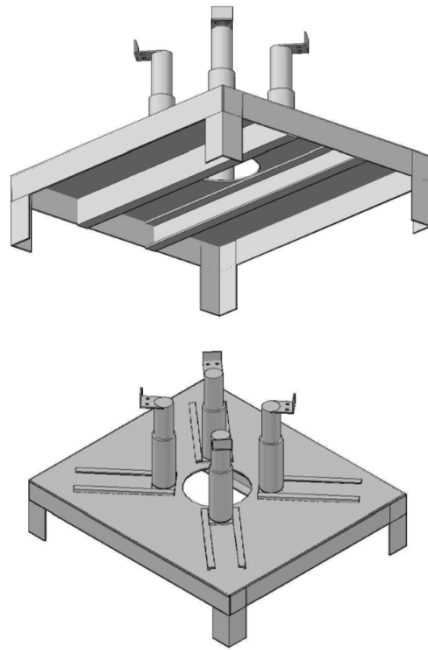
Pelaksanaan penelitian, ada beberapa metode yang digunakan meliputi :

- 1) Metode kepustakaan, dicari sumber informasi terkait masalah yang pernah terjadi dan efeknya.
- 2) Metode Pengamatan terhadap pekerjaan yang telah diterapkan di bengkel kerja alat berat. Informasi ini dipelajari dari hasil observasi guna mempermudah penyelesaian masalah.
- 3) Merencanakan jadwal serta merancang dudukan multifungsi berdasarkan informasi yang diperoleh dari karyawan
- 4) Rumus bangun pada dudukan multifungsi .Pengujian alat untuk mengetahui kekurangannya.
- 5) Kalibrasi alat supaya sesuai dengan *power train* yang diletakan di atas dudukan multifungsi.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Desain

Beban yang bisa ditumpu oleh alat sebesar 20000 N. Gambaran dari alat tersebut yaitu:



Gambar 5. Desain dudukam multifungsi.

## 2. Pehitungan Pembebanan Alat

- ✓ Moment bending steel plate

$$mb = \frac{f \times l}{8}$$

$$= \frac{3000kg \times 10 \times l \times 1,22m}{8}$$

$$= 3050 \text{ Nm}$$

$$= 305000 \text{ Ncm}$$

- ✓ Bending stres pada steel plate

$$\frac{290}{8} = 96,7 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{mb}{w}$$

$$w = \frac{mb}{\sigma_b}$$

$$\frac{305000 \text{ N/cm}}{96,7 \text{ N/mm}^2} = 3154,1$$

$$\frac{305000 \text{ N/cm}}{9670 \text{ N/cm}^2} = 31,54 \text{ cm}^3$$

$$W_x = \frac{w \times h^3}{6}$$

$$31540 = \frac{1220 \times h^3}{6}$$

$$h = \frac{\sqrt[3]{31540 \times 6}}{6} = 12,4 \text{ mm}$$

- ✓ Bending stres pada steel angle

$$W = \frac{mb}{\sigma_b}$$

$$\frac{305000 \text{ Ncm}}{96,7 \text{ N/mm}^2}$$

$$\frac{305000 \text{ Ncm}}{9670 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}}$$

$$= \frac{31,54 \text{ cm}^3}{4} = 7,885$$

Berdasarkan DIN EN 10056-1 steel angle 70x70x7

- ✓ Bending stres pada angle steel

$$W = \frac{mb}{\sigma b}$$

$$A = \pi r^2 \frac{205000 \text{ N/cm}}{9670 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

Berdasarkan DIN EN 1026-1 steel channel 60

- ✓ Moment buckling angle steel

$$F_{bu, allow} = \frac{\pi^2 \times E \times I}{i^2 \times k \times v}$$

$$\frac{3,14 \times 216 \times 177 \frac{\text{mm}^4}{\text{cm}^4}}{324 \times 3}$$

$$\frac{3,12 \times 216 \frac{\text{KN/mm}^2 \times 177 \text{ mm}^4}{324 \text{ mm} \times 3}}$$

$$\frac{3,12 \times 216 \frac{000000 \text{ N/mm}^2 \times 177 \text{ mm}^4}{(32,4 \text{ cm})^2 \text{ mm} \times 3}}{120048480000 \text{ N cm}^2}$$

$$3149,28 \text{ cm}^2$$

$$= 38119341,5 \text{ N}$$

- ✓ Moment buckling pada pipa

$$I = \frac{\pi^2 (D^4 - d^4)}{64}$$

$$I = \frac{3,14 (8^4 - 7^4)}{64}$$

$$I = \frac{\pi^2 (4096 - 2401)}{64}$$

$$= 83,16094$$

$$I = \frac{3,14 \cdot 216 \cdot 88,2 \text{ cm}^4}{604 \times 3}$$

$$\frac{3,12 \times 216 \frac{\text{KN/mm}^2 \times 88,2 \text{ mm}^4}{604 \text{ mm} \times 3}}$$

$$\frac{3,12 \times 216 \frac{000000 \text{ N/mm}^2 \times 88,2 \text{ mm}^4}{(604 \text{ cm})^2 \times 3}}{66429668000 \text{ N cm}^2}$$

$$7020,40 \text{ cm}^2$$

$$= 7404988,66213 \text{ N}$$

## V. KESIMPULAN

Beban maksimal power train sebesar 20000 N. Alat ini dibuat dari angle steel 100X100X10, pipa D=80mm d=70mm, chanel 100mm, steel plate 8mm yang mampu menahan moment buckling 38.119.341,5 N. Nilai ini lebih besar dari beban maksimal power train, sehingga aman digunakan.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Douzi Imran Khan1, . S. (2012). Automotive Transmission System Design Based On Reliability Parameters. *Journal of Reliability and Statistical Studies*, 5, 59-76.
- [2] Vincent Freyermuth, E. F. (2008). Comparison of Powertrain Configuration for Plug-in HEVs from a Fuel Economy Perspective. *2008-01-0461* .
- [3] Anthony H. Heap, W. B. (2009). Method And Apparatus For Determination Of East Actuatingengine Torque For A Hybridpowertrain System . *US 2009/0118971 A1*,

## Modifikasi Posisi Motor *Hoist* Sebagai Upaya Mengurangi Kerusakan Bearing *Sheave Roll Hoist* pada *Quay Crane* di Terminal Peti Kemas

Adhitya Septrian M. ; M. Faris Ramadhan ; Dianta Mustofa K  
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
[mfarisr@yahoo.com](mailto:mfarisr@yahoo.com)

### Abstrak

*Quay Crane Container* adalah alat utama yang digunakan untuk pemindah peti kemas atau container dari kapal (laut) menuju terminal (darat). *Quay Crane* (QC) ini hanya ada di pelabuhan-pelabuhan yang menangani bongkar muat peti kemas. QC ini dapat mengangkat beban peti kemas dengan kapasitas angkut maksimal mencapai 71 ton selama 24 jam. Umur pemakaian salah satu komponen *bearing* atau bantalan yang paling sering mengalami kerusakan adalah *Sheave Roll Hoist*. Hal ini ditunjukkan oleh data peningkatan biaya maintenance QC khususnya untuk penggantian bearing *Sheave Roll Hoist* selama 5 tahun. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah melakukan modifikasi posisi motor *Hoist* untuk mengurangi kerusakan bearing *Sheave Roll Hoist*.

Modifikasi posisi motor *Hoist* dilakukan untuk memperpanjang umur pemakaian QC yang jauh lebih panjang dari sebelum modifikasi dan dapat menghemat biaya maintenance. Pada awalnya posisi motor berada disamping untuk menggerakkan satu drum besar maka posisi motor dirubah di tengah dua drum wire dengan satu motor penggerak. Dari modifikasi ini umur *bearing* pada *sheave roll hoist* ini mampu bertahan hingga mencapai 10 tahun.

Kata kunci : *Bearing, sheave roll hoist, quay crane, container, maintenance, poros.*

### Abstract

*Quay Crane Container* is the primary tool used to transfer containers or container from the ship (sea) to the terminal (onshore). *Quay cranes* (QC) exists only on ports that handle the loading and unloading of containers. QC is able to carry loads of containers with a maximum payload capacity reaches 71 tons for 24 hours. Service life of a component bearing that are most often damaged is *Sheave Roll Hoist*. This is demonstrated by the increase in the cost of maintenance QC especially for bearing replacement *Sheave Roll Hoist* over 5 years. Therefore the aim of this study is to modify the position of the motor *Hoist* to reduce damage to the bearing *Sheave Roll Hoist*.

Modifications of *Hoist* motor position already to extend the life of QC which is much longer than before the modification and maintenance cost savings. At first the position of the motor is located beside a drum major for driving the motor position changed in the middle of the two drums of wire with a motor drive. From this modification bearing age on *sheave roll hoist* is able to survive up to 10 years.

Keyword : *Bearing, sheave roll hoist, quay crane, container, maintenance, shaft.*

## I. PENDAHULUAN

*Quay Crane Container* (QCC) adalah alat utama pemindah peti kemas atau container dari kapal (laut) menuju terminal (darat). *Quay Crane Container* (QCC) ini hanya ada di pelabuhan pelabuhan yang menangani bongkar muat container. Tingginya tingkat operasional *Quay Crane Container* yang hampir mencapai 24 jam dan kapasitas angkut maksimal hingga 71 ton menjadikan kerusakan yang sering terjadi pada *Quay Crane Container* (QCC) tersebut.

Data statistik yang menunjukkan bahwa lebih dari 90% kargo internasional diangkut melalui laut dengan pelabuhan sebagai transfer interfacenya [1]. Untuk dapat memenuhi target operasional bongkar muat peti kemas di terminal yang tinggi. Umur pemakaian salah satu komponen *bearing* atau bantalan yang paling sering mengalami kerusakan adalah *Sheave Roll Hoist*. Hal ini ditunjukkan oleh data peningkatan biaya maintenance QC khususnya untuk penggantian bearing *Sheave Roll Hoist* selama 5 tahun akibat kerusakan bearing yang terjadi setiap 3 bulan sekali.

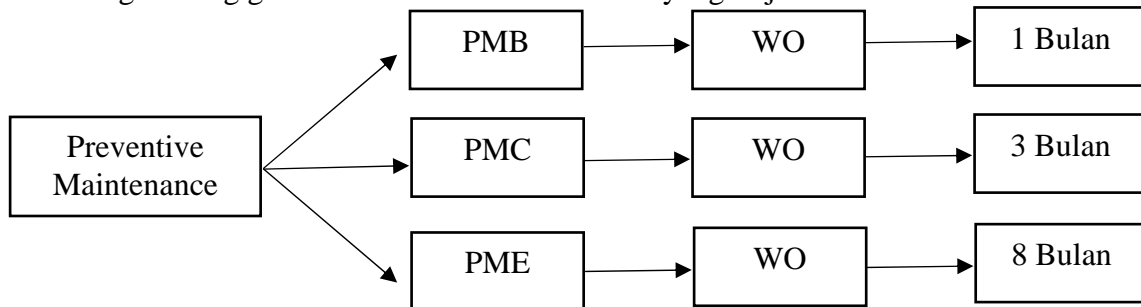
Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah melakukan modifikasi posisi motor *Hoist* untuk mengurangi kerusakan bearing *Sheave Roll Hoist*.

Pemeliharaan (*maintenance*) adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga mesin dan peralatan serta mengadakan perbaikan atau penggantian yang diperlukan agar terdapat operasional produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Sistem *maintenance* yang dilakukan pada setiap *quay crane container* di Terminal Peti Kemas, khususnya di terminal 1 adalah



menggunakan sistem *maintenance* pada umumnya seperti melakukan *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance*.

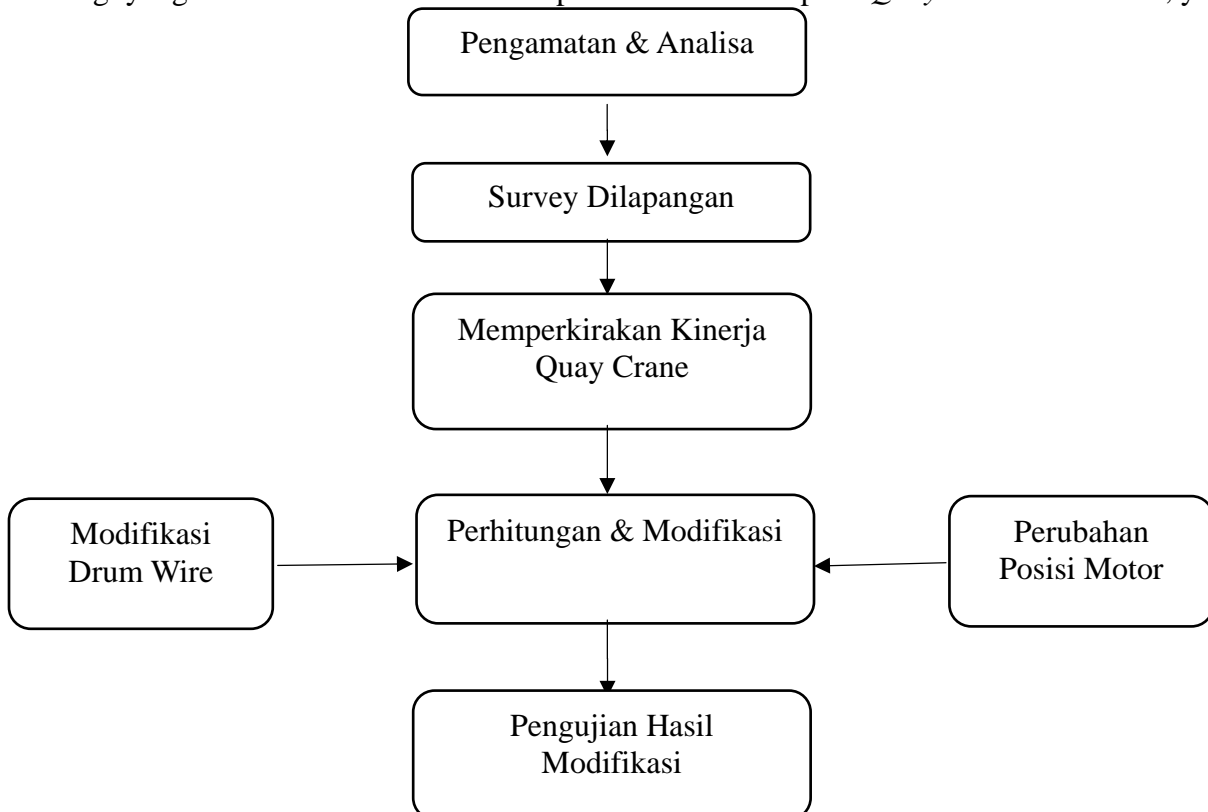
Kegiatan *Preventive Maintenance* atau sering disebut PM dibagi lagi menjadi 5 bagian yang dinamakan PMA, PMB, PMC, PMD, PME. Kegiatan yang rutin dilakukan hanya 3 bagian yaitu PMB, PMC dan PME. Kegiatan tersebut sudah direncanakan oleh bagian administrasi di department engineering melalui Work Order (WO) yang didalamnya berisi daftar bagian bagian atau part part yang harus di periksa maupun harus diperbaiki, di dalam WO tersebut tersusun bahwa planning part part yang termasuk di PMB jangka waktunya selama 1 bulan, PMC 3 bulan, dan PME 8 bulan. Kegiatan PMB, PMC dan PME dilakukan secara rutin setiap hari oleh semua teknisi di department engineering guna meminimalisir breakdown yang terjadi.



Gambar 1. Diagram Preventive Maintenance pada Quay Crane

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dilakukan untuk modifikasi posisi motor Hoist pada *Quay Crane Container*, yaitu:



Gambar 2. Alur Kerja Proses Quay Crane Modifikasi

1. Analisa keadaan saat ini  
 Pada proses ini, penganalisaan kondisi quay crane container sering mengalami *trouble*.
2. Survey

Setelah proses penganalisaan masalah yang sering terjadi pada quay crane container, dimulailah proses survey langsung ke lapangan dan pengamatan setiap kegiatan *maintenance* yang dilakukan oleh karyawan dan foreman.

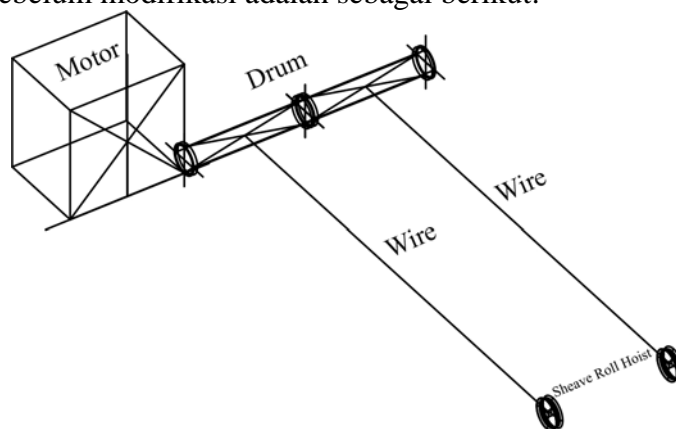
3. Memperkirakan kinerja quay crane agar lebih efisien.  
Pada bagian ini, penggambaran dan perkiraan dilakukan untuk mengetahui bagaimana cara agar quay crane container ini mampu beroperasi lebih efisien dibandingkan sebelumnya.
4. Perhitungan dan perancangan ulang Quay Crane Container  
Proses ini diawali dengan menghitung jarak antara wire dan drum penggulung wire agar posisinya di ruang mesin ke sheave roll hoist tidak mengalami atau melewati batas kemiringan dari sudut yang diizinkan. Dilakukan pula perancangan ulang posisi motor yang menggerakkan drum penggulung wire dan perubahan rancangan dari drum guna meminimalisir atau menghilangkan terjadinya *trouble* pecahnya bearing pada *sheave roll hoist* kembali.
5. Pembuatan rancangan drum wire dan posisi motor.  
Setelah perhitungan selesai, maka dimulailah perancangan ulang dari posisi motor hingga perancangan ulang bentuk drum penggulung wire-nya.
6. Pengujian dari hasil perubahan rancangan.  
Pengujian quay crane container dilakukan setelah seluruh step dianggap telah siap diujikan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan modifikasi quay crane container ini menghilangkan resiko kerusakan (pecah) *bearing* pada saat kegiatan operasi kerja bongkar muat container berlangsung, karena proses yang harus dilakukan untuk penggantian bearing pada *sheave roll* ini membutuhkan waktu 3-5 jam sehingga mengganggu kegiatan operasional bongkar muat container, dan menyebabkan claim dari pihak kapal yang berimbas kerugian pada perusahaan hingga mencapai milyaran rupiah tiap jamnya.

*Quay Crane* (QC) bermerk NOEL buatan Jerman ini dapat mengangkat beban maksimal container hingga 40 ton *under spreader* dan 45 ton *under lifting beam*. Penggantian bearing dilakukan sebelum modifikasi posisi motor untuk memastikan bahwa bearing mampu menahan beban radial peti kemas sebesar 40 ton. Pada awalnya bearing yang digunakan bearing berjenis *Cylindrical Roller Bearing* SKF NNF 5020 dengan kapasitas maksimal beban 35 ton *dynamic load rating* dan 58 ton *static load rating* [2] diganti menjadi lebih besar dengan menggunakan *Cylindrical Roller Bearing* SKF NNF 5028 dengan kapasitas maksimal beban 66 ton *dynamic load rating* dan 114 ton *static load rating* [3]. Setelah dilakukan penggantian bearing, maka dilakukan modifikasi posisi motor Hoist.

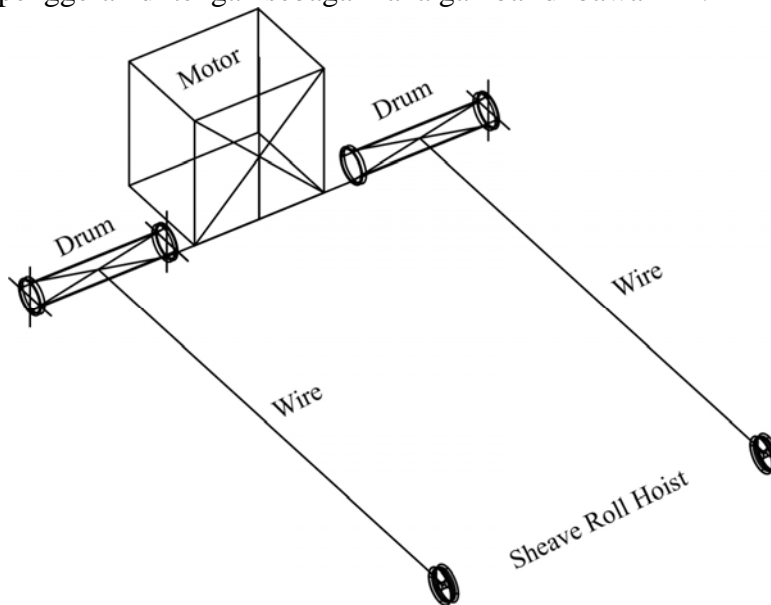
Gambar posisi motor sebelum modifikasi adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Sebelum modifikasi posisi motor dan drum wire

Dengan posisi motor seperti di atas maka umur pemakaian *bearing* pada *sheave roll hoist* ini hanya 5 tahun. Kemudian dilakukan modifikasi posisi motor serta melakukan evaluasi dilapangan, maka

yang awalnya satu motor menggerakkan satu drum besar maka dirubah menjadi dua drum wire dengan satu motor penggerak di tengah sebagaimana gambar di bawah ini.



Gambar 4. Hasil dari desain perubahan posisi motor dan drum wire

Setelah melakukan modifikasi posisi motor tersebut maka yang awalnya satu motor menggerakkan satu drum besar maka dirubah menjadi dua drum wire dengan satu motor penggerak di tengah, maka hasil yang diperoleh adalah umur bearing *bearing* pada *Sheave Roll Hoist Quay Crane* dapat bertahan hingga mencapai 10 tahun.

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Modifikasi posisi motor *Hoist* menjadi dua drum wire dengan satu motor penggerak di tengah, pada QC mengakibatkan kerusakan bearing tidak terjadi dalam kurun waktu 3 bulan sekali sebagaimana terjadi sebelum modifikasi.
- Modifikasi posisi motor *Hoist* akan memperpanjang umur *bearing Sheave Roll Hoist Quay Crane* mencapai 10 tahun yang awalnya kerusakan bearing setiap 3 bulan sekali.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- Winklemans, (2002). "Market-Driven Control in Container Terminal Management". From <http://www.ide.bth.se/~pdv/Papers/COMPIT2003.pdf>, 10 April 2014.
- Modul SKF-NSK-BEARING. "SKF NNF 5020 ADB-2LSV Double Row Full Complement Cylindrical Roller Bearing". From <http://www.tradebearings.com/nnf-5020-adb-2lsv-double-row-full-complement-cylindrical-roller-bearing-product-71527.html>, 2 April 2014.
- Modul SKF-NSK-BEARING. "SKF NNF 5028 ADA-2LSV Double Row Full Complement Cylindrical Roller Bearing". From [http://www.skf-nsk-bearings.com/pro\\_con\\_86367.html](http://www.skf-nsk-bearings.com/pro_con_86367.html), 2 April 2014.
- Timken, ROLLER BEARING HANDBOOK, 2011
- Suga, Kiyokatsu (1978). "Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin" Penerbit Pradnya Paramita.

## Inspeksi Radiografi pada Pipa 8 Inch SCH-40 A106 Grade B di CNG Project

Abi Bisrih ; Dwi Jaya ; Dewin Purnama  
Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta  
[abi.bisrih@yahoo.com](mailto:abi.bisrih@yahoo.com) ; [dwijayaeng@gmail.com](mailto:dwijayaeng@gmail.com)

### Abstrak

Hasil-hasil dari pengelasan pipa harus diperiksa untuk menjaga kualitas mutu hasil joint pengelasan karena mengandung indikasi cacat geometri dan metalurgi. Salah satu metode mendeteksi cacat las seperti ; porosity, cluster porosity, worm hole, dan exess root yaitu dengan cara metode inspeksi radiografi. Sebelum melakukan inspeksi radiografi dilakukan inspeksi visual terlebih dahulu dikarenakan untuk mengetahui cacat permukaan pada lasan.

Berdasarkan hasil inspeksi visual dan radiografi pada 3 joint las pipa 8 inch schedule 40 A106 grade B di compress natural gas (CNG) project ditemukan beberapa diskontinuitas. Dari hasil inspeksi visual ditemukan *diskontinuitas* berupa goresan pada permukaan material sambungan lasan sedangkan dari hasil inspeksi radiografi ditemukan *cacat las* pada joint 4, 8, dan 11.

Pada joint 4 terdapat *cacat las*; porosity dengan ukuran panjang 4 mm / lebar 5 mm, cluster porosity dengan ukuran panjang 21 mm / lebar 13 mm, dan exess root dengan ukuran panjang 69 mm / lebar 3 mm. Pada joint 8 terdapat *cacat las*; porosity dengan ukuran panjang 4 mm / lebar 3 mm, cluster porosity dengan ukuran panjang 13 mm / lebar 15 mm. Pada joint 11 terdapat *cacat las*; cluster porosity dengan ukuran panjang 14 mm / lebar 9 mm, worm hole dengan ukuran panjang 29 mm / lebar 13mm. Berdasarkan evaluasi kriteria standar *ASME VIII B31.3* hasil pengelasan tersebut ditolak sehingga harus diperbaiki karena dapat menyebabkan kebocoran pipa gas.

Kata kunci : *Inspeksi radiografi, Diskontinuitas, Cacat las, ASME VIII B31.3*

### Abstract

Results of welding pipe should be checked to maintain quality results because they contain indications of welding joint geometry and metallurgical defects . One method of detecting weld defects such as ; porosity , cluster porosity , worm holes , and exess root that is by radiographic inspection methods . Before performing visual inspections of radiographic inspection to determine beforehand due to surface defects in the weld .

Based on a visual inspection and radiography on weld joint 3 8 inch schedule 40 pipe A106 grade B in compressed natural gas (CNG ) project found several discontinuities . Visual inspection of the results found discontinuities in the form of scratches on the surface of the material while the weld connection of the results of radiographic inspection of welding defects found in joint 4 , 8 , and 11.

On Joint 4 are defective weld; porosity with a length of 4 mm and width 5 mm, cluster porosity with a length 21 mm and width 13 mm, and exess root with a length 69 mm and width 3 mm. On Joint 8 are defective weld; porosity with a length of 4 mm and width 3 m, cluster porosity with a length 13 mm and width 15 mm. On joint 11 are defective weld; cluster porosity with a length 14 mm and width 9 mm, worm holes with a length 29 mm and width 13mm. Based on the evaluation criteria of the standard *ASME VIII B31.3* welds were rejected so that the weld should be corrected because it can cause a gas leak .

Keywords : Radiographic inspection , Discontinuities , Defective welds , *ASME VIII B31.3*

## I. PENDAHULUAN

Hasil-hasil dari pengelasan pipa di compress natural gas (CNG) project sangat dibutuhkan kualitas mutu hasil pengelasan yang baik sesuai berdasarkan kriteria standar *American Society of Mechanical Engineers Section VIII B31.3*. Salah satu cara pemeriksaan kualitas pengelasan dengan cara inspeksi radiografi. Inspeksi radiografi adalah suatu pengujian tidak merusak untuk memeriksa indikasi cacat pengelasan yang terdapat didalam lasan.

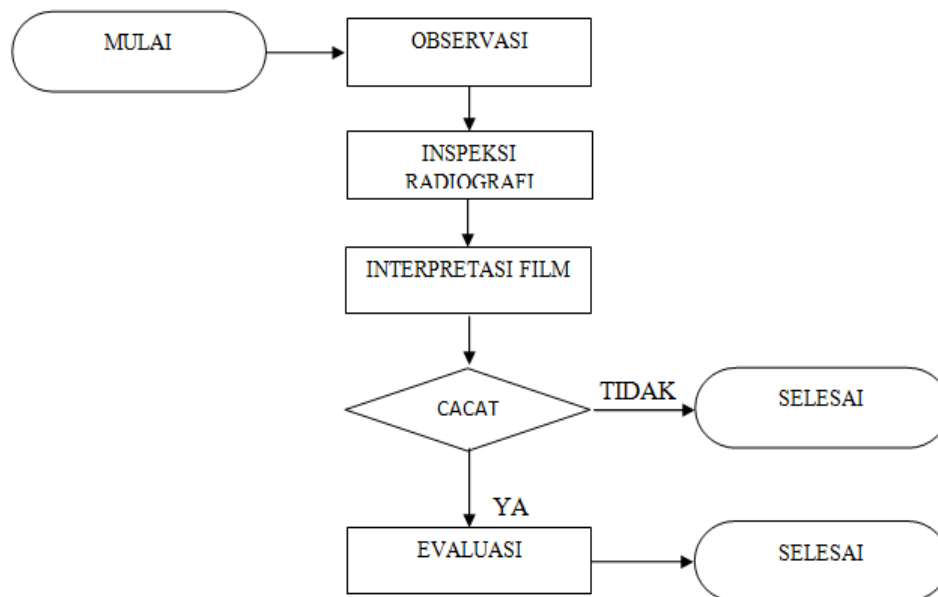
Indikasi cacat las yang terdapat di dalam lasan seperti *porosity, cluster porosity, worm hole*, dan *exess root*. *Porosity* merupakan rongga atau pori-pori gas yang tertangkap dalam logam cair selama proses pemadatan las. Pori-pori ini umumnya terdistribusi secara acak dan bervariasi dalam ukurannya seperti *cluster porosity* yang terdiri dari banyak pori-pori gas, sedangkan *worm hole* merupakan pori-pori yang memanjang, dan *exess root* merupakan cairan las yang berlebih pada akar las.

Mengingat pentingnya menentukan kualitas mutu pengelasan pipa yang kuat dan tanpa cacat, maka penulis tertarik untuk membuat karya tulis tugas akhir dengan judul “Inspeksi Radiografi Pada Pipa

8 inch SCH-40 A106 Grade B Di CNG Project”. Dalam karya tulis ini penulis akan membahas inspeksi radiografi pada hasil 3 joint las yaitu pada joint 4, joint 8, dan joint 11 agar tidak terjadi kebocoran dan meledak instalasi pipa gas yang tidak diinginkan bagi perusahaan tersebut.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Studi ini dilakukan secara metodologi dengan langkah-langkah seperti gambar diagram alir dibawah ini :



Gambar 2.1. Diagram Alir Penelitian 3 joint Las

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Data Inspeksi Radiografi

- 1) Pipa 8 inch joint 4, joint 8, dan joint 11 menggunakan material A106 Gr.B SCH.40 dengan tebal las 11 mm
- 2) Berdasarkan prosedur pengelasan (WPS) 029/WPS/ASME/WKIP/ 2013 dan catatan kualifikasi prosedur (PQR) 023/PQR/ASME/ MIGAS/2013, sebagai berikut ;
  - a. Proses GTAW menggunakan elektroda ER 70S-G, 9-15 volt, dan 80-180 Ampere
  - b. Proses SMAW menggunakan elektroda E708, 20-28 volt, 70-120 Ampere
- 3) Sumber radiografi sentinel 880 delta menggunakan Ir.192 dengan aktivitas 10 Ci dan film AGFA D7.

### 2. Inspeksi Visual

Dari hasil pengamatan inspeksi visual ditemukan diskontinuitas partikel kecil logam lasan ( Arc Strike/spatter) di permukaan yang berada di dekat sekitar 3 joint lasan pipa. Menurut The Welding Institute, *Arc Strike / Spatter* dikarenakan terkandung mencolok busur ke bahan induk (Accedential Striking of the Arc into the parrent material), pemegang elektroda yang rusak (Faulty electctrode Holder), arus tegangan yang berlebihan (Excessive Current), dan pukulan busur (Arc blow. Apabila *Arc Strike / Spatter* tidak dibersihkan dengan mesin gerinda akan berdampak korosi.

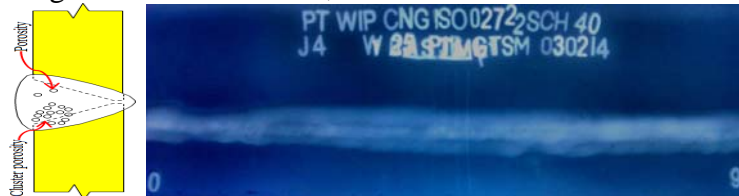


Gambar 3.1. Joint 4, Joint 8, dan Joint 11

### 3. Interpretasi Diskontinuitas Lasan Pada Hasil Film Radiografi

Dari inspeksi radiografi ini, ditemukan indikasi diskontinuitas pada 3 joint lasan pipa sebagai berikut :

- 1) Pada pengujian pipa joint 4 yang menggunakan 3 film ;
  - a. Film 1 (welding sequence 0-9 ) terdapat diskontinuitas sebagai berikut :
    - Cluster Porosity, ukuran P = 12 mm dan L = 9 mm
    - Porositas dengan ukuran P = 4 mm, dan L = 5 mm.



Gambar 3.2. Joint 4 welding squence 0-9

- b. Film 2 (welding sequence 9-18 ) terdapat diskontinuitas sebagai berikut :
  - Cluster Porosity, ukuran P = 21 mm dan L = 13
  - Porosity, ukuran P = 4 mm dan L = 3 mm.



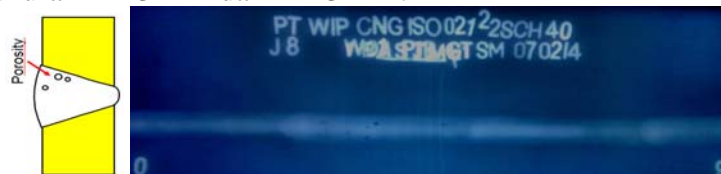
Gambar 3.3. Joint 4 welding squence 9-18

- c. Film 3 (welding sequence 18-0 ) terdapat diskontinuitas sebagai berikut :
  - Exess Root, ukuran P = 69 mm dan L = 3 mm.



Gambar 3.4. Joint 4 welding squence 18-0

- 2) Pada pengujian pipa joint 8 yang menggunakan 3 film ;
  - a. Film 1 (welding sequence 0-9 ) terdapat diskontinuitas sebagai berikut :
    - Porosity, ukuran P = 3 mm dan L = 3 mm.



Gambar 3.5. Joint 8 welding squence 0-9



- b. Film 2 (welding sequence 9-18) terdapat diskontinuitas sebagai berikut :
- Porosity, ukuran  $P = 4$  mm dan  $L = 3$  mm.



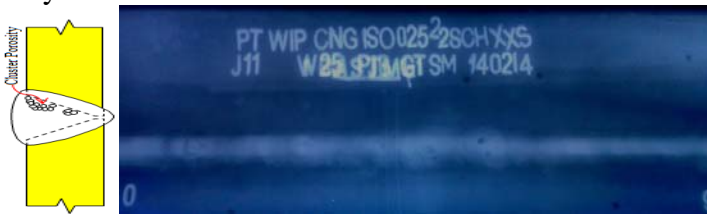
Gambar 3.6. Joint 8 welding squence 9-18

- c. Film 3 (welding sequence 18-0) terdapat diskontinuitas sebagai berikut :
- cluster porosity, ukuran  $P = 13$  mm dan  $L = 15$  mm



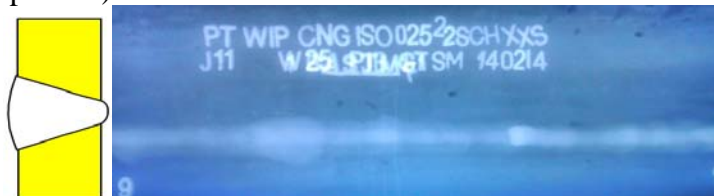
Gambar 3.7. Joint 8 welding squence 18-9

- 3) Pada pengujian pipa joint 11 yang menggunakan 3 film ;
- a. Film 1 (welding sequence 0-9) terdapat diskontinuitas sebagai berikut :
- cluster porosity ukuran  $P = 14$  mm dan  $L = 9$ mm.



Gambar 3.8. Joint 11 welding squence 0-9

- b. Film 2 (welding sequence 9-18) tidak terdapat diskontinuitas sehingga hasil lasanya diterima (acceptance).



Gambar 3.9. Joint 11 welding squence 18-0

- c. Film 3 (welding sequence 18-0) terdapat diskontinuitas sebagai berikut :
- Worm hole, ukuran  $P = 29$  mm dan  $L = 13$  mm.



Gambar 3.10. Joint 11 welding squence 18-0

#### 4. Hasil Evaluasi Cacat Las Pada Film

Cacat las yang tergambar pada film ditentukan jenis cacatnya. Semua ukuran cacat yang terjadi dibandingkan dengan batas-batas ukuran cacat berdasarkan kriteria standar *American Society of Mechanical Engineers Section VIII B31.3*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini

Tabel 3.1. Hasil Evaluasi Cacat Las Pada Film

WELD JOINT DETAIL					WELD EVALUTION													STATUS				
JOINT NUMBER	FILM	WELDER NUMBER	DIAMETER PIPA	MATERIAL THICKNESS	INADEQUATE PENETRATION	MISS ALIGNMENT	INCOMPLETE FUSION	INTERNAL CONCAVITY	GAS PORE	ELONGATED SLAG	ISOLATED SLAG	WORM HOLE	CLUSTER POROSITY	POROSITY	EXESS ROOT	UNDERCAT	METALIC INCLUSION	SURFACE DEFECT	PARENT METAL DEFECT	CRACKS	STD ASME VIII B31.3	
JOINT 4	1	W. 25	8"	SCH 40									√	√								REPAIR
	2	W. 25	8"	SCH 40									√	√								REPAIR
	3	W. 25	8"	SCH 40											√							REPAIR
JOINT 8	1	W. 01	8"	SCH 40										√								REPAIR
	2	W. 01	8"	SCH 40										√								REPAIR
	3	W. 01	8"	SCH 40									√									REPAIR
JOINT 11	1	W. 25	8"	SCH 40									√									REPAIR
	2	W. 25	8"	SCH 40																		ACC
	3	W. 25	8"	SCH 40								√										REPAIR

Beberapa penyebab terjadinya cacat-cacat tersebut yaitu ;

- Elektroda yang lembab, dikarenakan tidak disimpan dalam tabung pemanas elektroda.
- Kurang bersihnya permukaan gap dari kotoran pelumas, oli, dan cat sebelum proses pengelasan.
- *Travel Speed* yang terlalu lama.
- Kondisi cuaca yang berangin di lokasi pengelasan.

Apabila terdapat cacat dalam lasan tidak diperbaiki akan berakibat berkurangnya kekuatan las pipa setelah itu terjadi kebocoran dan meledaknya pipa gas.

#### IV. IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Pada lasan joint 4 terdapat cacat las ; cluster porosity dan porosity, exess root sehingga lasan joint 4 harus di perbaiki berdasarkan standar ASME VIII B31.3
- Pada lasan joint 8 terdapat cacat las ; cluster porosity dan porosity, sehingga lasan joint 8 harus di perbaiki berdasarkan standar ASME VIII B31.3
- Pada lasan joint 11 terdapat cacat las pada film 1 dan film 3 ; cluster dan worm hole, sehingga lasan joint 11 harus di perbaiki berdasarkan standar ASME VIII B31.3

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] [http://www.ndt-ed.org/index\\_flash.htm](http://www.ndt-ed.org/index_flash.htm)
- [2] Standard ASME/ANSI Section V
- [3] Standard ASME/ANSI Section VIII B31.3
- [4] Wing Hendroprasetyo, M.Eng ASNT NDT Level III, Examination booklet Radiographic Testing, NDE Center, 2011





## Perancangan *Angle Grinding Jig* untuk Membantu Proses Perbaikan *Wedgeblock Mold* di Mesin *Surface Grinding*

Faizal Risa Almaziid<sup>1</sup>, Paulus Wisnu Anggoro<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Industri, kelas S1 UAJY-ATMI, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,  
Jalan Babarsari 43 Yogyakarta 55281, Telp : (0274) 487711 psw 2143, 2144, Fax : (0274) 485223

faizalrisa@gmail.com, pauluswisnuanggoro@ymail.com

### Abstrak

Berdasarkan hasil identifikasi di PT X ditemukan cacat pada produk *cap* galon yang pada umumnya disebabkan oleh *wedgeblock mold* aus. Cacat tersebut berakibat pada produktifitas menurun, sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan *regrinding* bagian *mold* yang aus. Proses perbaikan saat ini masih belum efektif dan terlalu lama. Hal ini dikarenakan kepresisian sudut kemiringan bidang yang aus dan simetri dikedua sisi sulit tercapai.

Metode kreatif dipilih peneliti untuk mendapatkan satu unit alat bantu pencekaman (*jig*). *Jig* ini nantinya akan dipergunakan untuk memperbaiki *wedgeblock mold*. *Brainstorming* digunakan peneliti sebagai tool untuk mendapatkan atribut produk. *Design For Manufacture* (DFM) digunakan peneliti sebagai tool untuk mendapatkan desain akhir. Wawancara dan survei digunakan peneliti sebagai tool untuk mengumpulkan dan menganalisa data. Software *SolidWorks* dan *AutoCad* digunakan peneliti sebagai tool untuk menghasilkan desain 3D dan 2D.

Hasil akhir penelitian ini berupa alat bantu pencekaman (*jig*) yang digunakan untuk mencekam *wedgeblock mold* yang akan di gerinda ulang di mesin *surface grinding*. Hasil pengujian dilapangan membuktikan bahwa *jig* yang dibuat berhasil merekondisikan *wedgeblock mold* sebesar 98%.

**Kata Kunci:** *wedgeblock mold*, *angle grinding jig*, metode kreatif, *Design For Manufacturing* (DFM), *SolidWorks*, *AutoCad*

### Abstract

Based on result of identification at PT X was found disability the product of gallon's cap which is generally caused by mold *wedgeblock wear*. Such defects result in decreased productivity, so it needs to be repaired by *regrinding* mold parts that wear out. Process improvement is still not effective and too long. This is because the precision of the tilt angle and the worn areas on both sides difficult to achieve symmetry.

Creative method selected researchers to obtain one unit of clamping tools (*jigs*). This *jig* will be used to improve *wedgeblock mold*. *Brainstorming* is used as a research tool to get a product attribute. *Design For manufacture* (DFM) is used as a research tool to obtain the final design. Interviews and surveys used by researchers as a tool to collect and analyze the data. *SolidWorks* and *AutoCad* software used by researcher as a tool to produces 2D and 3D design.

The final result of this research is clamping tools (*jigs*) used for gripping *wedgeblock mold* that will *diregrinding* in *surface grinding* machine. The results of the field test proves that the *jig* is made successfully merekondisikan *wedgeblock mold* by 98%.

**Keyword:** *wedgeblock mold*, *angle grinding jig*, creative method, *Design For Manufacturing* (DFM), *SolidWorks*, *AutoCad*

## I. PENDAHULUAN

Saat ini produk *cap aqua* galon yang diproduksi PT X mendapat banyak komplain dari beberapa cabang aqua karena produk cacat berupa *flashing* atau *burring*.

*Flashing* disebabkan oleh beberapa komponen *mold* yang sudah mengalami *over lifetime* (aus). Komponen *mold* yang paling sering mengalami keausan adalah *wedgeblock mold*. *Wedgeblock mold* berfungsi sebagai bagian yang bergerak mendorong *slider* saat proses *clamping*. Bagian ini sudah mengalami ke-ausan sehingga tidak dapat mendorong *slider* dengan maksimal. Komponen *mold* yang aus tersebut menyebabkan *core* dan *cavity* menjadi tidak rapat saat *injection* sehingga berakibat material plastik akan masuk ke dalam *gap* (celah) selebar 0.06 mm. Hal ini perlu dilakukan perbaikan pada bagian yang aus tersebut untuk dilakukan *regrinding*.

Namun kesulitan mulai ditemukan saat proses permesinan, yaitu pencapaian kepresisian sudut kemiringan bidang yang aus dan harus simetri pada kedua sisi. Berbagai metode sudah dilakukan seperti menggunakan *vice presition* maupun *sinus table* namun tidak membuahkan hasil. Situasi ini menyebabkan *downtime mold* dan *downtime* mesin tinggi. *Downtime* mesin yang tinggi ini mengakibatkan terganggunya proses produksi, sehingga jumlah produk *cap aqua* ini dibawah target.

## II. METODE

Tahap pertama adalah mengidentifikasi masalah, identifikasi awal menunjukkan bahwa telah ditemukan masalah dalam mencapai target *output* produksi produk *cap* galon. Setelah itu peneliti melakukan *brainstorming* dengan *engineer* untuk mendapatkan akar masalah yang harus diselesaikan dalam penelitian ini, yaitu terdapat pada proses perbaikan *wedgeblock mold* yang aus di mesin *surface grinding* tidak efektif sehingga *downtime* mesin *injection mold* tinggi dan jumlah *output* produk dibawah target.

Tahap kedua adalah mencari referensi terkait tentang penelitian-penelitian terdahulu yang pernah dilakukan serta jurnal-jurnal yang berhubungan dengan *jig & fixture*. Peneliti juga mencari referensi tentang panduan bagaimana merancang *jig & fixture* yang baik dari berbagai buku desain produk, serta teori-teori mengenai ilmu kekuatan dan mekanika teknik yang akan diperlukan untuk merancang *angle grinding jig*.

Tahap ketiga peneliti melakukan perumusan masalah yang dalam penelitian ini adalah perlu adanya desain *angle grinding jig* di mesin *surface grinding* untuk mengurangi jumlah cacat produk *cap aqua* galon.

Tahap keempat adalah data yang dikumpulkan yaitu spesifikasi dimensi *wedgeblock mold*, spesifikasi mesin, serta masukan ide-ide dari pihak-pihak yang terkait dengan penelitian. Semua informasi terkait ini nantinya akan dipergunakan peneliti dalam proses perancangan kreatif untuk membangun sebuah *jig* yang diinginkan.

Tahap lima peneliti melakukan analisis dari data yang telah didapatkan dengan menggunakan metode kreatif. *Software* yang digunakan dalam mendesain *angle grinding jig* ini adalah *AutoCad* dan *Solidwork*. Berikut beberapa *tools* yang digunakan dalam proses desain:

- 1) Brainstorming
- 2) Solidwork dan Autocad
- 3) Design For Manufacturing (DFM)

Tahap keenam melakukan analisis mekanika desain *angle grinding jig*, hasil dari proses DFM yang berupa gambar 3D dan rekapitulasi biaya akhir dari *output* penelitian ini selanjutnya dilakukan verifikasi mekanika teknik sekali lagi menggunakan *software Solidworks* untuk membuktikan bahwa secara teoritis dan praktis desain dan hasil manufaktur dari *angle grinding jig* ini aman digunakan dan mampu menyelesaikan permasalahan di rantai produksi.

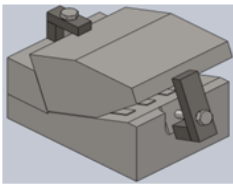
Tahap ketujuh adalah proses pembuatan *angle grinding jig*, dimana setelah desain diperoleh kemudian peneliti melakukan proses manufaktur produk *jig* menggunakan mesin *CNC milling* yang ada di PT X.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil desain awal *angle grinding jig*

Berdasarkan usulan-usulan tim kreatif untuk mendapatkan alternatif desain kemudian dipilihlah satu buah desain awal *angle grinding jig* dengan pertimbangan tertentu.

Tabel 1. Desain awal *angle grinding jig*

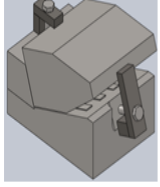
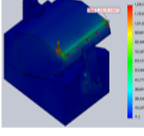
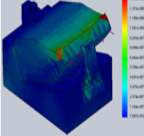
Gambar	Spesifikasi	
	Nama alat	<i>Angle jig grinding</i>
	Dimensi	147x105x102 mm
	Tipe base jig	<i>Jig with up mate</i>
	Jenis penyambung jig	Baut dan <i>pin guide</i>
	Sistem pencekaman	<i>Strap clamp</i>

### 2. Hasil uji mekanika desain awal dan analisis menggunakan metode DFM

Metode DFM sendiri terdiri dari 5 langkah, yaitu memperkirakan biaya manufaktur, mengurangi biaya komponen, mengurangi biaya perakitan, mengurangi biaya *overhead*, mempertimbangkan

pengaruh keputusan DFM pada faktor-faktor lainnya. Proses ini dilakukan secara berulang-ulang hingga mendapatkan biaya dan desain yang sesuai dengan keinginan konsumen. Berikut hasil analisis mekanika menggunakan *software solidworks* dan penggunaan metode DFM untuk produk *angle grinding jig*.

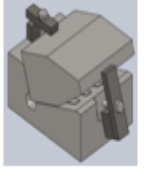
Tabel 2. Analisis mekanika dengan *solidwork* untuk desain awal

Desain awal	SolidWork		DFM	
	Analisis Von Mises Stress	Analisis Strain	Biaya manufaktur	Analisis
	 Tegangan yang diterima oleh <i>angle jig grinding</i> adalah sebesar 1,24x106 N/m <sup>2</sup> (Pa) dan <i>yield strength</i> dari material yang digunakan adalah sebesar 1,91x109 N/m <sup>2</sup> (Pa), jadi nilai <i>yield strength</i> material lebih besar daripada tegangan yang diterima maka desain tersebut dapat dikatakan aman	 Besar regangan maksimum yang terjadi pada desain awal <i>angle jig grinding</i> sebesar 1,39x10-6 mm, dimana regangan maksimum dapat ditunjukkan pada gambar disamping (warna merah).	Rp 2.151.663,00	Biaya manufaktur adalah hasil penjumlahan dari: - Biaya komponen Rp 1.806.057,00 - Biaya perakitan Rp 150.000,00 - Biaya overhead Rp 195.606,00 Total biaya manufaktur DFM melebihi dari batasan yang ditetapkan oleh pihak konsumen sehingga perlu dilakukan proses perubahan desain awal untuk mendapatkan desain dengan biaya manufaktur dibawah Rp

### 3. Hasil desain akhir *angle grinding jig*

Desain awal *angle grinding jig* setelah melalui analisis menggunakan metode DFM sehingga didapatkan desain akhir *angle grinding jig* yang lebih ekonomis adalah sebagai berikut.

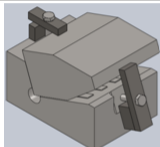
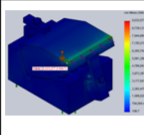
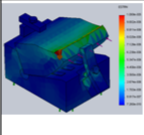
Tabel 3. Desain akhir *angle grinding jig*

Gambar	Spesifikasi	
	Nama alat	<i>Angle grinding jig</i>
	Dimensi	147x105x102 mm
	Tipe base jig	<i>Single Jig</i>
	Jenis penyambung jig	(Tidak ada sambungan)
	Sistem pencekaman	<i>Strap clamp</i>

### 4. Hasil uji mekanika desain akhir

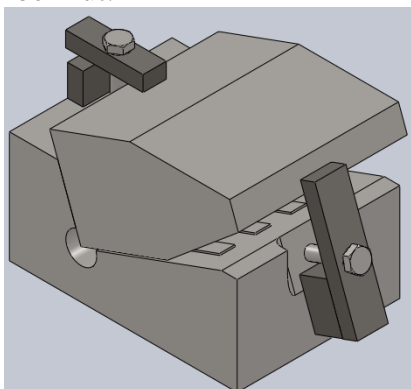
Pada pengujian desain akhir *angle grinding jig* ini menggunakan *software Solidwork*.

Tabel 4. Analisis mekanika dengan *solidwork* desain akhir

Desain Akhir	SolidWork		DFM	
	Analisis Von Mises Stress	Analisis Strain	Biaya manufaktur	Analisis
	 Tegangan yang diterima oleh <i>angle jig grinding</i> adalah sebesar 1,24x106 N/m <sup>2</sup> (Pa) dan <i>yield strength</i> dari material yang digunakan adalah sebesar 1,91x109 N/m <sup>2</sup> (Pa), jadi nilai <i>yield strength</i> material lebih besar daripada tegangan yang diterima maka desain tersebut dapat dikatakan aman	 Besar regangan maksimum yang terjadi pada desain awal <i>angle jig grinding</i> sebesar 1,39x10-6 mm, dimana regangan maksimum dapat ditunjukkan pada gambar disamping (warna merah).	Rp 1.711.636,00	Biaya manufaktur adalah hasil penjumlahan dari: - Biaya komponen Rp 1.506.033,00 - Biaya perakitan Rp 50.000,00 - Biaya overhead Rp 155.603,00 Total biaya manufaktur DFM melebihi dari batasan yang ditetapkan oleh pihak konsumen sehingga perlu dilakukan proses perubahan desain awal untuk mendapatkan desain dengan biaya manufaktur dibawah Rp

#### IV. KESIMPULAN

Adapun gambar 3D, produk dan spesifikasi dari *angle grinding jig* yang didapatkan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Desain Akhir *Angle Grinding Jig*



Gambar 2. *Angle Grinding Jig*

Tabel 5. Spesifikasi *Jig*

Dimensi <i>jig</i>	147x105x102 mm
Berat total	6,6 kg
Tipe <i>base jig</i>	<i>Single Jig</i>
Jenis penyambung <i>jig</i>	(Tidak ada sambungan)
Sistem pencekaman	<i>Strap clamp</i>
Harga total	Rp 1,711,636.00

#### V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hoffman, Edward H. *Jig And Fixture Design, Fourth Edition.*, Delmar Publisher, London, 1996.
- [2] Cross, Nigel., 1994, *Engineering Design Methods, Second Edition*, John Willey & Sons.
- [3] Ulric, Karl T., dan Eppinger, Steven D., 2001, **Perancangan & Pengembangan Produk** (terjemahan Azmi, N., dan Marie, I.A.), Jilid I, Edisi 1, pp.221-249, Penerbit Salemba Teknika, Jakarta.
- [4] Groover, M.P., 2002, **Fundamental of Modern Manufacturing:Materials, Processes, and System**, ed. 2, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- [5] Sudibyo, B., 1973, **Kekuatan dan Tegangan Ijin**, ATMI Press, Surakarta.
- [6] Suseno (2013), Skripsi **Perancangan Alat Bantu Penyimpanan Material Automatic Beam Cabinet**.
- [7] Saptono (2010), Tugas akhir **Perancangan dan Pembuatan Jig Clamping Untuk Meningkatkan Efisiensi Proses Permesinan**.
- [8] Pranoto (2010), Tesis **Perancangan dan Pengembangan (Modifikasi) Jig and Fixture Untuk Pahat Gurdi Pada Cutter Grinding CG-7**.
- [9] Saputra (2008), Penelitian **Pemanfaatan Jig untuk Menurunkan Waktu Siklus di Line Painting Pada Proses Paint Booth Hub Front Brake di PT Pakoakuina**.
- [10] Putera (2007), Tesis **Perancangan Jig dan Fixture Pada Proses Permesinan Cylinder Liner Sepeda Motor 2 Tak**.

**BIDANG MATERIAL, ELEKTRICAL, DAN OTOMASI**

## Studikamus De-aktifasi Material-way 532-MW1 dan Metal Detector 532-MT2 pada Sistemproteksi Roller 542-RP1

Bustanul Taufiq; Azwardi  
TeknikMesin, PoliteknikNegeri Jakarta  
[bustanultaufiq@gmail.com](mailto:bustanultaufiq@gmail.com)

### Abstrak

*Hydraulic Roller Crusher* (HRC) menjadi teknologi *pre-grinding* yang digunakan di Plant Narogong 1. Kontaminasi material umpan oleh metal menjadi salah satu faktor penyebab kerusakan roller HRC. Sistem deteksi metal perlu dipasang pada jalur umpan material. Kontaminasi metal yang tercampur dalam material umpan harus dialihkan oleh *Material-Way* ke jalur *reject*. Sistem *Material-Way* terkadang mengalami *failure* ketika akan aktif membuka jalur *by-pass*. *Failure* sistem *Material-Way* juga terjadi setelah aktif mengalihkan material ke arah *reject*. Sehingga jalur umpan material kearah HRC menjadi tertutup yang menyebabkan minimnya level *Pre-Bin* HRC. Jika level *Pre-Bin* HRC berada pada titik minimumnya, maka seluruh sistem HRC stop interlock. Kegagalan fungsi kerja dari sistem *Material Way* menjadi salah satu kendala, sehingga sistem *Metal Detector* dan *Material-Way* di non-aktifkan. Sistem *Ball Mill mono-chamber* di Plant Narogong 1 membutuhkan material umpan produk HRC dengan *Blaine* diatas 2000 cm<sup>2</sup>/gr agar lebih optimal. Re-aktifasi sistem proteksi roller HRC terhadap metal menjadi pendukung utama tercapainya kestabilan *Blaine* tersebut. Studi ini dilakukan untuk menganalisis dan mengoptimalkan sistem pengalihan arah material umpan HRC yang terkontaminasi. Pengaktifan sistem *Metal Detector* akan mengurangi potensi kerusakan permukaan Roller HRC akibat metal. Dengan demikian, Proses penggilingan material oleh HRC akan lebih optimal. Serta *Blaine* produk penggilingan oleh HRC akan lebih stabil. Modifikasi *Piston Drive Material-Way* dan pemasangan *Vibrator* pada jalur *by-pass* telah dilakukan. Modifikasi *Piston Drive Material-Way* dengan penambahan lengan gaya dari 28 cm menjadi 76 cm, menjadikan bertambahnya torsi putar *Piston Drive Material-Way* dari 20320,51 Nm menjadi 37287,50 Nm. Dan dengan kestabilan *Blaine* HRC pada nilai rata-rata 2110 cm<sup>2</sup>/g, menjadikan nilai SEEC HRC pada tahun 2014 menurun, yaitu 13,54 kwh/ton semen.

Kata Kunci: *Hydraulic Roller Crusher*, Kontaminasi, *Material-Way*, *Failure*, *Metal Detector*, *Blaine*, SEEC.

### Abstract

*Hydraulic Roller Crusher* (HRC) become a *pre-grinding* technology which used in Narogong Plant 1. Contamination of feed material by metal become one of the factors that causing damage to the roller HRC. So the metal detection system needs to be installed on the feed track of material. Metal contamination in the feed material will be diverted by *Material-Way* to reject side. Sometimes, *Material-Way* system get failure after active opening the *by-pass* lines. HRC Press feed path towards becoming closed which causes HRC *Pre-Bin* is in minimal level. If the level of HRC *Pre-Bin* is at its minimum point, then the whole system stops interlock. The failure of work function of a *Material-Way* system become constraint, so that the system *Metal Detector* disabled. *Ball Mill mono – chamber* system at Narogong Plant 1 is more effective to grind the feed with this *Blaine* value over 2000 cm<sup>2</sup>/gr. Re - activation of HRC roller protection system against the metal will support the achievement of *Blaine* stability. This study was conducted to optimize *by-pass* system of contaminated feed. Re-activation of *Metal Detector* system will reduce the potential for surface damage of HRC Roller. Thus, the process of grinding the material by the HRC would be optimal. *Blaine* as well as grinding products by HRC will be more likely to be stable. Modification of *Piston Drive Way* and installation *Vibrator Motor* in *by-pass* line has been done. This modification with lengthen of Force Arm of Pneumatic Drive from 28 cm become 76 cm, and increase torque of *Piston Drive* from 20320,51 Nm become 37287,50 Nm. *Blaine* Stability of HRC product in average value 2110 cm<sup>2</sup>/g, get SEEC of HRC in 2014 decreasing, it's about 13,54 kwh/ton semen.

Keywords: *Hydraulic Roller Crusher*, Contamination, *Material-Way*, *Failure*, *Metal Detector*, *Blaine*, SEEC.

## I. PENDAHULUAN

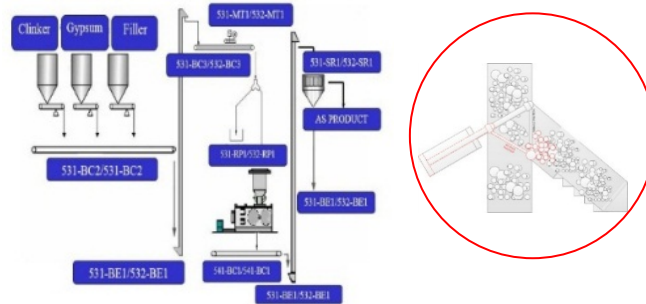
### 1. Latar Belakang

*Hydraulic Roller Crusher* (HRC) adalah salah satu bentuk sistem *pre-grinding* yang ada pada industri pembuatan semen. Penggilingan material umpan oleh HRC dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses penggilingan oleh HRC adalah monitoring material umpan.

*Metal Detector* merupakan salah satu alat yang difungsikan untuk memonitor material umpan. *Metal Detector* akan mendeteksi dan memberikan sinyal kepada perangkat kontrol untuk mengaktifkan *Actuator*. *Actuator* dalam sistem ini berupa *Material Way/By-Pass Gate*. Jika *Metal*



Detector mendeteksi metal, maka By-pass Gate akan mengarahkan material ke jalur by-pass. Setelah dialihkan ke jalur by-pass, maka material akan ditampung sementara ke dalam bin reject. Ketika level bin reject telah mencapai batas atas set point-nya, maka material akan dikeluarkan dari bin reject dan selanjutnya dilakukan proses pemisahan akhir.



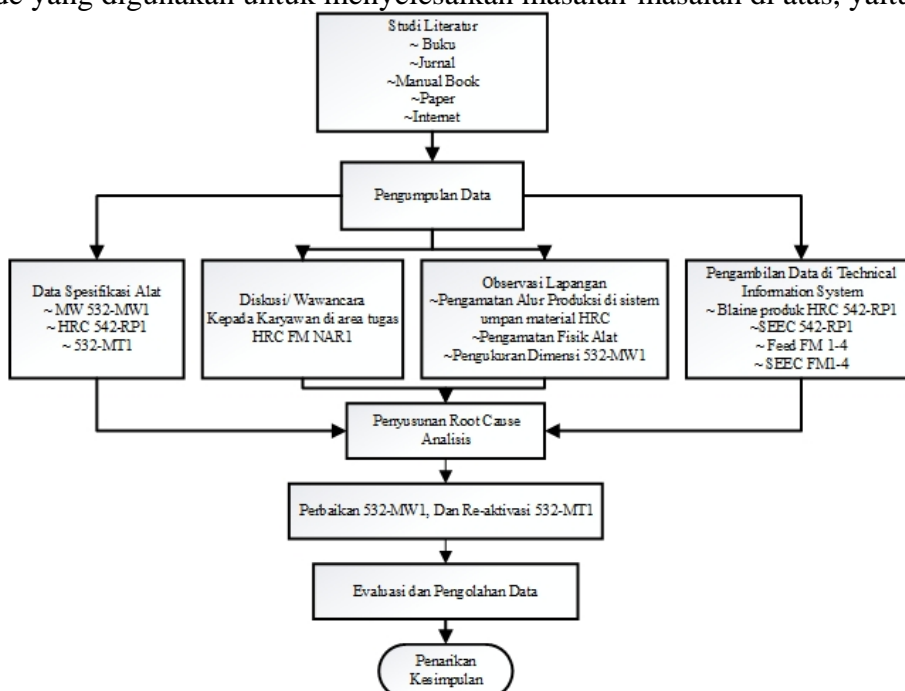
Gambar 1. Sistem pengalihan arah material oleh Material Way

Sistem *Material Way* sering mengalami *failure* setelah aktif membuka jalur *by-pass*. Pneumatik piston mengalami stuck dan tidak mampu bergerak kembali ke posisi normal. Jika sistem mengalami *failure*, maka material umpan akan mengarah ke jalur *by-pass* secara terus-menerus. Sehingga jalur umpan material ke arah HRC menjadi tertutup yang menyebabkan minimnya level Pre-Bin HRC. Jika level Pre-Bin HRC berada pada titik minimumnya, maka seluruh sistem HRC stop interlock. Kegagalan fungsi kerja dari sistem *Material Way* menjadi kendala, sehingga sistem Metal Detector di non-aktifkan. Sistem deteksi metal yang non-aktif menyebabkan proses *by-pass* metal dari HRC tidak terjadi.

Ball Mill di Plant Narogong 1 sudah menggunakan sistem mono-chamber. Diafragma dan Coarse Grinding chamber sudah tidak dipasang pada sistem mono-chamber. Sistem Ball Mill mono-chamber hanya efektif untuk menggiling material umpan yang sudah memiliki Blaine diatas 2000 cm<sup>2</sup>/gr. Kestabilan Blaine material umpan ke Ball Mill akan tercapai jika performance penggilingan di HRC stabil. Pengaktifan kembali dan optimasi sistem Metal Detector pada proses penggilingan di HRC sangat perlu dilakukan melalui proses analisis dan evaluasi.

## II. EKSPERIMEN

Metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah di atas, yaitu :

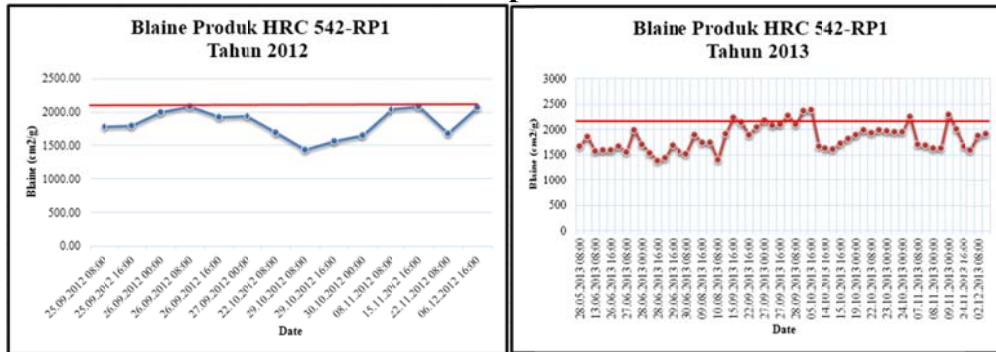


Gambar 2. Flowchart penelitian



### III.HASIL DAN PEMBAHASAN

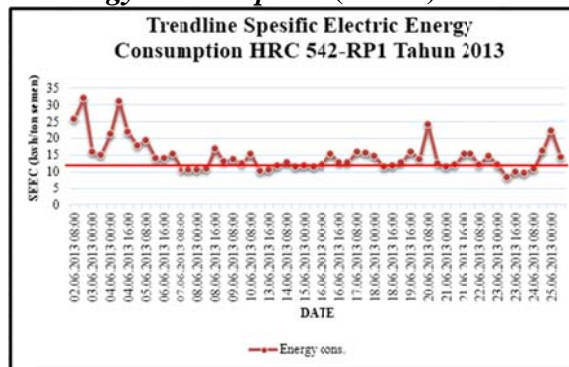
#### 1. Evaluasi data *Blaine* Produk HRC 542-RP1 padatahun 2012 dan 2013.



Gambar 3. Grafik Blaine Produk HRC 542-RP1

Berdasarkan grafik *Blaine* produk HRC diatas, sebelum dilakukan penggantian Roller HRC 542-RP1 pada tanggal 17/10/2012, kondisi roller HRC *spooling*. Sehingga *trendline Blaine* produk HRC 542-RP1 berada pada nilai dibawah target 2000 cm<sup>2</sup>/g. Demikian pula yang terjadi pada tahun 2013, yakni sebelum dilakukannya penggantian roller HRC 542-RP1 pada tanggal 2/9/2013, *trendline Blaine* produk HRC 542-RP1 berada pada nilai dibawah target 2000 cm<sup>2</sup>/g.

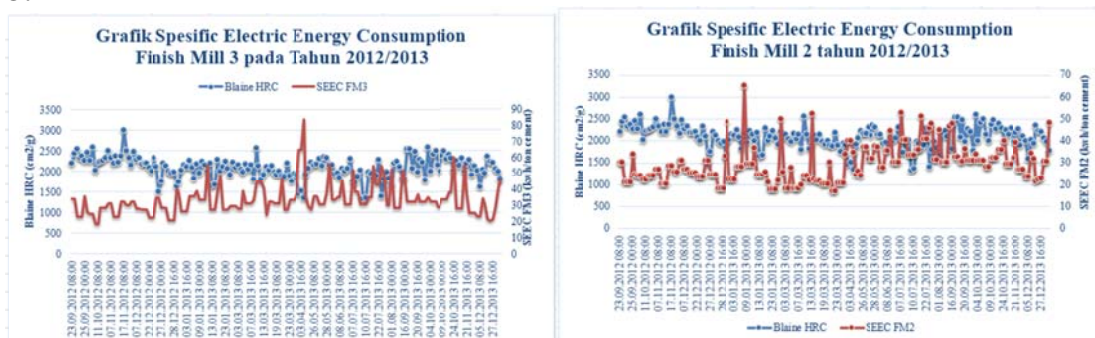
#### 2. Evaluasi *Specific Electric Energy Consumption* (SEEC) HRC 542-RP1 padatahun 2013.

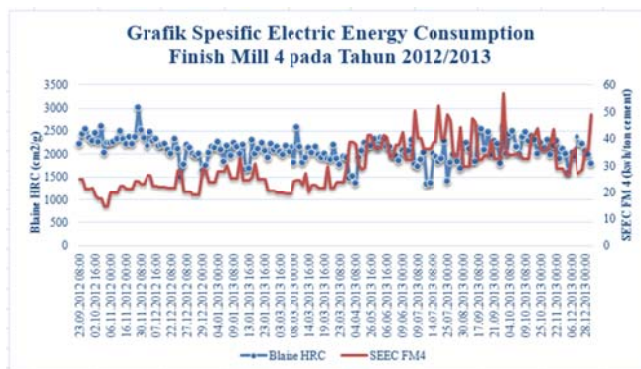


Gambar 4. Grafik Specific Electric Energy Consumption

Berdasarkan grafik SEEC HRC 542-RP1 pada bulan Juni 2013, *trendline Blaine* produk HRC 542-RP1 berada pada nilai rata-rata 21,4 kwh/ton semen.

#### 3. Evaluasi *Specific Electric Energy Consumption* (SEEC) Finish Mill padatahun 2012 dan 2013.

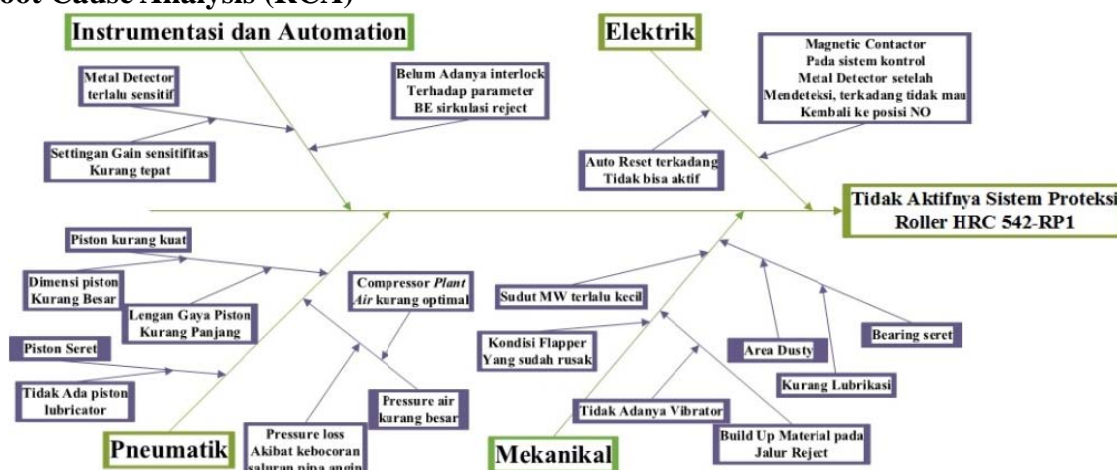




Gambar 5. Grafik Specific Electric Energy Consumption Finish Mill Narogong 1 pada tahun 2012/2013

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan *trendline* kenaikan nilai SEEC Finish Mill 2,3, dan 4, ketika terjadi penurunan nilai *Blaine* material umpan ke *Finish Mill* yang merupakan produk penggilingan HRC 542-RP1.

#### 4. Root Cause Analysis (RCA)



Gambar 6. Root Cause Analysis (RCA)

Gambar diatas merupakan *Root Cause Analysis* dari permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini, yakni De-Aktifasi system proteksi roller HRC 542-RP1.

#### 5. Optimasi Alat/Sistem Proteksi Roller HRC

##### a. Modifikasi piston drive 532-MW1

Piston merupakan media penggerak utama dari Flapper Material-Way. Sistem penggerak ini memanfaatkan tenaga angin dengan tekanan udara sekitar 5000 Pascal yang diperoleh dari Plant Air. Modifikasi ini dilakukan untuk mengoptimalkan proses pengaktifan Material-Way ketika pengalihan arah umpan kejalur reject.



Piston lama

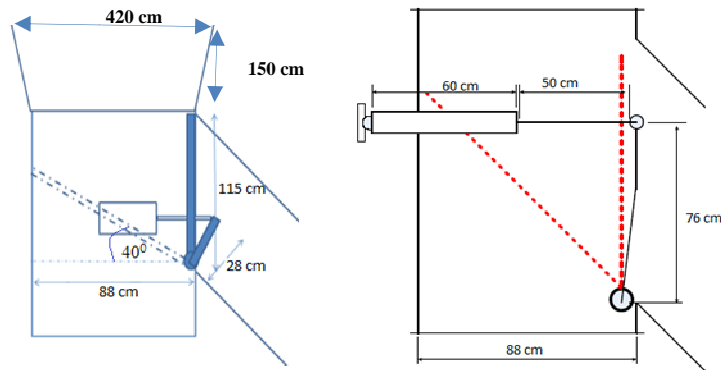
1. Jumlah : 1 buah piston
2. Dimensi
  - a. Diameter: 215 mm
  - b. Stroke: 30 cm

Piston baru

1. Jumlah : 2 buah piston
2. Dimensi
  - a. Diameter: 125 mm
  - b. Stroke: 60 cm

Gambar 7. Pneumatik piston drive pada sistem Material-Way 532-MW1

b. Modifikasi lengan gaya pada pneumatic drive



Gambar 8. Modifikasi panjang lengan gaya pada shaft penggerak Flapper 532-MW

Gambar diatas merupakan sketsa penambahan panjang lengan gaya pada *Pneumatic Drive*, yakni panjang awal adalah 28 cm menjadi 76 cm. Penambahan panjang lengan gaya ini ditujukan untuk memperbesar nilai momen putar dari piston.

c. Kalkulasi pembebanan pada sistem Material-Way 532-MW1 setelah dilakukan Modifikasi.

Perhitungan Beban yang diterima oleh Flapper Material Way 532-MW1		Perhitungan Gaya dan Torsi Putar Pneumatic Drive	
massa Flapper	106.3474 kg 1063.474 N	Piston Old	0.14515 m <sup>3</sup>   1
massa material	360 tph 100 kg/s 980 N	Piston New	0.04906 m <sup>3</sup>   2
Total Massa and Weight	206.3474 kg   2022.2045 N	Pressure	5 Bar 500000 Pa
Momentum material	$I = m \cdot v$ $v = (2gh)^{0.5} = 8.45813 \text{ m/s}$ $t = (2g/h)^{0.5} = 2.3173 \text{ s}$ 845.8132182 kg.m/s	Force	F1 (Old) 72573.25 N F2 (New) 49062.50 N Delta F 23510.75 N
Ep material	3577 Joule   $E = F \cdot v \cdot t$	Lengan Gaya	L1 (Old) 0.28 m L2 (New) 0.76 m delta L 0.48 m
Ek material	3577 Joule   Force (N) = 182.5	Torque	T1 (Old) 20320.51 Nm T2 (New) 37287.50 Nm Delta T 16966.99 Nm

d. Pemasangan Vibrator pada jalur Reject

Pemasangan motor Vibrator pada jalur reject difungsikan untuk menggetarkan stepping chute jalur material reject. Hal ini disebabkan oleh sering terbentuknya build up material di jalur reject yang menjadi faktor kehilangan daya dari Pneumatic Drive.



Gambar 9. Pemasangan *Vibrator* pada *stepping chute* jalur material reject

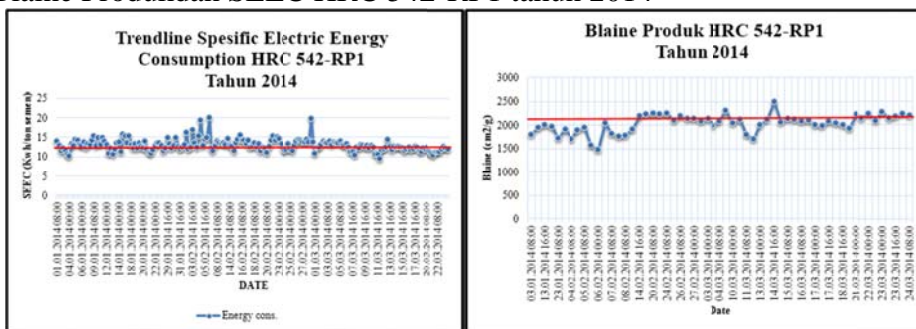
e. Re-aktifasi Metal Detector 532-MT2

Metal Detector 532-MT2 merupakan sensor deteksi logam pada jalur material umpan HRC 542-RP1. Setelah proses modifikasi 532-MW1 selesai dilakukan, maka Metal Detector 532-MT2 ini diaktifkan kembali.



Gambar 10. Metal Detector 532-MT2

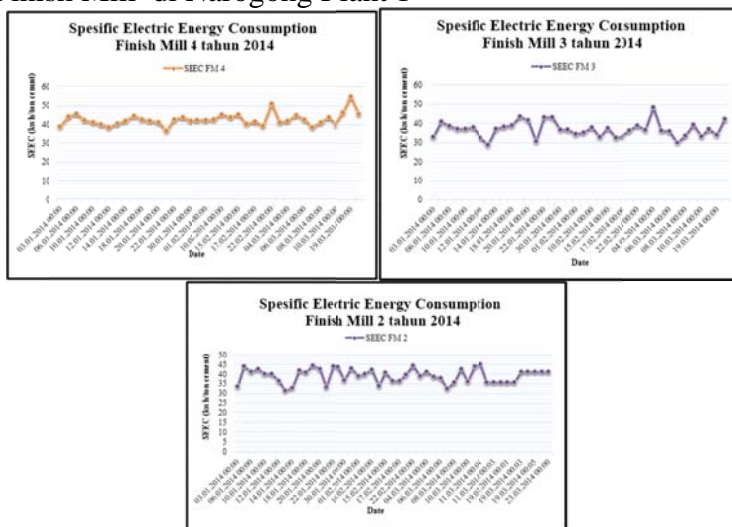
f. Evaluasi Blaine Produk dan SEEC HRC 542-RP1 tahun 2014



Gambar 11. Blaine Produk dan SEEC HRC 542-RP1 pada tahun 2014

Setelah dilaksanakannya penggantian roller HRC 542-RP1 pada tanggal 11/2/2014, *trendline Blaine* HRC 542-RP1 berada pada nilai rata-rata 2110 cm<sup>2</sup>/g. Sedangkan pada nilai SEEC HRC 542-RP1 berada pada nilai rata-rata 13,5 Kwh/ton semen.

g. Evaluasi SEEC Finish Mill di Narogong Plant 1



Gambar 12. Blaine Produk dan SEEC HRC 542-RP1 pada tahun 2014

Berdasarkan grafik diatas, menunjukkan *trendline SEEC Finish Mill 2,3, dan 4* pada tahun 2014, dengan nilai *Blaine* material umpan ke *Finish Mill* yang berada pada nilai rata-rata 2110 cm<sup>2</sup>/g, menghasilkan nilai SEEC rata-rata *Finish Mill 2* sebesar 34,46 kwh/ton semen. Sedangkan *Finish Mill 3* dan 4 berturut-turut adalah sebesar 36,89 dan 43,15 kwh/ton semen.

IV. KESIMPULAN

- a. Pada tahun 2012, terhitung tanggal 25/9/2012 sampai 6/12/2012, material produk penggilingan HRC menghasilkan blaine dengan presentase 50% masih berada dibawah 1800 cm<sup>2</sup>/g, 21,4 % berada didalam range antara (1800-2000) cm<sup>2</sup>/g, dan hanya 28,6% produk dengan blaine diatas 2000 cm<sup>2</sup>/g.

- b. Pada tahun 2013, terhitung tanggal 28/5/2013 sampai 5/12/2013, material produk penggilingan HRC menghasilkan blaine dengan presentase 50% masih berada dibawah 1800 cm<sup>2</sup>/g, 29% berada didalam range antara (1800-2000) cm<sup>2</sup>/g, dan hanya 24% produk dengan blaine diatas 2000 cm<sup>2</sup>/g.
- c. Pada tahun 2014, terhitung tanggal 3/1/2014 sampai 24/3/2014, material produk penggilingan HRC menghasilkan blaine dengan presentase 15% masih berada dibawah 1800 cm<sup>2</sup>/g, 21% berada didalam range antara (1800-2000) cm<sup>2</sup>/g, dan sebanyak 63% produk dengan blaine diatas 2000 cm<sup>2</sup>/g.

Modifikasi piston menghasilkan gaya dorong pneumatik sebesar 49062,50 Newton.

Penambahan panjang lengan gaya pada piston untuk menggerakkan MW dari 28 cm menjadi 76 cm, menambah Torsi pneumatik piston yang awalnya adalah sebesar 20320,51 Nm menjadi 37287,50 Nm.

## V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ferraris, Chiara, . Garboczi, Edward. (2013). Measuring Cement Particle Size and Surface by Laser Diffraction. National Cooperative Highway Research Program.
- [2] Mejeoumov, GlebGennadievich. (2007). Improved Cement Quality and Grinding Efficiency by Mean of Closed Mill Circuit Modeling. Dissertation Texas A&M University.
- [3] B.R.Singh, O. Singh, *Study of Compressed Air Storage System as Clean Potential Energy for 21st Century*, Global Journal of researches in engineering Mechanical and mechanics engineering,12(1), 2012
- [4] Ferraris, Chiara F. (2004).Measurement of Particle Distribution in Portland cement Powder. Cement, Concrete, and Aggregate Vol. 26, No. 2, 2004.
- [5] Plano, Emilio. 2008. Metal Detector and Separation. Manufacturing Workforce Training
- [6] Boes, Karl Heinz,. 2008. Roller Press Circuit. Manufacturing Workforce Training
- [7] HGRS, Administrator, 2008. Cement Grinding System. Manufacturing Course, volume 3:633-652





## Pengaruh Kandungan Silikon Terhadap Pembentukan Dendrit Kolumnar pada Pembekuan Searah Paduan Al-Si

Muhamad

Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung  
ptmebdg@gmail.com

### Abstrak

Studi ini adalah meneliti pengaruh kandungan silikon terhadap pembentukan struktur mikro kolumnar pada material paduan aluminium – silikon dengan metode pembekuan searah (*unidirectional solidification*) konveksi alami secara vertikal. Studi eksperimen dimulai dengan memodifikasi dua jenis bahan sebagai paduan utama yaitu paduan aluminium die casting ADC12 dan Al-Mg-Si dengan komposisi tertentu sehingga membentuk sampel paduan Al yang mengandung konsentrasi Si antara 1 - 11%. Sampel paduan yang telah disiapkan dilebur dalam tungku listrik kemudian dicetak dalam cetakan pipa baja tahan karat yang tipis diameter dalam 11/16", diameter luar 3/8" dan panjang 60 mm. Selanjutnya sample dibekukan dibawah kondisi *steady* dalam tungku listrik yang dilengkapi sistem pembekuan searah secara vertikal melalui pendingin logam yang didinginkan dengan air dan dipasang pada bagian bawah cetakan, dengan kecepatan pendinginan konstan 6,67  $\mu\text{m}/\text{detik}$  pada gradien suhu yang bervariasi. Termokopel tipe K dipasang pada tiga jarak yang berbeda dari permukaan antara cetakan dan pendingin logam untuk mengukur temperatur selama proses pembekuan searah. Parameter solidifikasi (konsentrasi Si) telah diamati sebagai fungsi dari pembentukan struktur. Hasil eksperimen mengungkapkan bahwa pertumbuhan struktur dendrit kolumnar dengan jarak lengan dendrit primer yang halus dan seragam terdapat pada paduan dengan konsentrasi 5,6 dan 7,4%Si. Pada konsentrasi yang lebih tinggi, dendrit kolumnar tumbuh dengan jarak lengan dendrit primer lebih kasar, sedangkan pada konsentrasi Si yang lebih rendah struktur cenderung berbentuk *equiaxed grain*.

Kata kunci: Pembekuan searah, Al-Si, mikrostruktur, kolumnar, dendrit.

### Abstract

*This study was to investigate the effect of silicon content on the formation of columnar microstructure in aluminum-silicon alloy material by unidirectional solidification method of vertical natural convection. Experimental studies began by modifying the two types of materials as the main alloy die casting aluminum alloy ADC12 and Al-Mg-Si with a specific composition to form Al alloy samples containing Si concentrations between 1-11 % . Samples were prepared alloy is melted in an electric furnace and then inserted in the mold of a thin stainless steel tube (ID 11/16", OD 3/8" and length of 60 mm). Subsequently the samples solidified under the conditions of steady on electric furnace equipped with unidirectional solidification system vertically through the water-cooled metal chiller mounted on the bottom of the mold, with a constant growth rate (6.67  $\mu\text{m}/\text{sec}$ ) at a temperature gradient is varied. K type thermocouple mounted at three different distances from the surface of the mold and cooling metal to measure the temperature during unidirectional solidification process. Solidification parameters (Si content ) has been observed as a function of structure formation . The experimental results reveal that the growth of columnar dendrite structure with the primary dendrite arm spacing is smooth and uniformly present in alloys with concentrations of 5.6 and 7.4 % Si . At higher concentrations , columnar dendrites grow with the primary dendrite arm spacing is more coarse , whereas at lower concentrations of Si tend to form equiaxed grain structure.*

Keywords: Directional solidification, Al-Si, microstructure, columnar, dendrites.

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

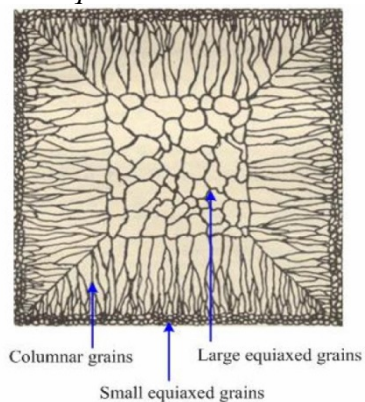
Pembentukan struktur *columnar* dan pengaruhnya oleh konsentrasi Si akan diteliti pada bahan paduan Al-Si dengan metode pembekuan searah. Paduan aluminium-silikon termasuk logam ringan yang memiliki kekuatan yang baik, tahan terhadap karat, memiliki *ductility* yang bagus pada kondisi dingin dan daya tahan korosi yang tinggi serta merupakan konduktor listrik yang cukup baik. Bahan ini dipakai secara luas dalam bidang transportasi, kimia, listrik, bangunan dan alat-alat penyimpanan [2]. Dari fenomena yang banyak terjadi selama proses pembekuan, ada empat yang mengontrol struktur dan akibatnya pada sifat mekanik: komposisi kimia, perlakuan logam cair, laju pendinginan dan gradien suhu.

Silikon adalah salah satu elemen paduan paling signifikan yang menentukan komposisi kimia dalam paduan aluminium. Penambahan kandungan silikon meningkatkan mampu cor (terutama fluiditas

dan ketahanan terhadap *hot tear*), meningkatkan kekuatan dan kekerasan, serta menurunkan berat jenis material. Pada konsentrasi Si > 12%, akan terbentuk kristal Si primer yang keras. Hal ini menyebabkan ekspansi *thermal* menjadi rendah, *machinability* kurang baik, namun ketahanan aus meningkat. Pada paduan yang mengandung Si lebih dari 1.65% pada struktur mikronya terdapat primary dendrite ( $\alpha$ ) dan dikelilingi oleh campuran eutektik antara Al-Si. Penyebab munculnya campuran eutektik diantara batas dendrit dikarenakan struktur eutektik terbentuk dari logam yang paling akhir membeku, eutektik tersebut akan mengisi ruang kosong diantara lengan dendrit. Pada paduan Si 12% struktur mikro paduan seluruhnya terdiri dari fasa eutektik. Jika komposisi paduan lebih bergerak ke arah kanan maka mikrostruktur akan mengandung kristal Si primer. Jika lebih ke kanan lagi pada akhirnya akan mendapati Si murni [2,6].

## 2. Proses Pembekuan

Pembekuan diawali dengan nukleasi dan berakhir ketika terjadi transisi yang lengkap fase cair-padat. Gambar 1.2 menunjukkan jenis struktur mikro ingot, yang terdiri dari *outer chill zone*, *intermediate columnar zone* dan *central equiaxed zone*.



Gambar 1.2. Struktur mikro ingot [6]

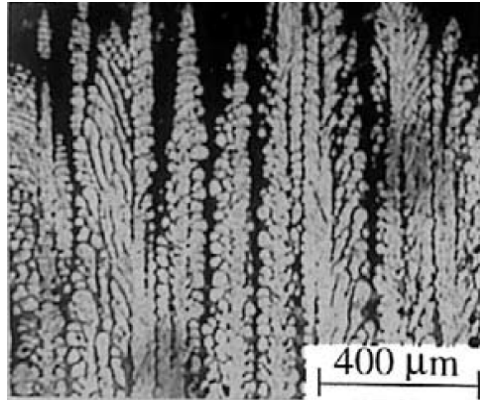
Morfologi butir-butir di zona pembekuan terluar dan zona tengah adalah berbentuk *equiaxed*. Ukuran butir pada zona terluar jauh lebih kecil dari pada butir di zona tengah karena permukaan pendingin merangsang nukleasi tersebut. Butir kolumnar tumbuh sepanjang arah gradien suhu yang terbesar selama pembekuan. Pada material sesungguhnya, ketiga zona tersebut kadang-kadang terlihat semua dalam benda tuang dan ingot, terutama pada baja karbon atau baja paduan karbon rendah. Meskipun demikian, salah satu dari zona sering tidak eksis. Sebagai contoh dalam baja stainless sering didapat penuh dengan bentuk struktur kolumnar.

Di beberapa paduan aluminium, struktur sepenuhnya berbentuk *equiaxed*. Terbentuknya zona-zona dan luasnya dalam struktur ingot tergantung pada jenis bahan, cetakan dan kondisi penuangan [6]. Fraksi volume struktur mikro kolumnar dan *equiaxed* mempengaruhi sifat mekanik benda cor dan ingot. Butir kolumnar mempunyai properti anisotropi. Di beberapa kasus, umpamanya untuk membuat bahan magnetik atau *turbo blades*, orang mencoba untuk membuat coran dengan struktur 100% kolumnar. Pada sebaliknya, banyak kasus membutuhkan terbentuknya 100% struktur mikro butir *equiaxed* sehingga mengurangi segregasi dan inklusi.

## 3. Pembekuan Searah

Struktur kolumnar tumbuh sepanjang arah normal dinding cetakan dan menuju ke melt zone sampai pertumbuhannya terputus oleh butir-butir *equiaxed*. Gambar 1.3 menunjukkan tipikal struktur kolumnar.





Gambar 1.3. Struktur kolomnar dari dendrit pembekuan terarah [7]

Struktur kolomnar pada awal terbentuknya bisa saja tidak mengarah pada arah tegak lurus terhadap dinding. Butir-butir kolomnar tersebut akan tersusul oleh butir-butir kolomnar yang dekat ke arah tegak lurus terhadap dinding cetakan dan kemudian berhenti untuk tumbuh. Struktur kolomnar secara normal dalam dendritic. Selama berlangsungnya pengembangan struktur sel, lengan dendrit sekunder terbentuk oleh karena ketidakstabilan antarmuka.

## II. EKSPERIMEN

### 1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah paduan Al-Si dengan konsentrasi Si berkisar pada 1 – 11%. Paduan aluminium *die casting* ADC12 dan Al-Mg-Si digunakan sebagai paduan utama. Tabel 2.1.1 mencantumkan komposisi kimia paduan utama. Dua paduan utama tersebut dikombinasikan untuk mendapatkan berbagai konsentrasi kandungan Si dengan perbandingan seperti yang tercantum dalam tabel 2.1.2.

Tabel 2.1.1 Komposisi kimia paduan utama

Master Paduan	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Lain-lain
ADC12	84,82	10,83	0,87	1,85	0,19	0,26	0,86	0,32
Al-Mg-Si	97,51	0,53	0,44	0,19	0,05	1,01	0,16	0,11

Tabel 2.1.2 Komposisi jenis paduan (berdasarkan wt.%)

Jenis Paduan	ADC12	Al-Mg-Si	%Si paduan
A	1/8	7/8	1,6
B	1/4	3/4	2,8
C	1/3	2/3	3,9
D	1/2	1/2	5,6
E	2/3	1/3	7,4
F	1	-	10,8

### 2. Alat-Alat Penelitian

Penelitian ini membutuhkan beberapa peralatan sebagai berikut:

1. Tungku pelebur logam dengan sumber panas listrik yang dilengkapi dengan sistem pendinginan searah, cetakan (*die*) untuk sampel uji dan pengamatan temperatur.
2. Spektrometer emisi dan mikroskop optik.

### 3. Prosedur Eksperimen

Material sampel dengan formulasi komposisi pada tabel 2.1.2 dilebur kemudian dibentuk dan dimasukkan ke dalam cetakan stainless steel tube tipis (diameter dalam 11/16", diameter luar 3/8" dan panjang 60mm), ditempatkan pada bagian atas dudukan cetakan (*chiller*). Sampel dipanaskan

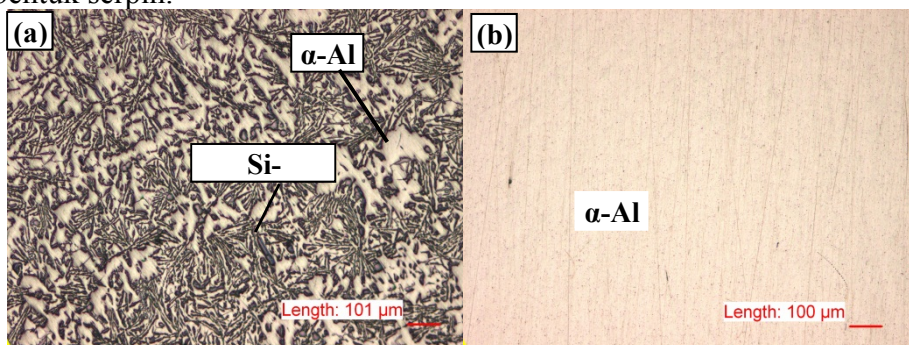
sampai mencapai titik cair atau mencapai temperatur diatas garis likuidus pada diagram fasa paduan Al-Si, selanjutnya dibekukan dibawah kondisi steady dalam tungku listrik yang dilengkapi sistem pembekuan searah secara vertikal menggunakan chiller logam yang didinginkan dengan air dipasang pada bagian bawah cetakan. Pertumbuhan butir pada spesimen selama proses solidifikasi dilakukan dengan menarik ke bawah pada kecepatan konstan dari sliding mechanism yang dihubungkan oleh suatu transmisi ke penggerak motor dc. Proses solidifikasi sampel ini dilakukan dibawah kondisi steady dengan tingkat pertumbuhan konstan ( $6.67 \mu\text{m}/\text{detik}$ ) dan gradien suhu bervariasi.

Sampel yang telah diproses pembekuan searah, kemudian dikeluarkan dari cetakan dengan cara dibelah bagian tengah ke arah memanjang dan bila diperlukan dapat diambil sebagian kecil yang dipersiapkan untuk diambil gambar arah melintang. Selanjutnya sampel dipotong dengan panjang 15-20 mm untuk dibuatkan mounting spesimen menggunakan resin atau baklit. Menggunakan mesin gerinda dan poles, spesimen dihaluskan pada permukaan yang akan diamati struktur mikronya. Pengambilan gambar struktur mikro dengan mikroskop optik cahaya, gambar diambil pada seluruh bagian dari permukaan spesimen yang telah dipoles dan dietsa dengan reagen Kellers. Penampang yang diambil gambarnya adalah potongan ke arah membujur dan di semua lokasi untuk melihat bagian yang membentuk struktur mikro kolumnar.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Struktur Mikro Paduan Utama

Gambar 3.1 menunjukkan struktur mikro dari dua paduan utama yang digunakan dalam penelitian, (a) struktur mikro aluminium *die casting* ADC12, (b) struktur mikro paduan Al-1Mg-0,5Si. ADC12 adalah merk dagang dari Jepang dan mempunyai properti sangat dekat dengan titik eutektik biner pada diagram fasa paduan Al-Si. Berdasarkan pengujian komposisi, paduan ADC12 mempunyai kandungan Si 10,83wt%. DA SILVA (2009) dalam penelitiannya menemukan bahwa fase  $\alpha$  (Al) adalah yang paling awal membeku dalam paduan hipoeutektik Al-Si [5]. Oleh karena itu, di *semi-solid state*, partikel-partikel padat pada dasarnya adalah  $\alpha$ -Al dan silikon eutektik berada di ingot ADC12 membentuk serpih.



Gambar 3.1. Struktur mikro dari dua paduan utama (a) paduan aluminium *die casting* ADC12, (b) paduan Al-1Mg-0,5Si

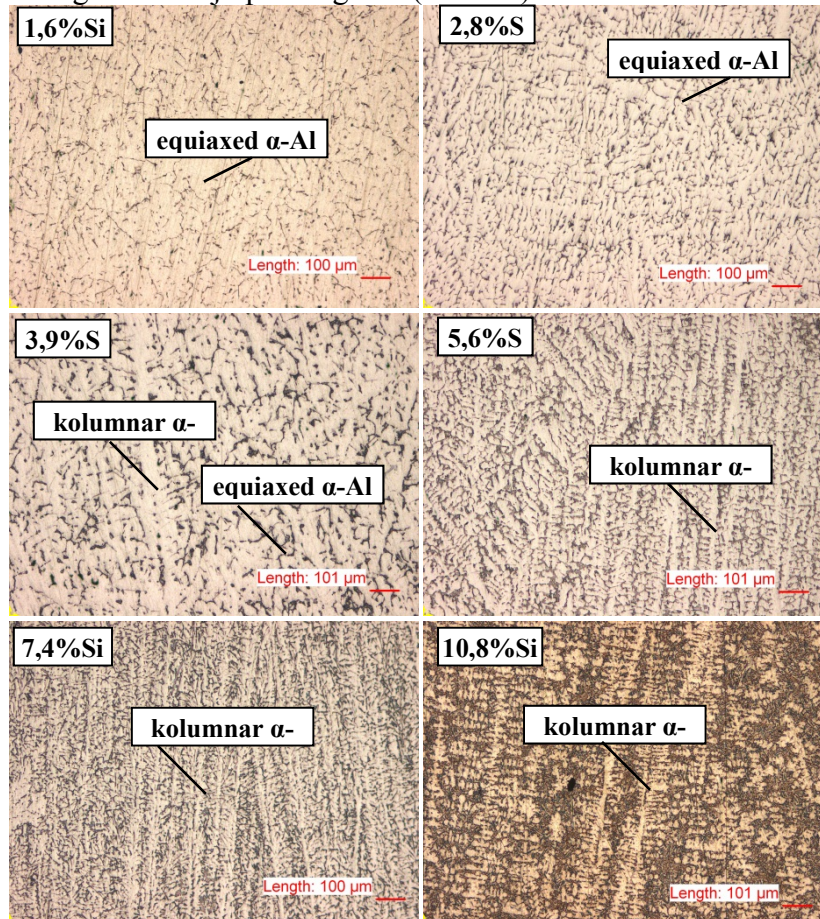
Paduan Al-1Mg-0,5Si merupakan bahan paduan komersil mempunyai kandungan Si 0,53wt%. Pada diagram fasa paduan Al-Si kelarutan maksimum Si dalam (Al) 1,65%, oleh karena itu struktur paduan Aluminium dengan konsentrasi 0,53%Si hanya berupa  $\alpha$ -Al primer dan sangat sedikit struktur eutektik berupa titik-titik yang menyebar di dalam partikel padat  $\alpha$ -Al [1].

#### 2. Pengaruh Si pada Pembekuan Searah

Gambar 3.2.1 menunjukkan struktur mikro hasil solidifikasi terarah secara vertikal berdasarkan konsentrasi Si yang berbeda pada sampel paduan Al-Si. Komposisi paduan sesuai tabel 2.1.2 terdiri dari jenis paduan dengan konsentrasi 1,6; 2,8; 3,9; 5,6; 7,4 dan 10,8%Si. Struktur mikro hasil proses dengan parameter solidifikasi: Temperatur lebur  $730^\circ\text{C}$ , tebal pendingin logam 1 mm, kecepatan pendinginan  $6,67 \mu\text{m}/\text{detik}$  konstan, gradien suhu ( $1-1,88^\circ\text{C}/\text{mm}$ ) dan posisi pengambilan mikrograf

pada penampang longitudinal dengan jarak 15 mm dari permukaan kontak sampel dengan pendingin.

Struktur mikro bahan paduan dengan konsentrasi 1,6; 2,8 dan 3,9wt% Si menunjukkan bentuk transformasi struktur dari *equiaxed grain* ke *columnar grain*, bentuk butiran kasar dan relatif seragam. Bentuk struktur dendrit kolomnar pada jenis paduan dengan konsentrasi Si yang rendah ini terputus-putus dan belum terlihat formasi dendrit kolomnar searah dengan arah pertumbuhan atau laju pendinginan. Dendrit kolomnar mempunyai arah yang acak, hanya pada jenis paduan dengan konsentrasi 3.9wt% Si sedikit terlihat struktur dendrit kolomnar membentuk formasi memanjang searah dengan arah laju pendinginan (vertikal).



Gambar 3.2.1 Perbandingan struktur mikro hasil proses solidifikasi terarah

Secara umum bentuk struktur jenis paduan 1,6; 2,8 dan 3,9wt% sebagaimana bentuk khas struktur paduan aluminium *die casting* dengan kandungan Si rendah.

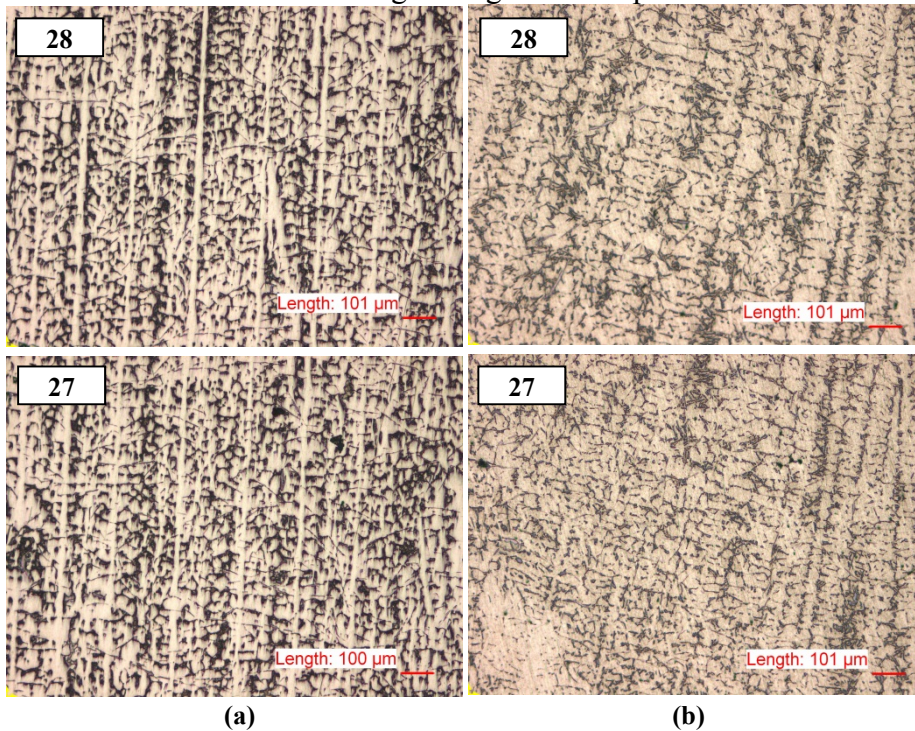
Struktur mikro dari sampel paduan dengan konsentrasi masing-masing 5,6, 7,4 dan 10,8wt% Si menunjukkan formasi struktur dendrit kolomnar yang memanjang searah dengan laju pendinginan (arah vertikal). Sampel jenis paduan D, E dan F pada mikrografnya menunjukkan perubahan tingkat morfologi dendrit primer dari *equiaxed grain* ke dendrit kolomnar dan dendrit primer tumbuh memanjang searah laju pendinginan, struktur ini berupa *dendrite cell*  $\alpha$ -Al dan eutektik silikon yang berada disisi-sisi *dendrite cell*. Pada paduan 5,6%Si dan 7,4%Si struktur kolomnar menunjukkan formasi kolomnar yang rapat dan terarah, memanjang searah dengan laju pendinginan, sedangkan paduan dengan konsentrasi 10,8% Si struktur dendrit kolomnar terlihat lebih jarang.

Dendrit tumbuh dari sebuah nukleat yang hanya memiliki diameter yang sangat kecil, konsentrasi kandungan Si memungkinkan memberikan kontribusi terbentuknya nukleat [6]. Akan tetapi semakin tinggi kandungan Si maka pertumbuhan lengan dendrit primer berkurang sehingga jarak lengan dendrit primer menjadi lebih besar, hal ini seperti ditunjukkan pada gambar struktur mikro paduan 10,8%Si. Konsentrasi Si



yang meningkat akan mengurangi terbentuknya dendrit kolumnar, dan ini dapat dilihat dari berkurangnya kerapatan lengan dendrit primer.

Pada paduan yang mengandung Si lebih dari 1,65% pada struktur mikronya terdapat dendrit primer ( $\alpha$ ) dan dikelilingi oleh campuran eutektik antara Al-Si. Penyebab munculnya campuran eutektik diantara batas dendrit dikarenakan struktur eutektik terbentuk dari logam yang paling akhir membeku, eutektik tersebut akan mengisi ruang kosong diantara lengan dendrit [2]. Semakin tinggi konsentrasi Si maka semakin bertambah struktur campuran eutektik yang terbentuk dan sebaliknya semakin berkurang dendrit kolumnar yang terbentuk. Pada paduan Si 12,6% struktur mikro paduan seluruhnya terdiri dari fasa eutektik. Jika komposisi paduan lebih bergerak kearah kanan (pada diagram fasa) maka mikrostruktur akan mengandung kristal Si primer.



Gambar 3.2.3 Tipikal struktur mikro dendrit kolumnar jenis paduan (a) 5,6%Si (b) 7,4%Si, pada posisi 27-28 mm dari permukaan pendingin.

Gambar 3.2.3 menunjukkan struktur mikro penampang potong longitudinal bahan paduan dengan konsentrasi 5,6% Si dan 7,4% Si pada posisi 27-28 mm dari permukaan kontak antara sampel dan chiller dengan parameter solidifikasi: temperatur lebur  $730^{\circ}\text{C}$ , tebal pendingin logam 1 mm, kecepatan  $6,67 \mu\text{m/det}$  konstan, gradien suhu ( $1-1,88^{\circ}\text{C/mm}$ ). Paduan dengan konsentrasi 5,6 dan 7,4wt%Si termasuk jenis paduan Al-Si hypoeutectic dan mempunyai sifat mampu cor yang baik, struktur mikro memperlihatkan formasi dendrit kolumnar yang rapat, terarah dan memanjang searah dengan arah laju pendinginan. Meskipun kedua jenis paduan ini diperlakukan dengan parameter solidifikasi yang sama, tetapi menghasilkan formasi struktur dendrit kolumnar yang sedikit berbeda yaitu pada perkembangan bentuk dan ukuran lengan dendrit primer maupun sekunder oleh karena adanya perbedaan konsentrasi Si.

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka, bisa diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsentrasi Si pada paduan Al-Si berpengaruh terhadap pembentukan dendrit kolumnar pada pembekuan searah secara vertikal. Pada paduan Al-Si dengan konsentrasi 5,6; 7,4 dan 10,8%Si struktur kolumnar terbentuk adapun konsentrasi dibawah 5,6%Si yaitu 3,9; 2,8 dan 1,6%Si struktur cenderung berbentuk equiaxed grain.

2. Eksperimen menghasilkan pertumbuhan struktur dendrit kolumnar yang memanjang searah dengan arah pembekuan dengan jarak lengan dendrit primer yang halus dan seragam terdapat pada paduan dengan konsentrasi 5,6 dan 7,4%Si. Adapun konsentrasi 10,8%Si struktur membentuk dendrit kolumnar dengan pertumbuhan jarak lengan dendrit primer dan ukuran dendrit sekunder yang lebih besar dari pada pertumbuhan dendrit kolumnar dengan konsentrasi 5,6 dan 7,4%Si.

## **V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] ASM Internasional, 2004, "Introduction to Aluminum-Silicon Casting Alloys", Chapter 1, pp. 1-10.
- [2] Callister, D., "Material Science and Engineering", 7th ed., John Willey: 2007.
- [3] Campbell, J., "Casting", pp.125-138; University of Brimingham: 2003.
- [4] Coan, P., "Microtomography of the columnar to equiaxed transition in Al-Ni and Al-Si alloys", ESRF: 2007.
- [5] DA-Silva, M., 2009, "Characterization of semi-solid slurry using a novel", Journal of Materials Processing Technology, 5892-5901.
- [6] Fleming, M.C., "Solidification Processing", pp.188-183; Mc Graw Hill Book Company New York: 1974.
- [7] Gunduz, M., Adirli, E.C., "Directional Solidification of Aluminium- Copper Alloyspp.167-185", A327, Material Science and Engineering: 2002.
- [8] Heiberg, G., Nogita, K., Dahle, A.K., Amberg, L., "Columnar to equiaxed Transition of Eutectic in Hypoeutctic", volume 50, pp.2537-2546; Acta Materialia: 2002.
- [9] Kaya, H., Cadirli, E., Gunduz, M., dan Ulgen, A., "Effect of the Temperature Gradient, Growth Rate, and the interflake Spacing on Microhardness in the Directionally Solidified Al-Si Eutectic Alloy", volume 12, pp.544-551; JMEPEG: 2003.



## Rancang Bangun *Local Panel Control* pada *L3C-RE1* untuk Menjaga Ketersediaan Batu Bara

Ardy wijaya<sup>1</sup>; Fatahula<sup>2</sup>

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen

Teknik elektro Politeknik negeri jakarta

althafacm@gmail.com

### Abstrak

*Reclaimer* batubara (L3C-RE1) berfungsi untuk menggaruk batubara yang ada di *stock pile* untuk disimpan ke tempat penyimpanan sementara (*Bin*) di area penggilingan batubara (*Coal Mill*). *Panel view* yang digunakan untuk mengontrol *reclaimer* memiliki masalah, yaitu sering tidak dapat merespon instruksi (*input*) dari operator. Masalah ini akan mengganggu suplai batubara ke kedua *Coal Mill* dan mengganggu operasional kedua tanur (*Kiln*). Fokus studi ini adalah membuat *local panel control* pada *reclaimer* sebagai prosedur antisipasi saat *panel view* bermasalah. Tahapan rancang bangun dimulai dengan mengklasifikasi instruksi yang ada, lalu menentukan instruksi apa saja yang akan digunakan. Selanjutnya adalah menginventarisir *PLC address* dari setiap instruksi. *PLC* yang digunakan adalah Allen Bradley SLC 5/03. Berikutnya adalah mengkoneksikan *push button* pada *local panel control* dengan *input module PLC* dan merubah *ladder diagram*. Terakhir adalah memasang indikator seperti indikator *pile* untuk memudahkan pengoperasian. Hasil dari rancang bangun ini membuat *reclaimer* dapat dikontrol melalui *panel view* atau *local panel control*. Sehingga pada saat terjadi masalah pada *panel view*, operator *reclaimer* dapat langsung berpindah mengoperasikan *reclaimer* menggunakan *local panel control*. Hasil pengujian selama 1 minggu menunjukkan *local panel control* berfungsi secara paralel dengan *panel view*. Diperlukan penambahan indikator *skewing* dan perbaikan indikator kecepatan untuk memudahkan pengoperasiannya.

Kata kunci : *reclaimer*, *panel view*, *plc*, *local panel control*, batubara.

### Abstract

Coal Reclaimer (L3C-RE1) serves to reclaim the coal at stock pile to be saved to a temporary storage area (Bin) in the area of coal mill. Panel view that used to control the reclaimer has a problem, which often can not respond to instruction or input from operator. This problem will disturb the supply of coal to both Coal Mill and disturb both furnace (Kiln) operational. The focus of this study is create a local control panel on the reclaimer as anticipation procedure when the panel view has problem. Stages engineering begin with classifying the existing instructions, then determine what instruction will be used. Next stage is inventorying the PLC address of each instruction . PLC that used is Allen Bradley SLC 5/03 . After that, connecting push button on the local panel control to the PLC input module and change the PLC ladder diagrams . Last is installing indicators such as pile indicator to ease operation. The results of this engineering makes reclaimer can be controlled via the panel view or the local control panel . So if there is a problem occur with the panel view, reclaimer operator can directly operate reclaimer using local control panel. Test results for a week showed a local control panel function in parallel with the panel view. Need addition of skewing indicator and improvements of speed indicator to ease operation.

Keyword : *reclaimer*, *panel view*, *plc*, *local panel control*, coal.

## I. PENDAHULUAN

Sistem pengontrolan alat di industri semen semakin berkembang pesat. PT Holcim Indonesia Tbk menggunakan automasi *equipment* karena sistem pengontrolan ini memudahkan *monitoring* setiap *equipment*. Hampir semua *equipment* di area *Plant* Nargong sudah dapat dikontrol dan dimonitor secara otomatis dari *Central Control Room* (CCR). Untuk beberapa *equipment* selain dikontrol melalui CCR dapat juga dikontrol secara *manual*. Salah satu *equipment* tersebut adalah *Reclaimer* batubara di area *Kiln*. *Kiln* adalah *equipment* yang berfungsi untuk membakar *raw material* untuk direaksikan menjadi *Clinker*.

### 1. Latar Belakang

*Reclaimer* Batubara memiliki fungsi utama untuk menggaruk material yang ada di *stock pile* untuk disimpan ke dalam tempat penyimpanan sementara (*Bin*) di area penggilingan batubara (*Coal Mill*). Secara spesifik, *Reclaimer* ini memiliki peran vital karena berfungsi untuk mensuplai batubara ke kedua *Kiln* yang ada di PT Holcim Indonesia Tbk. Masalah yang terjadi adalah proses pengisian batubara sering terhambat diakibatkan gangguan pada *Panel View* pada *Reclaimer*. *Panel View*

sering tidak dapat merespon instruksi (*input*) dari operator pada saat proses perpindahan *pile* menyebabkan *Reclaimer* tidak dapat beroperasi. Ketersediaan batubara untuk *Coal Mill* akan berkurang sehingga mengganggu operasi *Kiln*. Penambahan *Local Panel Control* diperlukan sebagai prosedur antisipasi dengan tujuan *Reclaimer* dapat tetap dioperasikan saat *Panel View* mengalami gangguan.

## II. EKSPERIMEN

*Reclaimer* adalah alat yang berfungsi untuk menggaruk material yang ada pada *stockpile*, untuk selanjutnya ditransportasikan menuju ke proses [1]. *Reclaimer* digunakan pada kegiatan *manufacturing* pada industri semen, pembangkit listrik, kertas, pupuk, pertambangan dan pelabuhan [2]. *Reclaimer* memiliki area yang dinamakan *stockpile*. *Stockpile* berfungsi untuk menampung material dan sebagai tempat untuk proses *pre-homogenisasi* material, sebelum digaruk oleh *Reclaimer* dan ditransportasikan menuju ke proses [1]. *Reclaimer* berdasarkan metode penyimpanan materialnya dibedakan menjadi 2 tipe : [2]

- a. *Homogenising Stores*, terdiri dari :
  - *Circular Blending System (CBS)*
  - *Longitudinal Blade Scrapper*
  - *Bucket Elevator Store*
- b. *Non-Homogenising Stores*, terdiri dari :
  - *Portal Scrapper Store*
  - *Side Scrapper Store*

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Reclaimer* dapat dioperasikan secara otomatis melalui *Central Control Room (CCR)* dan secara manual melalui *Panel View*. *Reclaimer* dioperasikan otomatis melalui *CCR* ketika beroperasi normal menggaruk material. Ketika satu *pile* batubara habis, *Reclaimer* harus berpindah ke *pile* yang lain. Proses perpindahan *pile* ini disebut dengan istilah *Shunting*. Ketika proses *Shunting* *Reclaimer* harus dioperasikan secara manual melalui *Panel View*. Level *raw coal bin* dikondisikan hampir penuh atau sekitar 90% sebelum proses *Shunting* dilakukan. *Shunting* harus dilakukan dengan cepat supaya level *raw coal bin* tetap dalam level aman (minimum level 60 %). Idealnya *Shunting* memerlukan waktu 30 menit. Gangguan pada *Panel View Reclaimer* membuat *Shunting* tidak dapat dilakukan. Prosedur antisipasi yang dilakukan adalah men-*dumping* batubara menggunakan *loader* melalui *hopper* untuk langsung masuk ke *Belt Conveyor*. Prosedur ini memiliki kekurangan, antara lain memerlukan lebih banyak *manpower* untuk membantu melancarkan turunnya material pada *hopper*. Kapasitas *Loader* yang digunakan lebih kecil dibandingkan kebutuhan batubara yang harus disuplai. Rancang bangun *local panel control* membuat *Reclaimer* tetap dapat melakukan *Shunting* walaupun *Panel View* mengalami gangguan. *Local panel control* menggunakan *push button* untuk memasukan instruksi (*input*). Sebagai indikator digunakan lampu. Eksperimen ini dilakukan secara bertahap dengan langkah seperti berikut :



**1. Mengklasifikasi instruksi yang akan digunakan.**

Berikut adalah daftar instruksi yang akan digunakan :

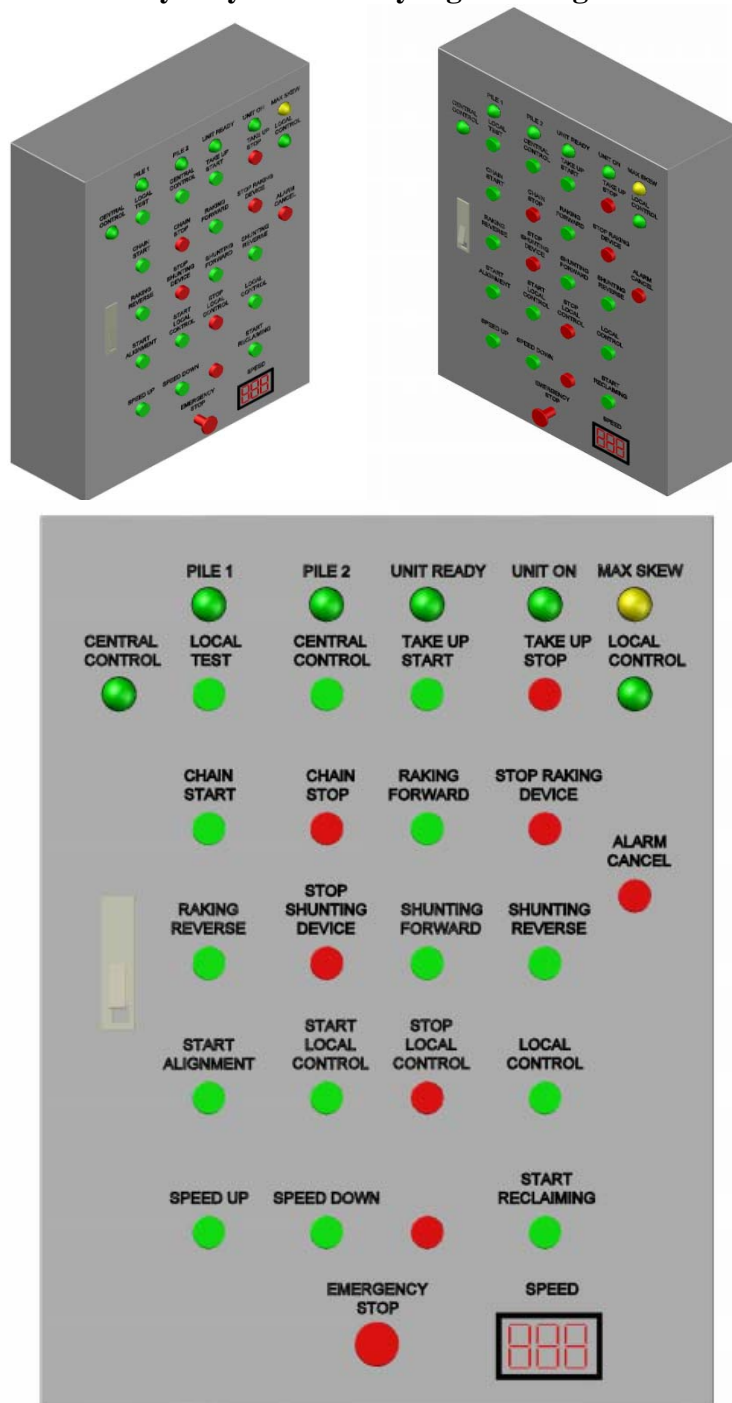
Instruksi	Fungsi
Local Test	Memberikan mode (permit) Reclaimer untuk dijalankan secara manual dari lokal, setiap motor dapat dijalankan sesuai dengan keinginan.
Central Control	Memberikan mode (permit) Reclaimer untuk dijalankan secara otomatis dari Central Control Room
Local Control	Memberikan mode (permit) Local Control
Start Local Control	Menjalankan mode Local Control, Reclaimer dijalankan secara otomatis dari lokal.
Stop Local Control	Mematikan mode Local Control.
Take Up Start	Menjalankan sistem take up yaitu sistem hidrolik untuk mengencangkan scrapper chain dengan mendorong sproket.
Take Up Stop	Mematikan sistem take up.
Chain Start	Menjalankan motor chain scrapper untuk mentransportasikan material yang sudah digaruk menuju ke belt conveyor.
Chain Stop	Mematikan motor chain scrapper.
Raking Forward	Menjalankan motor Raking Device (Harrow untuk menggaruk material) ke arah depan/maju.
Raking Reverse	Menjalankan motor Raking Device (Harrow untuk menggaruk material) ke arah belakang/mundur.
Stop Raking Device	Mematikan motor Raking Device.
Shunting Forward	Menjalankan motor Shunting Device untuk menggerakkan Reclaimer ke arah kanan.
Shunting Reverse	Menjalankan motor Shunting Device untuk menggerakkan Reclaimer ke arah kiri.
Stop Shunting Device	Mematikan motor Shunting Device.
Start Aligment	Menjalankan sistem alignment otomatis apabila terjadi skewing/misalignment pada Reclaimer
Speed Up	Menaikan kecepatan Raking Device.
Speed Down	Menurunkan kecepatan Raking Device.
Start Reclaiming	Menjalankan mode reclaiming melalui mode local test
Emergency Stop	Mematikan seluruh sistem Reclaimer.
Alarm Cancel	Mereset alarm apabila Reclaimer mengalami gangguan.

## 2. Menginventarisir PLC address setiap instruksi.

Berikut adalah PLC Address dari setiap instruksi yang akan digunakan :

Central Control	B14:0/9
Unit On	B3:2/11
Unit Ready	B3:1/15
Max Skewing	B14:5/14
Pile 1	B3:2/6
Pile 2	B3:2/5
Local Control	B3:0/4
Permit Local Control	B3:1/6
Start Central Control	B3:1/7
Start Local Control	B3:0/1
Stop Local Control	B3:0/2
Start Local Test	B3:1/5
Emergency Stop	I:4/9
Alarm Cancel	B3:0/7
Take Up Start	B3:0/10
Take Up Stop	B3:0/11
Chain Start	B3:0/8
Chain Stop	B3:0/9
Raking Forward	B3:0/12
Raking Reverse	B3:0/13
Stop Raking Device	B3:0/14
Shunting Forward	B3:0/15
Shunting Reverse	B3:1/0
Stop Shunting Device	B3:1/1
Start Reclaiming	B3:4/8
Start Aligment	B3:1/4
Speed Up	B3:1/12
Speed Down	B3:1/13

3. Merancang panel sesuai banyaknya instruksi yang akan digunakan.



Gambar 2. Local Panel Control

**4. Mengkoneksikan push button dan lampu indikator pada panel dengan PLC module.**

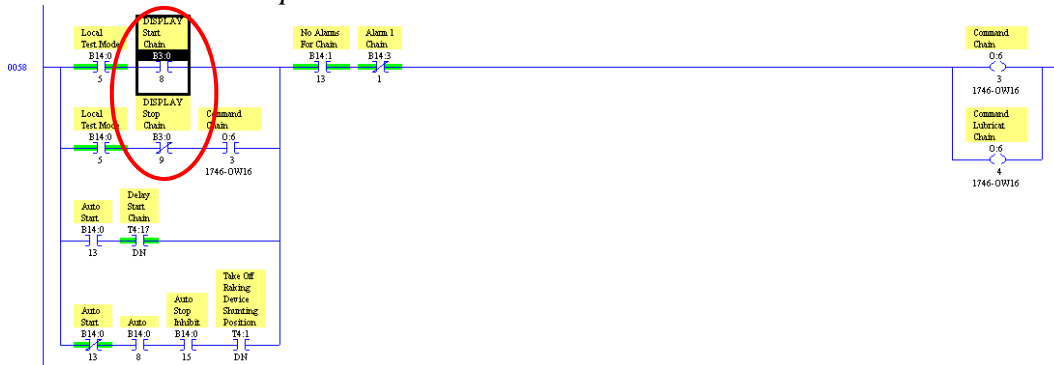
Berikut adalah PLC Address yang terkoneksi dengan Local Panel Control :

Central Control	O:7/4
Unit On	O:7/9
Unit Ready	O:7/8
Max Skewing	O:7/7
Pile 1	O:7/10
Pile 2	O:7/11
Local Control	O:7/5
Permit Local Control	I:8/14
Start Central Control	I:4/2
Start Local Control	I:5/15
Stop Local Control	I:8/13
Start Local Test	I:4/1
Emergency Stop	I:8/10
Alarm Cancel	I:8/7
Take Up Start	I:4/3
Take Up Stop	I:4/4
Chain Start	I:4/5
Chain Stop	I:4/6
Raking Forward	I:4/7
Raking Reverse	I:5/11
Stop Raking Device	I:8/8
Shunting Forward	I:5/12
Shunting Reverse	I:5/13
Stop Shunting Device	I:8/9
Start Reclaiming	I:8/15
Start Aligment	I:5/14
Speed Up	I:8/5
Speed Down	I:8/6

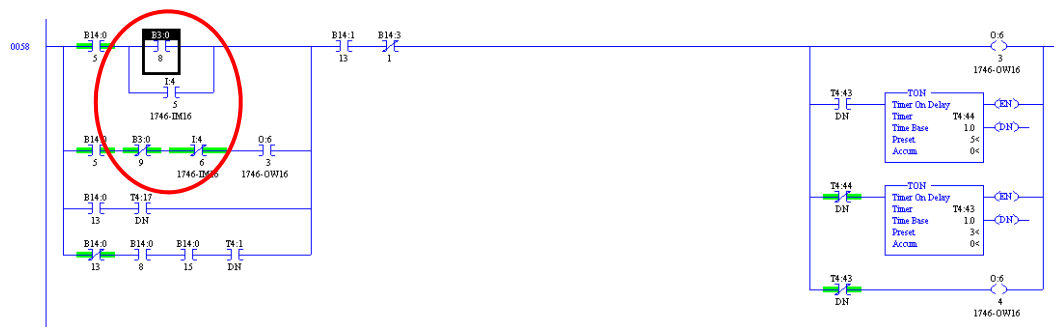
### 5. Merubah ladder diagram dengan menambahkan instruksi yang ada pada panel.

Contoh perubahan ladder diagram instruksi :

#### a. Chain Start dan Chain Stop

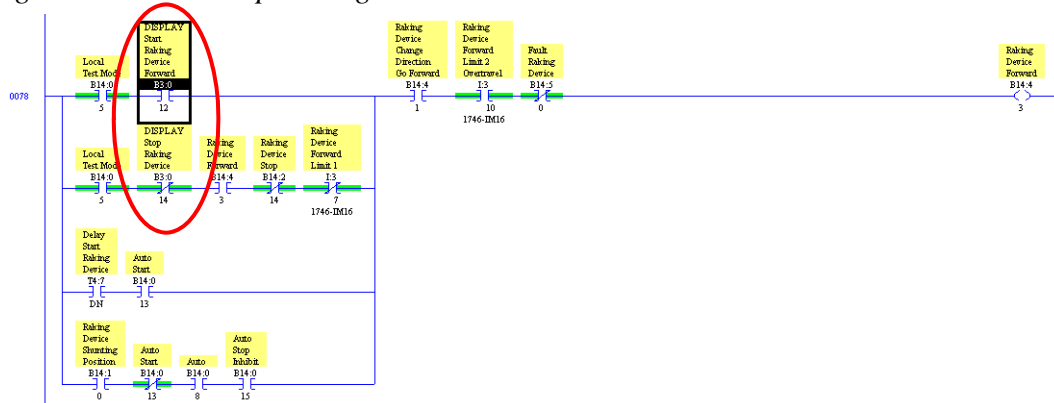


Gambar 3. Ladder Diagram Instruksi Chain Start (sebelum dirubah)

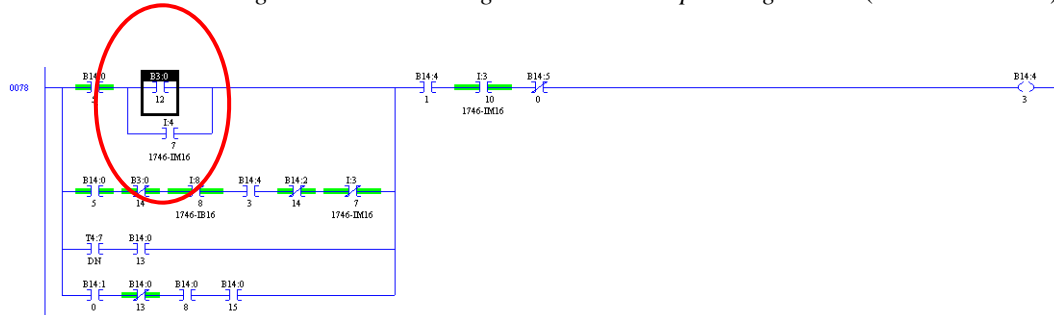


Gambar 4. Ladder Diagram Instruksi Chain Start (sesudah dirubah)

#### b. Raking Forward dan Stop Raking Device

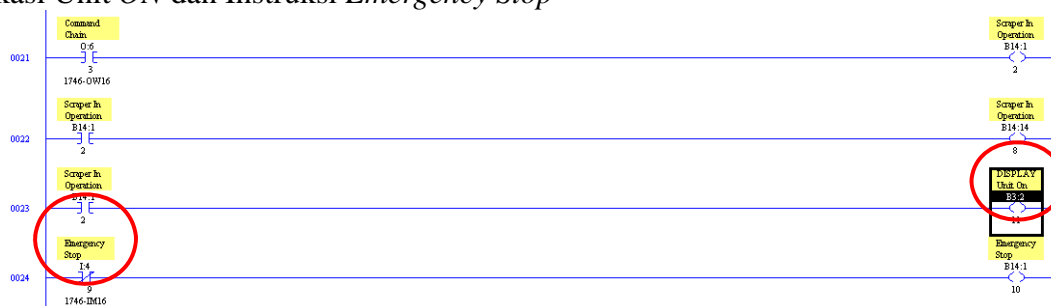


Gambar 5. Ladder Diagram Instruksi Raking Forward dan Stop Raking Device (sebelum dirubah)



Gambar 6. Ladder Diagram Instruksi Raking Forward dan Stop Raking Device (sesudah dirubah)

c. Indikasi Unit ON dan Instruksi *Emergency Stop*



Gambar 7. Ladder Diagram Indikasi Unit ON dan Instruksi *Emergency Stop* (sebelum dirubah)



Gambar 8. Ladder Diagram Indikasi Unit ON dan Instruksi *Emergency Stop* (sesudah dirubah)

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Uji coba dilakukan setelah tahapan merubah *Ladder Diagram* dan program di tulis ulang ke *PLC CPU*. Uji coba dilakukan secara bertahap. Pertama dengan menguji kerja alat di mode *Central Control* dan *Local Control*. Dilanjutkan menguji mode *Local Test* dengan menjalankan instruksi yang digunakan pada saat proses *Shunting*. Hasil dari pengujian alat menunjukkan semua instruksi dapat berfungsi. Tidak ada perubahan atau perbedaan cara kerja dengan menggunakan *Panel View* atau *Local Panel Control*. Ada satu indikator yang belum berfungsi dengan benar, yaitu indikator kecepatan. Kecepatan yang ditampilkan belum sesuai, hanya menunjukkan nilai 0 atau 100.

**V. KESIMPULAN**

Rancang bangun *Local Panel Control* dapat mengatasi masalah gangguan pada *Panel View*. Dalam kondisi *Panel View* tidak mengalami gangguan, *Reclaimer* dapat dioperasikan secara paralel melalui *Panel View* ataupun *Local Panel Control*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa semua instruksi yang diperlukan saat proses *Shunting* dapat dijalankan melalui *Local Panel Control* tanpa menggunakan *Panel View*. Proses *Shunting* yang lancar membuat ketersediaan batubara untuk *Coal Mill* terjaga.

**VI. DAFTAR PUSTAKA**

[1] Sharma, S. "Maintenance and safety features for reduction of failure in Stacker cum Reclaimer for Thermal Power Plant, Current Research in Engineering, Science and Technology", (CREST) Journals Vol 01, Issue 07, September 2013 146-151 ISSN 2320-706X ; 2013  
 [2] FLSMIDTH. "Stacker and Reclaimer Systems"; 2011

## Desain Sistem Pengontrolan PLC untuk Ruang Relaksasi yang Terintegrasi *Stress Detector*

Haggy Prabu Margandhi ; Hikmawati Susanti ; Zaenul Akbar Santoso  
Teknik Mesin Prodi Teknik Konversi Energi, LNG Academy, Politeknik Negeri Jakarta  
zaenulakbar44@yahoo.com

### Abstrak

Respon tubuh dari semakin meningkatnya tuntutan pekerjaan dapat menyebabkan stres. Beberapa parameter yang menunjukkan seseorang mengalami stres bisa dilihat dari tekanan darah meningkat, denyut jantung tinggi dan tahanan tubuh (*GSR*) naik serta suhu tubuh turun. Stres mengakibatkan seseorang menjadi agresif, depresi, menderita neurosis cemas, dan gangguan psikosomatik yang bisa mengurangi produktivitas kerja.

Pada studi ini, sistem pengontrolan merupakan pengintegrasian dari analisa deteksi tingkat stres seseorang dengan sistem penanggulangan stres itu sendiri. Mekanisme awal menggunakan sistem sensor keberadaan manusia untuk mengaktifkan sistem dalam kondisi *standby*. Kemudian *Sensor Galvanic Skin Resistance (GSR)*, *Sensor Heart Rate*, dan *Sensor Body Temperature* yang terpasang langsung pada kursi pijat akan mengeluarkan hasil tingkat stres saat seseorang sudah duduk yang dibagi menjadi tiga tingkatan stres yaitu normal, stres ringan, dan stres berat.

Setelah aktivasi kursi pijat, ada pengaktifan sistem relaksasi berupa sistem variasi aromaterapi pengharum ruangan, variasi musik relaksasi, air hangat untuk rendaman kaki (*foot spa*) dibawah kursi pijat, dan pengaktifan fasilitas refreshing berupa visualisasi gambar atau video yang menenangkan pikiran yang semuanya disesuaikan dengan tingkatan stres yang telah tersebut diatas.

Desain sistem pengontrolan ruangan ini berbasis proses otomasi, mencakup sensor deteksi keberadaan orang yang keseluruhan sistem pengontrolannya menggunakan metode *bypass system*, otomatis dengan PLC (*Programmable Logic Controller*) SLC 500 dengan *software RS Logix 500* dan *manual system*.

Kata kunci : PLC, stres, sensor, *input*, *output*, *on*, *off*

### Abstract

Human's response for the increasing task demand can cause stress. Few of parameters that indicate a person have stress can be seen from his/her enhancement blood pressure, heartbeat, body resistance, and body temperature. Stress make someone become aggressive, depression, suffer worrying neurosis, and other psychosomatic disturbance that can decrease task productivities.

That is why work support is necessary. In this study, control system is the integration of level stress detection analysis of person with stress prevention system itself. Initial mechanism uses human presence sensor system to activate system in standby condition. Then Galvanic Skin Resistance sensor, heart rate sensor, blood pressure sensor which mounted on massage chair directly will issue level stress result when person is already sit on massage chair which divided into three levels. The three levels are normal stress, mild stress, and severe stress.

After activation of massage chair, there is an activation of relaxation system in the form of aromatherapy air freshener variations system, relaxation music variations system, warm water system for feet immersion which placed under massage chair, and activation of refreshing system in the form of image or video visualization which soothe the mind that is adjusted to person's stress level.

This control system room based an automation system include human presence sensor which the whole control system using bypass system method, automation with PLC (Programmable Logic Controller) RS Logic 500, and manual system.

Key words : PLC, stress, sensor, *input*, *output*, *on*, *off*

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar belakang

Stres adalah bentuk ketegangan dari fisik, psikis, emosi maupun mental. Stres yang dirasakan seseorang tentulah berbeda-beda, tergantung dari tekanan yang diberikan serta seberapa tahan dia terhadap tekanan tersebut. Hal ini dapat disolusikan apabila pengelola kantor memberikan fasilitas penunjang berupa *ruang relaksasi*.

*Ruang relaksasi* disini berupa ruangan khusus yang ditujukan untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan stress yang dialami para pekerja. Sistem ini diintegrasikan dengan *stress detector*, sensor berat dan sensor *infrared*. Sistem ini bekerja berdasarkan otomasi proses yang saling

terintegrasi. Hasil output sensor akan digunakan sebagai pengaktif sistem pengurang stres. Dari jurnal *Orbith* Vol. 8 No. 1 Maret 2012: 1-9 pembagian tingkatan stres adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Tingkatan stres

Kondisi	Parameter		
	GSR	HR (bpm)	H - T
Normal	< 5	70 – 90	> 36
Stres Ringan	5 -10	90 – 100	33 – 36
Stres berat	> 10	> 100	< 33

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat konsep simulasi desain sistem pengontrolan menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) pada ruang relaksasi yang terintegrasi dengan *stress detector* dan untuk mengetahui parameter penginputan / pemilihan PLC yang sesuai dengan deskripsi kerja.

## II. EKSPERIMEN

### 1. Dasar teori

#### Teori PLC

Programmable Logic Controllers atau PLC adalah sebuah alat yang digunakan untuk menggantikan rangkaian sederetan relay yang dijumpai pada sistem kontrol proses konvensional sebagai otomatisasi proses.

#### Teori Sensor

Penggunaan sensor untuk pemrosesan adalah sebagai pengaktif beberapa kondisi dan untuk sensor yang dipakai adalah Easy Pulse Sensor untuk sensor heart rate, RTD untuk sensor suhu, eletrodermal response sensor untuk sensor GSR yang masing-masing keluarannya adalah data analog.

#### Teori relaksasi

Relaksasi adalah teknik mengatasi kekhawatiran / kecemasan atau stres melalui pengendoran otot-otot dan syaraf, itu terjadi atau bersumber pada obyek-obyek tertentu atau kondisi istirahat pada aspek fisik dan mental manusia, sementara aspek spirit tetap aktif bekerja. Sehingga tubuh dalam keadaan homeostatis atau seimbang, dalam keadaan tenang tapi tidak tertidur, dan seluruh otot-otot dalam keadaan rileks dengan posisi tubuh yang nyaman.

### 2. Metode rancangan

Metode rancangan yang digunakan adalah metode diskriptif prosentase yaitu menggambarkan keadaan dengan memasukkan hasil penelitian dalam prosentase hasil interpretasi pada simulasi program.

### 3. Analisis pemrosesan PLC

#### Pemilihan PLC

Langkah pemilihan PLC menurut *manual guide* adalah sebagai berikut:

1. I/O module dipilih karena sensor yang dipakai ada output analognya maka dipilih PLC yang memiliki output analog.
2. Modul komunikasi dipilih karena terkait dengan pemilihan kabel transmisi.
3. Tipe prosesor dipilih untuk menyesuaikan programming software.
4. Chasis PLC dipilih dengan melihat jumlah dan besar chasis tergantung berapa banyak module PLC yang digunakan.
5. Catu daya dipilih yang sesuai dengan tegangan masukan.



6. Software programming dipilih yang sesuai dimana untuk PLC Allen-Bradley dipilih software RSLogix 500.

Jadi PLC yang dipakai adalah SLC 500 dari Allen-Bradley dengan tipe prosesor 1747-L543C 5/04 CPU – 64K Mem. OS401 Series C FRN 10 and later.

### Pemrograman

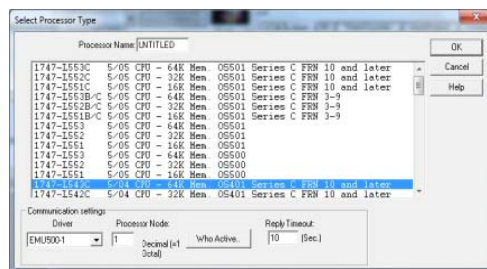
Persiapan RS Logix 500

Instruksi penggunaan pemrograman RS Logix 500 terhubung dengan PLC SLC 500 untuk masukan dan keluaran dari PLC harus disesuaikan. Untuk alur kerja awalnya adalah sebagai berikut :

Inisialisasi proses dan pemilihan prosesor

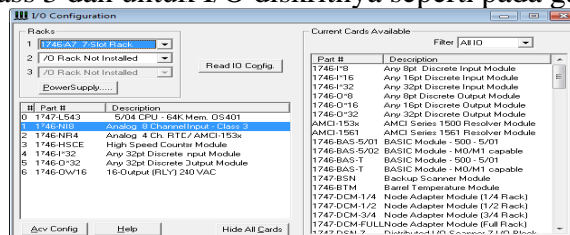


Gambar 1. Inisialisasi awal program



Gambar 2. Pemilihan Prosesor

Pengsetan I/O Configuration terkait dengan input analog dan input diskrit, oleh karena itu ditambahkan untuk konfigurasi Analog 4 Channel RTD / AMCI-153x, High Speed Counter Module, Analog 8 Channel input class 3 dan untuk I/O diskritnya seperti pada gambar 3 berikut :



Gambar 3. Konfigurasi I/O

Kemudian masing-masing konfigurasi diatur *Adv. Configuration*nya sesuai dengan keluaran dari sensor sehingga bisa sebagai masukan PLC.

## III.HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pembahasan

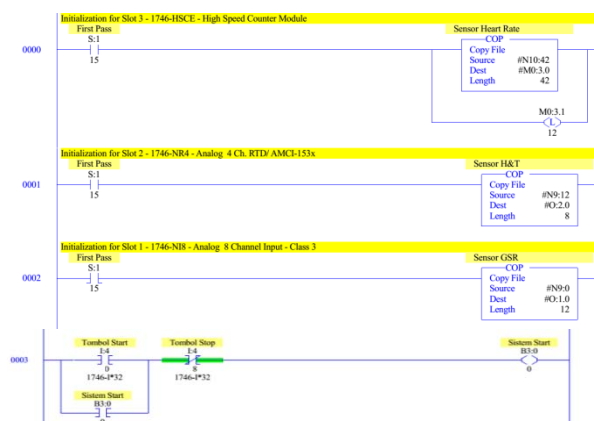
Algoritma dari program aplikasi untuk pengaturan kerja ruang relaksasi yang terintegrasi *stress detector* adalah :

1. Kondisi awal, semua peralatan nonaktif.

2. Setelah sistem start aktif maka akan mengaktifkan timer ruang siap, heater 1, sistem penunjang, indikator ruang kosong
3. Sensor Inframerah akan mendeteksi ada orang dan mengaktifkan sistem dalam.
4. Sistem kontrol dalam ruangan aktif maka Lampu, AC& Musik awal ( beserta Time delay 3 detik), Waterfall.
5. Sensor berat flexi force maka akan Mengaktifkan kursi pijat, foot spa, sensor GSR, sensor denyut nadi, sensor suhu, menonaktifkan welcome music.
6. Level switch foot spa aktif makan Foot spa valve nonaktif, sensor suhu aktif.
7. Sensor suhu foot spa mengaktifkan heater jika suhu dibawah 32o C.
8. Sensor GSR, sensor denyut nadi, sensor suhu akan menentukan lamanya waktu sensor berat aktif untuk servis aromaterapi, musik, penampil visual
9. Setelah satu siklus selesai, apabila Tombol Reset ditekan maka akan mengulang proses dari awal.

Dari pembahasan algoritma pemrograman maka proses Ladder Logic Diagramnya adalah sebagai berikut :

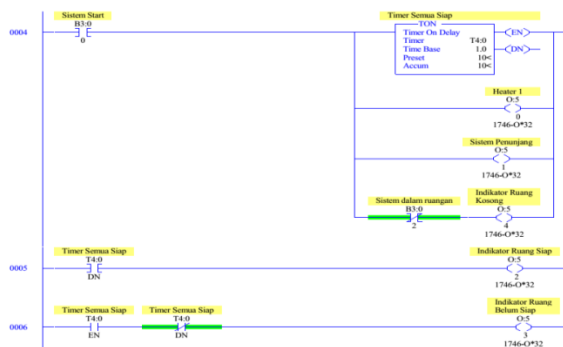
Hasil konfigurasi I/O dan *Start* awal



Gambar 4. *Start* Awal

Hasil dari konfigurasi I/O akan muncul pada awal program. Konsep kerja dari sistem start adalah jika tombol *start* I:4 ditekan maka arus listrik bisa masuk dan mengenai coil B3:0. Sistem start ini akan di *latch* sehingga jika push button kembali open, supply daya listrik akan tetap mengalir.

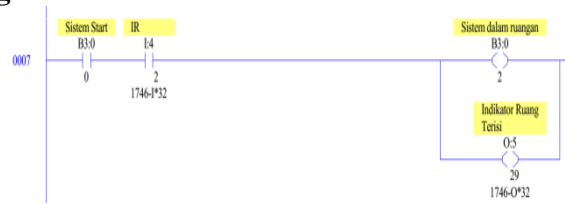
## 2. Persiapan sistem



Gambar 5. Persiapan Sistem

Pada gambar 5, T4:0 on-delay aktif untuk indikasi kesiapan ruangan, T4:0/EN ruang siap, T4:0/DN ruang belum siap, heater 1 O:0/5, sistem penunjang O:5/1, indikator ruang kosong O:5/4 aktif.

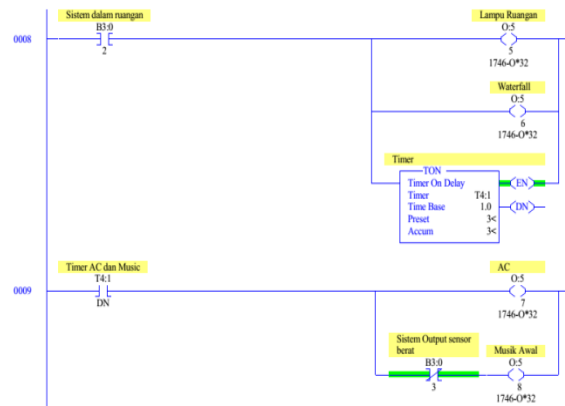
### 3. Indikasi adanya orang



Gambar 6. Indikasi orang

Sensor IR I:4/2aktif, mengaktifkan sistem dalam ruangan dan indikator ruang terisi.

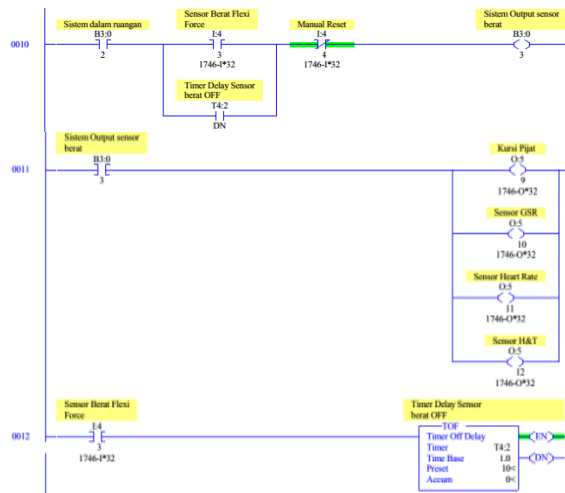
### 4. Pengaktifan sensor awal



Gambar 7. Pengaktifan sensor awal

Sistem dalam ruangan aktif maka akan mengaktifkan AC dan *welcome music* yang ada delay timer T4:1 serta lampu ruangan dan *waterfall glass aktif*.

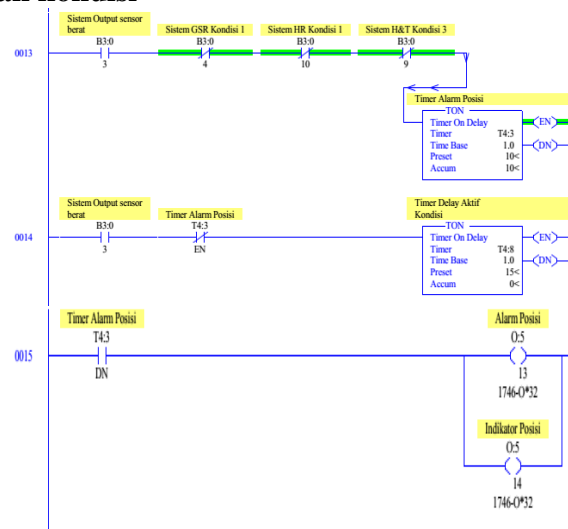
### 5. Sistem kursi pijat



Gambar 8. Sistem kursi pijat

Mengacu pada gambar 8, apabila orang duduk, maka sensor *flexiforce* aktif dan mengaktifkan Sistem Sensor *Galvanic Skin Resistance* O:5/10, Sensor *Heart Rate* O:5/11, Sensor *Heat & Temperature* O:5/12 dan mengaktifkan kursi pijat O:5/9 serta time delay kondisi.

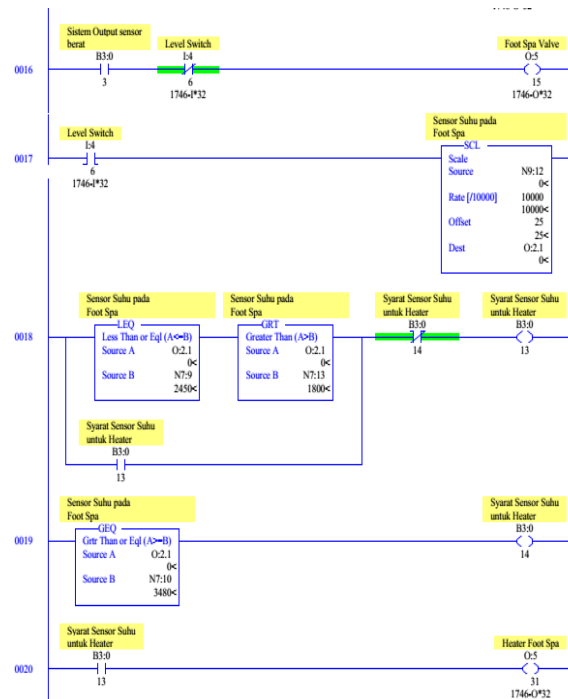
## 6. Sistem alarm posisi dan kondisi



Gambar 9. Sistem alarm posisi

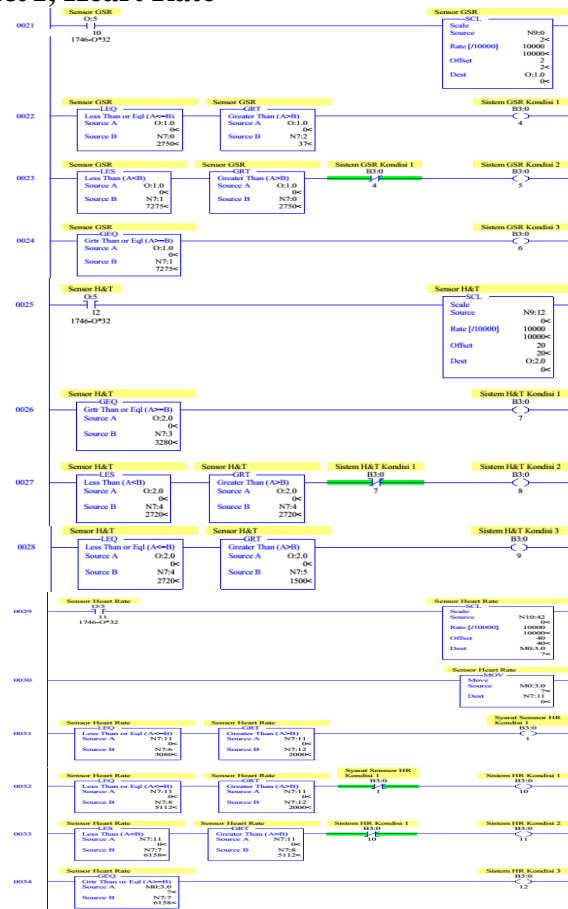
Timer alarm posisi akan aktif apabila dari sistem Sensor *Galvanic Skin Resistance* B3:0.10, Sensor *Heart Rate* B3:0/11, Sensor *Heat & Temperature* B3:0/12 tidak mengeluarkan hasil, sehingga pengguna diharapkan agar menempatkan posisi tangannya dengan benar agar sensor tersebut yang sudah dibagi outputnya menjadi tiga kondisi bisa membaca dan ada output dari sensornya seperti digambarkan pada gambar 9.

## 7. Sistem kerja foot spa



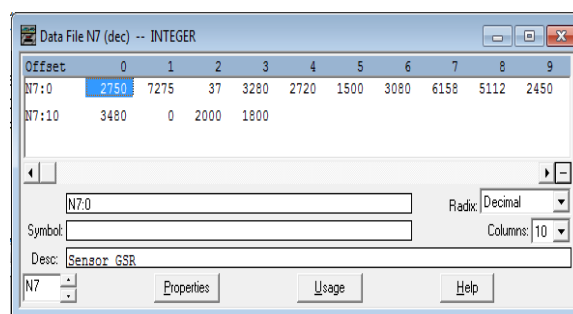
Gambar 10. Sistem kerja foot spa

### 8. Sistem sensor GSR, H&T, Heart Rate



Gambar 13. Sistem sensor *heart rate* H&T, *Heart Rate*

Sistem kerja sensor suhu pada foot spa, sensor GSR, sensor H&T, sensor heart rate hampir sama yaitu dengan membandingkan data inputan yang telah diskalakan yang menjadi input PLC dengan data integer yang diset sesuai dengan data asli. Untuk pengesetannya dapat dilihat pada gambar 14 berikut :



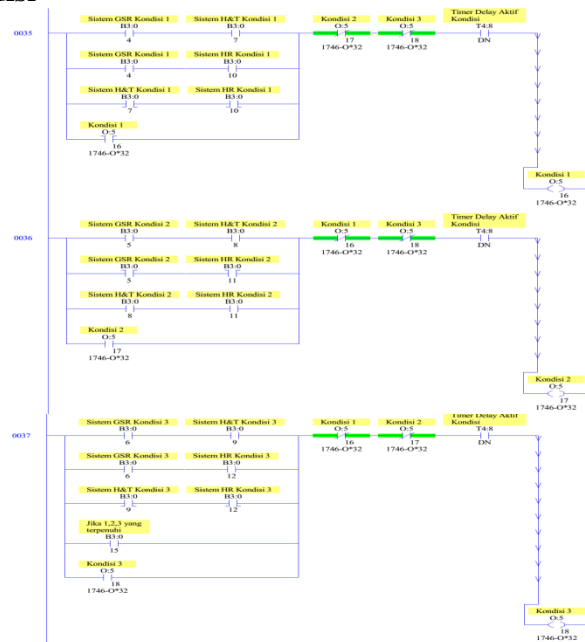
Gambar 14. Pengesetan data integer

Pembagian nilai masukan integer mengarah pada hasil *scaling output* sensor *stress detrector* 0-5 VDC yang maksimum nilai integer adalah 16384, maka hasilnya adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai integer

Kondisi	Nilai integer		
	GSR	HR (bpm)	H - T
Normal	< 2750	3080 - 5112	> 3280
Stres Ringan	2750-7275	5112 - 6158	2720-3280
Stres berat	> 7275	> 6158	< 2720

9. Pembagian tiap kondisi



Gambar 15. Pembagian kondisi

Untuk pembagian tingkatan kondisinya menggunakan sistem *two out of three* dari tiap sensor stres untuk menghasilkan data keluaran yang lebih valid. Masing-masing ada sistem *latching* sebagai *permissive* apabila sensor stres terlepas dari tangan pemakai saat penenang stres aktif.

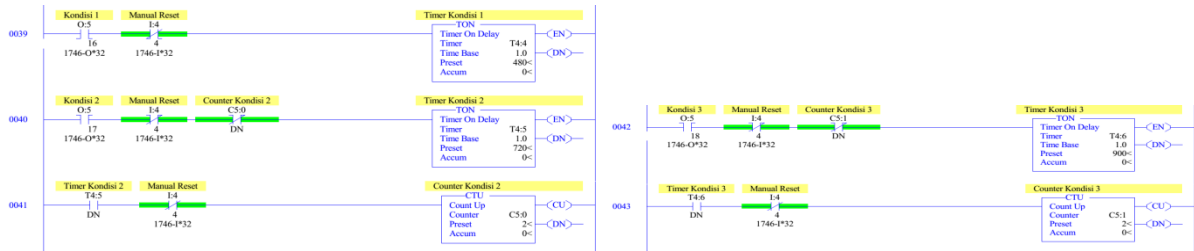
**Apabila ada keragaman hasil sensor**



Gambar 16. Jika hasil sensor 1,2,3

Apabila hasil pembacaan sensor menunjukkan adanya keragaman misalnya kondisi 1 untuk GSR, kondisi 2 untuk H&T, dan kondisi 3 untuk *heart rate*, maka akan dipilih pengaktifan kondisi 3.

**Pengaktifan proses masing masing kondisi**



Gambar 15. Pengaktifan timer kondisi

Keluaran tingkatan kondisi stres akan digunakan sebagai pengaktifan timer untuk membedakan lama proses dan jenis proses penanganan stres. Dengan adanya counter disini berfungsi sebagai target penanganan stres mencapai tingkat stres normal. Jadi apabila belum tercapai sistem akan melakukan pengulangan.

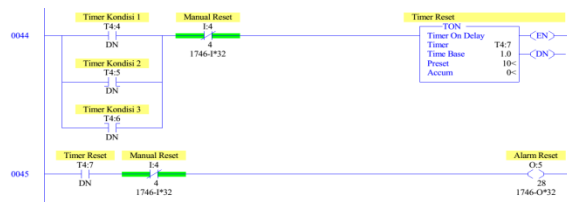
### Proses pengaktifan penenang stress



Gambar 17. Pengaktifan penenang stress

Masing-masing timer kondisi maka akan mengaktifkan jenis proses penanganan stres.

### Sistem reset



Gambar 18. Sistem reset

Apabila timer on-delay masing-masing kondisi telah selesai melakukan perhitungan maka akan mengaktifkan timer reset yang intinya sebagai pengingat apakah akan dilakukan satu siklus lagi atau tidak.

### Analisa Input Output PLC

Kompleksitas PLC dengan jumlah *rung ladder logic* sebanyak 49 *rung* dan 4 input analog, 32 input dan output diskrit. Sehingga untuk module PLC yang dipilih sudah terisi semuanya.

## IV. KESIMPULAN

Pengujian penyimulasian pemrograman pada *software RS Logix 500* dapat diambil kesimpulan bahwa untuk pengontrolan ruang relaksasi yang terintegrasi *stress detector* dapat digunakan sistem PLC (*Programmable Logic Controller*) SLC 500 dari Allen-Bradley dengan tipe prosesor 1747-L543C 5/04 CPU – 64K Mem. OS401 Series C FRN 10 and later karena dari hasil output sensor yang berupa output analog ada 3 macam yaitu Analog 4 Channel RTD / AMCI-153x, High Speed Counter Module, Analog 8 Channel input class 3 yang bisa didapat dari jenis PLC yang disebutkan sebelumnya. Sehingga, penggunaan PLC ini memudahkan dalam penggunaan sistem penanganan stres dari pengguna ruang relaksasi.

### Saran

Beberapa hal yang dapat disarankan dari makalah ini adalah:

1. Untuk lokasi area yang luas, jumlah kursi pijat sebaiknya ditambah.

2. Untuk lokasi area yang luas, jumlah AC sebaiknya ditambah.
3. Pemakaian sistem input dan output PLC bisa ditambah sesuai dengan sistem penanganan stres yang lainnya dengan menambah module input output PLC.

## **V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Allen-Bradley Company Inc. “1746-NR4 SLC 500 RTD/Resistance Input Module. User Manual” ; 2006.
- [2] Allen-Bradley Company Inc. “1746-NI8 SLC 500 Analog Input Module. User Manual” ; 1997.
- [3] [www.duniakita-ind.blogspot.com](http://www.duniakita-ind.blogspot.com)
- [4] [www.extremenxt.com/gsr.htm](http://www.extremenxt.com/gsr.htm)
- [5] [www.buzzle.com/articles/galvanic-skin-response.html](http://www.buzzle.com/articles/galvanic-skin-response.html)
- [6] <http://embedded-lab.com/blog/?p=7336>
- [7] Suwanto,Edy, “Alat Pendeteksi Parameter Stres Manusia Berbasis Mikrokontroler Atmega 16. Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial, Orbith Vol.8” ; 2012.
- [8] Field,Tiffany; Quintino,Olga; Henteleff,Tanja; Wells-Knife,Linda; Delvechio-Feinberg,Gilda. “Job Stress Reduction Therapies” ; 1997.



## Simulasi Safety Building Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)

Kennyssa Valencia; Muhammad Nafiul Ahkam; Muhammad Irfan Maulana; Muhammad Zaky Darmawan  
Teknik Mesin Prodi Konversi Energi, Peminatan Listrik Instrumentasi LNG Academy, Bontang, Kalimantan Timur  
listrikinstrumentasi2013@yahoo.co.id

### Abstrak

Studi ini mengkaji tentang Simulasi Safety Building Berbasis Programmable Logic Control dengan memanfaatkan input dari beberapa jenis sensor yang kemudian diolah dengan processor micrologix 1000 dan menghasilkan output sebagai tindakan preventif untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kemalingan dan kebakaran akibat keteledoran penghuni rumah.

Studi eksperimen ini menggunakan beberapa scenario kejadian, yaitu : Lupa mengunci pintu sewaktu keluar rumah, kebocoran gas LPG, tidak ada orang dan kompor menyala, lupa mematikan alat elektronik, alarm indicator orang masuk, dan safety mode.

Studi dimulai dengan memilih parameter sensor input yang digunakan, lalu menyusun scenario kejadian dalam bentuk ladder logic melalui software RSLogix 500 dan kemudian melakukan simulasi dari ladder logic yang telah dibuat.

Output yang dihasilkan system ini berupa indicator berupa alarm, lampu, dan saklar yang akan mematikan sebagian beban daya di rumah. Output kebanyakan berupa indicator dikarenakan peran system ini sebagai pengingat untuk penghuni rumah akan bahaya yang dapat ditimbulkan dari hal-hal kecil yang terkadang disepelekan.

Sistem ini menggunakan *Programmable Logic Controller* Micrologix1000 sebagai pengontrol jalannya sistem logika yang telah dibuat oleh penulis. Sistem logika tersebut antara lain: lupa mengunci pintu, kebocoran gas LPG, kompor masih menyala, listrik masih menyala dan tombol anti penyusup sehingga dengan sistem ini dapat menciptakan rumah yang aman dan selamat dari bahaya kebakaran.

Kata Kunci : Preventif, Keamanan, PLC, *Heat Detector*, *Passive Infrared*, *Light Sensor*, *Door Lock Sensor*

### Abstract

This study discusses about Safety Building Simulation with Programmable Logic Control to utilize input from multiple types of sensors, then the inputs are processed by micrologix 1000 processor and generate output as a preventive action to reduce the possibility of theft and fire caused by negligence of the household .

This experimental study using several scenarios of events , such as : Forgot to lock the door , LPG leakage , forgot to turn off the stove , forgot to turn off electronic devices , the incoming alarm indicator , and safety mode.

The study begins by selecting a sensor input parameters , then construct a scenario of events in ladder logic form through RSLogix 500 software and then perform a simulation of ladder logic that has been made .

The resulting output of this system are indicators such as alarms , lights , and a switch that will turn off most of the loads in the house . Output indicators mostly act as a reminder for residents from dangerous situation that can happen from small things that sometimes being ignored.

*These systems use Programmable Logic Controller Micrologix 1000 as a controller logic system that has been created by the author. The logic of the system include : forgot to lock the door, LPG leakage, forgot turn off the stoves, forgot to turn off the electricity and anti-thief button so that the system can create a safe home and safe from fire hazards.*

Keywords : Preventif, Keamanan, PLC, Heat Detector, Passive Infrared, Light Sensor, Door Lock Sensor

## I. PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Keamanan dan keselamatan merupakan aspek yang terpenting dalam sebuah sistem. Sebuah rumah memiliki resiko kebakaran karena adanya tabung gas yang bocor dan kompor yang masih menyala. Selain itu pencurian juga dapat terjadi akibat kurangnya kewaspadaan penghuni rumah, sehingga dengan adanya pengontrolan otomatis dapat menghindari aksi kejahatan pelaku pencurian dengan cara menyadarkan lingkungan sekitar bahwa sedang ada suatu tindak kejahatan yaitu pencurian.

### 2. Teori Safety House

Inti dari Membangun Sistem Rumah Aman terletak pada teknologi kontrolnya, serta sensornya. Untuk menunjang sistem pengontrolannya kami menggunakan Programmable Logic Controllers (PLC). Dalam perkembangannya, dapat diaplikasikan secara komersial dan residensial, didasarkan pada “distributed-intelligence microprocessors”. Ada beberapa parameter yang kami gunakan dalam sistem rumah aman ini, diantaranya adalah ;

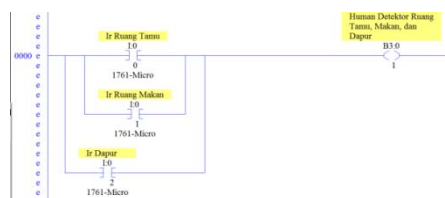
1. Pintu – menyediakan indikasi bahwa pintu tersebut telah terkunci atau tidak
2. Kebocoran gas – memberikan indikasi terhadap adanya kebocoran gas dengan menggunakan gas detector
3. Kompor menyala – memberikan indikasi terhadap adanya kompor yang sedang menyala dengan menggunakan heat detector
4. Alat Elektronik menyala – mematikan sebagian alat elektronik ketika tidak ada orang di rumah.
5. Alarm Orang masuk – memberikan indikasi untuk setiap orang yang masuk.
6. Unidentified Human – indikasi adanya seseorang di dalam rumah saat pintu masih terkunci atau biasa kita sebut pencuri

## II. EKSPERIMEN

Objek aplikasi Safety House dengan PLC ini adalah rumah dengan tipe 45. Dalam rumah ini akan dipasang input internal yang diprogram di PLC menggunakan software RS-Logix. Dalam sistem input ini *safety house* dibedakan atas lokasi, dan keadaan yang terjadi pada kondisi rumah.

Penjelasan Input berdasarkan lokasi dalam Logic :

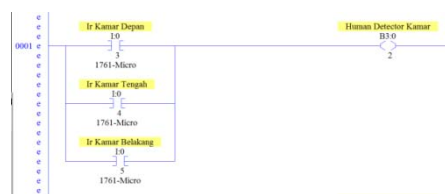
### 1. Rung 0 :



Ladder Logic Input Rung 0

Terdapat sensor Passive Infra Red (PIR) yang mendeteksi gerakan orang. Digunakan untuk mengetahui apakah ada orang di rumah. Jika ada orang, sensor mengeluarkan output 1, jika tidak ada orang outputnya 0. Di rang ini diletakkan sensor pendeteksi di Ruang tamu (I:0/0) , ruang makan (I:0/1) dan dapur (I:0/2). Dan disusun secara parallel atau logic “or” Outputnya mendeteksi ada orang di ruang tamu, ruang makan atau kamar mandi (O:0/0).

### 2. Rung 1 :



Ladder Logic Input Rung 1

Terdapat sensor infra red yang mendeteksi gerakan orang. Digunakan untuk mengetahui apakah ada orang di rumah. Jika ada orang, sensor mengeluarkan output 1, jika tidak ada orang outputnya 0. Di rang ini diletakkan sensor pendeteksi di Kamar depan (I:0/3) , kamar tengah (I:0/4) dan kamar belakang (I:0/5). Dan disusun secara parallel, karena logic yang digunakan “atau”. Outputnya mendeteksi apakah ada orang di kamar depan, tengah dan belakang (O:0/1).

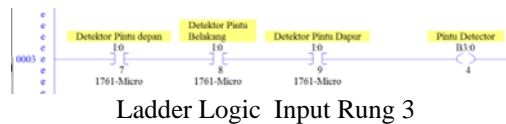
### 3. Rung 2 :



Ladder Logic Input Rung 2

Human detector kamar tidur (O:0/1) dan kamar mandi (I:0/6) disusun pararel sehingga membentuk fungsi or. Outputnya mendeteksi apakah ada orang di kamar tidur atau di kamar mandi (O:0/2)

#### 4. Rung 3



Detector pintu, pada kondisi normal, logic keadaannya normally open. Jika Pintu dalam keadaan tidak terkunci, dalam keadaan terbuka atau tertutup, logic tetap open (0). Namun jika pintu tertutup dan terkunci, logic close (1). Disusun secara seri karena ini untuk mengetahui pintu terkunci semua atau tidak sama sekali, jika ada salah satu pintu belum terkunci, output bernilai 0. Jika terkunci semua bernilai 1. Detector pintu depan (I:0/13), pintu belakang (I:0/14), pintu dapur (I:0/15). Dan outputnya Pintu detector (O:0/5).

Penjelasan Input berdasarkan kondisi dalam Logic :

1. Lupa mengunci seluruh pintu rumah waktu keluar rumah  
Sensor infrared mendeteksi tidak ada orang di seluruh ruangan, sensor pada pintu rumah akan mendeteksi keadaan pintu terkunci atau tidak, lalu jika dibiarkan selama 5 detik, alarm dan indicator menyala dan menunjukkannya. Ada tombol untuk memastikan orang itu keluar jauh atau tidak
2. Kebocoran gas LPG  
Terdapat sensor smoke, yang outputnya memicu alarm dan display lampu, (delay 5 detik) dalam keadaan terdapat orang dirumah (sensor gerakan). Jika tidak terdapat orang, maka akan padam listrik rumah, indicator lampu menyala sampai 10 detik delay saat pintu dibuka kembali.
3. Tidak ada orang dan kompor menyala  
Dua detik saat seluruh pintu terkunci, sensor gerakan tidak mendeteksi, sensor mendeteksi bahwa kompor hidup, ada nada alarm 2 detik, dan indicator lampu spesifik menyala hingga listrik dimatikan.
4. Lupa Mematikan Alat Elektronik  
Amperemeter mendeteksi masih terdapat arus mengalir diatas batas set point, kemudian mengirim sinyal input ke PLC, dan PLC memberi output ke circuit breaker untuk mematikan sebagian beban daya rumah.
5. Alarm Orang Masuk  
Sensor gerakan di pintu depan, alarm berbunyi setiap ada orang masuk
6. Safe mode  
Mendeteksi ada orang asing masuk pada saat pemilik berada diluar rumah. Terdapat switch yang perlu diaktifkan sebelum pemilik pergi, indikatornya yaitu switch akan on, seluruh pintu dalam keadaan terkunci, dan sensor PIR mendeteksi ada orang yang menyelip masuk saat pintu masih terkunci, dari keadaan semula tidak ada orang.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 1. Hasil Pengujian Input dan Output PLC

Setiap peralatan input dan output pada PLC ini kami uji dengan mentriggerkan saat aktif dan tidak aktif untuk mengetahui apakah peralatan input dan outputnya siap/bekerja saat system dijalankan

No	Nama Peralatan yang Diuji	Kondisi saat ditrigger	
		On	Off
1	PLC Micrologix 1000 1761-L32AWA	Baik	Baik
2	PIR Motion Sensor SEN-08630	Baik	Baik
3	Gas Detector TGS 2610	Baik	Baik
4	Heat Detector 280B-PL Series	Baik	Baik
5	Current Sensing Relay CR4395 Series	Baik	Baik
6	LED Indicator Pilot Signal Light Lamp	Baik	Baik
7	Warning Alarm	Baik	Baik
8	Theft Alarm	Baik	Baik
9	Modified MCB	Baik	Baik
10	Fire Extinguisher	Baik	Baik

### Hasil Uji Simulasi PLC

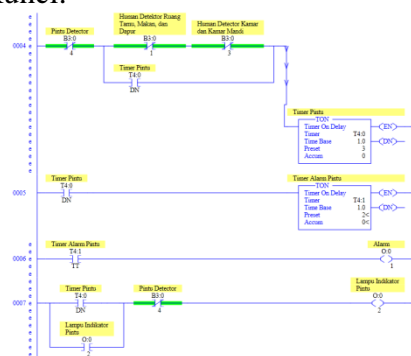
Simulasi system safety home yang sedang kami rancang ini dilakukan melalui Program simulasi PLC Allen Bradley yaitu RSLogix, RSLinx dan RSEmulate. Hasilnya kami gambarkan dalam bentuk diagram logika.

### 2. Pembahasan Alur Logika saat Pintu Lupa Terkunci

Bertujuan untuk mengingatkan pengguna saat ingin keluar rumah apabila salah satu pintu rumah belum dalam keadaan terkunci.

Cara Kerja :

1. Sensor PIR mendeteksi tidak ada orang di seluruh ruangan.
2. Sensor pada pintu rumah (pintu depan, belakang dan dapur) mendeteksi keadaan pintu terkunci atau tidak.
3. Jika terdapat salah satu pintu belum terkunci, setelah 3 detik orang keluar rumah, akan berbunyi alarm selama 2 detik.
4. Jika penghuni tadi membuka pintu, lampu indicator pintu akan menyala. Dan akan kembali padam jika ke 3 pintu tadi terkunci.



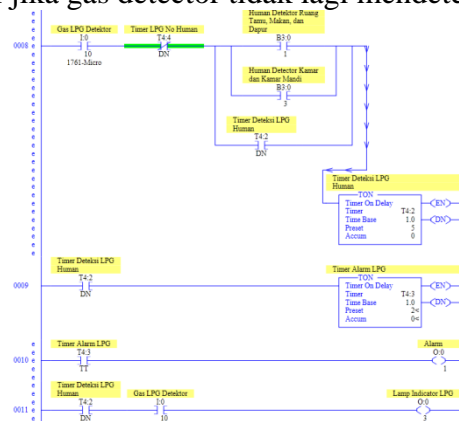
Ladder Logic Skenario 1

### 3. Pembahasan Alur Logika Saat Terjadi Kebocoran LPG

Bertujuan untuk mendeteksi gas LPG ( Terutama propane ) Terdapat sensor gas, yang outputnya memicu alarm dan display lampu, Terdapat dua macam keadaan, saat ada orang di rumah, dan saat tidak ada orang di rumah.

#### Saat ada orang dirumah

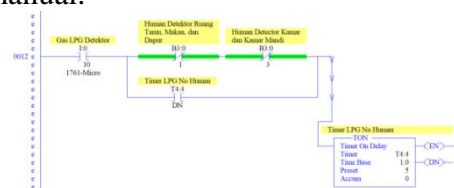
1. Gas detector mendeteksi ada kandungan gas LPG dalam kadar tertentu di udara, bersamaan disertai dengan sensor pir mendeteksi ada orang dirumah, Output tadi memicu timer 5 detik untuk menghindari false alarm.
2. Setelah 5 detik tadi, akan memicu bunyi alarm selama 2 detik, dan menyalakan lampu indicator.
3. Lampu indicator akan mati jika gas detector tidak lagi mendeteksi gas bocor tadi.



Ladder Logic Skenario 2

#### Saat tidak ada orang dirumah

1. Gas detector mendeteksi ada kandungan LPG di udara, bersamaan dengan itu tidak mendeteksi keberadaan orang di rumah. Akan memacu timer dalam PLC selama 5 detik untuk menghindari false alarm.
2. Setelah 5 detik tadi, akan memicu switch untuk memutus daya di rumah, sehingga listrik rumah padam.
3. Waktu penghuni kembali, saat membuka pintu, jika gas LPG masih bocor / terakumulasi, maka lampu indicator LPG bobor akan menyala.
4. Lampu Indikator akan mati jika sensor gas tidak lagi mendeteksi gas LPG di udara. Dan Switch rumah dinyalakan secara manual.



Ladder Logic Skenario 3

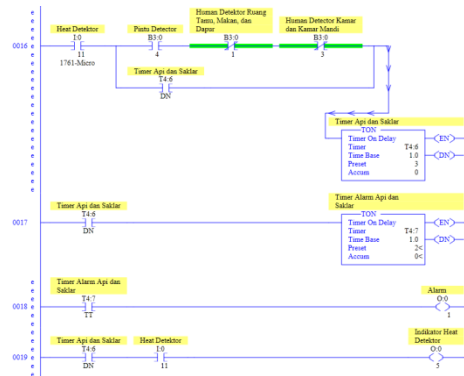
### 4. Pembahasan Alur Logika Saat Kompor Lupa Dimatikan

Bertujuan untuk mengingatkan penghuni jika hendak meninggalkan rumah, untuk memastikan kompor sudah dimatikan.

#### Kompor masih menyala

1. Heat Detector mendeteksi panas nyala kompor, lalu, bersamaan dengan itu mendeteksi pintu sudah terkunci semua dan pir mendeteksi tidak ada orang dirumah. Lalu akan memicu timer yang akan menghitung selama 3 detik.
2. Setelah 3 detik tadi, alarm akan berbunyi selama 2 detik. Dan lampu indicator heat detector akan menyala.

3. Lampu Indikator akan mati jika kompor sudah dimatikan / Heat detector tidak lagi mendeteksi panas nyala api kompor.



Ladder Logic Skenario 4

**5. Pembahasan Alur Logika Saat Peralatan Listrik Masih Menyala.**

Bertujuan untuk mentriapkan alat elektronik secara otomatis ketika pemilik rumah keluar rumah dengan indicator lainnya. Dengan cara memasang circuit breaker tambahan yang akan mendapatkan input dari PLC untuk mentriapkan saluran distribusi rumah.

**Cara kerja :**

1. Sensor PIR mendeteksi tidak ada orang di rumah.
2. Seluruh Pintu Rumah Terkunci
3. Amperemeter mendeteksi adanya aliran arus pada rangkaian rumah diatas nilai tertentu. Dan akhirnya mengirimkan sinyal ke PLC sebagai indicator peralatan elektronik masih menyala.
4. Ketika semua indicator terpenuhi, plc mengirim sinyal ke circuit breaker untuk mentriapkan saluran distribusi listrik rumah



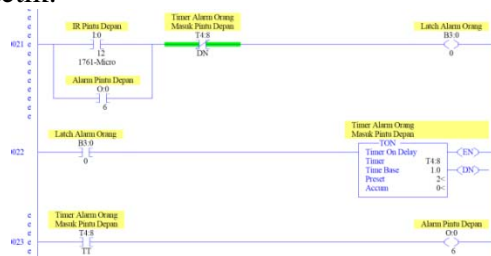
Ladder Logic Skenario 5

**6. Pembahasan Alur Logika saat Alarm Orang Masuk**

Bertujuan sebagai indikasi jika orang masuk dari pintu depan

**Cara Kerja :**

1. Sensor Pir mendeteksi orang masuk melalui pintu depan
2. Alarm berbunyi selama 2 detik.



Ladder Logic Skenario 6

**7. Pembahasan Alur Logika Saat Safe Mode Diaktifkan**

Berfungsi ketika penghuni rumah pergi, bertujuan untuk memberikan indikasi kepada orang sekitar rumah, yakni dengan alarm.

**Cara Kerja :**

1. Terdapat switch untuk mengaktifkan mode safety.
2. Mulai Bekerja jika semua pintu terkunci, dan pada keadaan awal PIR mendeteksi tidak ada orang dirumah, dan tombol safety mode tadi diaktifkan.

3. Jika terdapat orang lain masuk ke rumah, tanpa melalui pintu, Sensor PIR mendeteksi ada orang, dan akan memicu alarm yang akan terus menyala hingga orang yang masuk tadi pergi dari rumah. Alarm tadi akan menarik perhatian orang di sekitar.

#### **IV. KESIMPULAN**

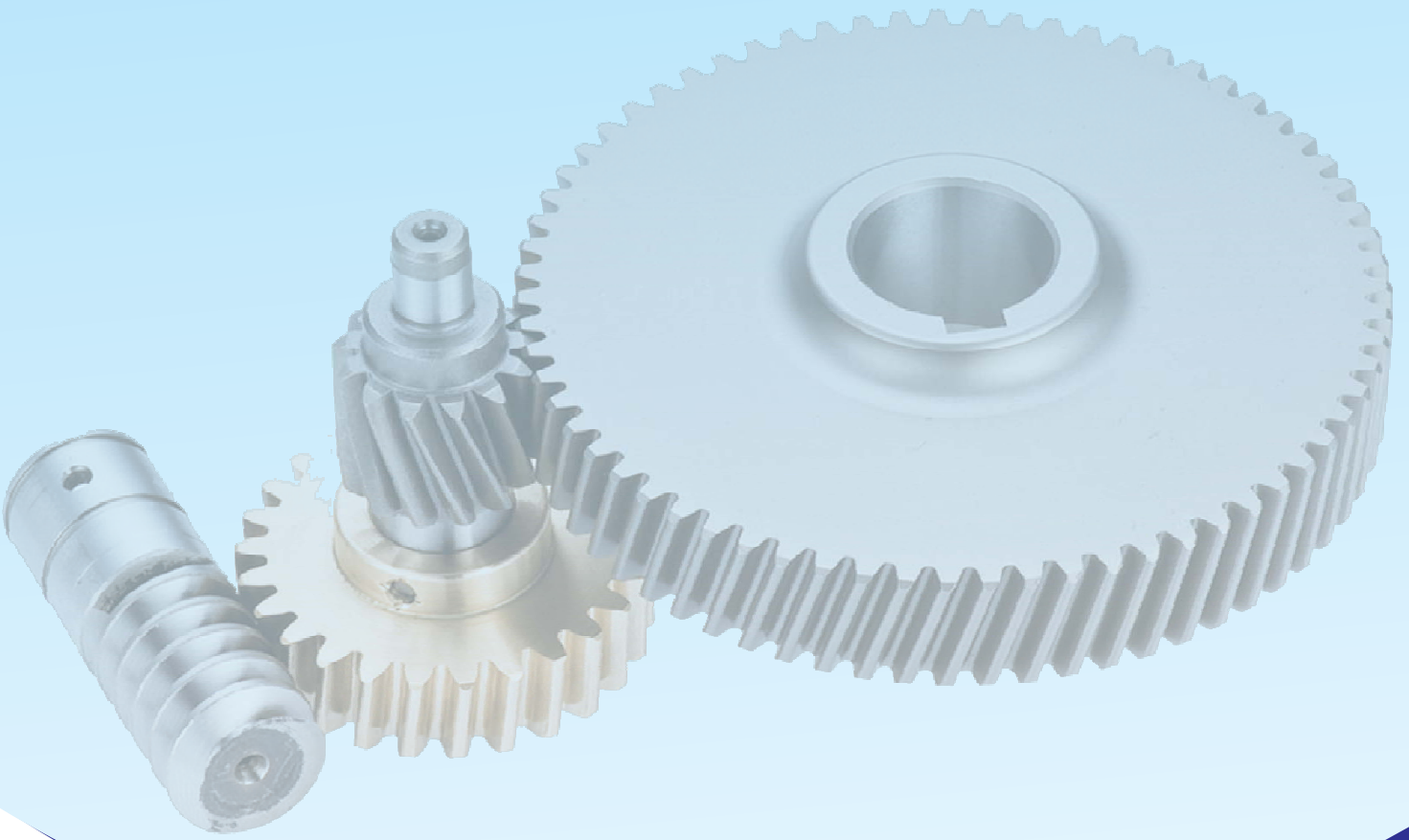
1. Kerja sistem ini dibedakan berdasarkan jenis keadaan yang ada pada rumah aman, dengan mengontrol saat terjadi beberapa keadaan, yaitu ;
  1. Keadaan pengunci rumah otomatis,
  2. LPG bocor,
  3. Pengontrolan kompor saat masih menyala,
  4. Sensor terdapat orang asing datang,
  5. Kontrol terhadap alat elektronik yang masih menyala, dan
  6. Sistem safety mode
2. Penggunaan sistem rumah aman ini akan menghasilkan investasi yang cukup tinggi, mencapai Rp ....
3. Penggunaan sistem ini akan mengurangi probabilitas terjadinya kebakaran akibat tabung gas LPG yang bocor, kompor yang lupa dimatikan dan mengurangi tindak kejahatan saat rumah ditinggalkan oleh penghuninya.
4. memiliki nilai yang tidak bisa dihitung yaitu nilai safety, karena kejadian – kejadian yang tidak diinginkan bisa datang kapan saja dan alangkah baiknya jika dapat dihindari.

#### **V. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Allen-Bradley Company Inc. 1998. MicroLogix™ 1000 Programmable Logic Controller. User Manual
- [2] <http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239746/2159695/Specifications.html>







**DAIHATSU**



SURVINDO DWI PUTRA



**Badak LNG**  
A World Class Energy Company

ISSN 2085-2762

