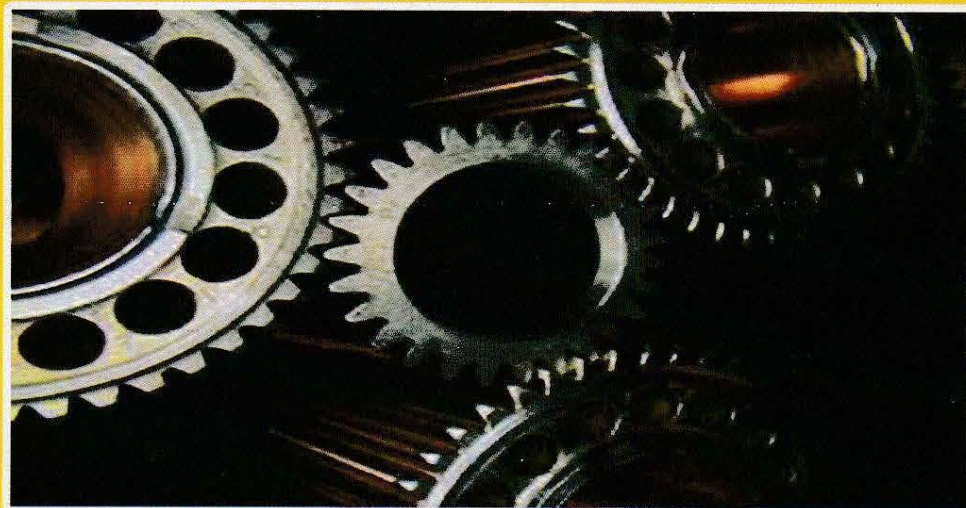




SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 2015

**“PENGUATAN KOMPETENSI TEKNOLOGI MANUFAKTUR,
REKAYASA MATERIAL, DAN KONVERSI ENERGI BERBASIS
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN MENUJU PATEN”**

PROSIDING A



**Rabu, 10 Juni 2015
Gedung Alat Berat**

**POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
DEPOK**

KATA PENGANTAR

Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua

- Yang kami hormati, Direktur Politeknik Negeri Jakarta, Bapak Abdillah, S.E., M.Si.
- Yang Kami hormati, Ketua P3M, Dr. Ahmad Tossin Alamsyah.
- Yang kami hormati Ketua jurusan Teknik Mesin Dr. Belyamin
- Yang kami hormati para pemakalah dan peserta seminar nasional Teknik Mesin 2015.
- Dan rekan-rekan mahasiswa yang kami banggakan.

Seminar nasional Teknik Mesin 2015 ini bertema Penguatan Kompetensi Teknologi Manufaktur, Rekayasa Material, dan Konversi Energi Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan Menuju Paten; dengan konsep seminar adalah penguatan kompetensi teknologi ramah lingkungan menuju paten. Seminar ini akan menampilkan hasil penelitian para dosen dan konsep desain tugas akhir mahasiswa.

Peserta seminar sebanyak 350 orang yang terdiri dari dosen teknik mesin PNJ, mahasiswa tugas akhir teknik mesin PNJ, dosen mahasiswa dari luar PNJ, dari Universitas Pancasila, Unversitas Indonesia, Unversitas Negeri Surakarta, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, LNG Badak Akademi, PT. Holcim, dan BLK Cevest. Terimakasih atas partisipasinya.

Secara khusus seminar ini bertujuan membangun jaringan kerja sama antara akademisi teknik mesin PNJ, praktisi industri dan peneliti untuk mengembangkan ide, konsep baru dalam penelitian bersama, rancang bangun peralatan dan pendidikan dan pelatihan, khususnya dalam bidang Manufaktur, Rekayasa Material, dan Konversi Energi yang ramah lingkungan.

Acara seminar ini mendapat dukungan dari banyak pihak. Kami menyampaikan ucapan terimakasih kepada: PT. YSA, PT. Badak NGL, yang telah berpartisipasi untuk mensukseskan acara seminar nasional ini.

Tidak lupa kami juga ucapkan terima kasih kepada pembicara utama dari, Dirjen HKI Kemenkumham, Teknik Mesin dan Biosistem IPB, dan PT. Mitra Balai Industri.

Kami juga sampaikan terima kasih kepada para pemakalah dan peserta seminar, anggota panitia, dan mahasiswa yang berpartisipasi untuk suksesnya acara seminar ini.

Demikian laporan saya, semoga seminar ini mempunyai tindak lanjut kerja sama yang kita harapkan.

Terima kasih, selamat berseminar.

Ketua Panitia,

Dr. Dianta Mustofa Kamal

SUSUNAN PANITIA

Penasihat	:	Direktur Politeknik Negeri Jakarta Pembantu Direktur I.
Penanggung Jawab	:	P3M PNJ Ketua Jurusan Teknik Mesin
Ketua Pelaksana	:	Dr. D. Mustofa Kamal, MT.
Wakil Ketua	:	Fuad Zainuri, M.Si
Sekretaris	:	Dra. Ariek Sulistyowati, M.Kom Lia Chulyana, Amd, Hasnah Syarif, ST.
Bendahara	:	Minto Rahayu, SS., M.Si., Nuryanti
Seksi Reviewer	:	Prof. Dr. Ir. Raldi A. Koestoer., DEA Prof. Dr. Ir. Idrus Alhamid Prof. Dr. Ir. Johnny Wahyuadi S., DEA Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia Syarif, M.Sc. Dr. Ir. M. Sjahrul Annas, M.T. Dr. Ir. Sally Cahyati, M.T. Dr. Dianta. Mustofa K., ST., MT. Dr. Drs. Agus Edy Pramono, ST, M.Si Dr. Belyamin, B.Eng.(hons), M.Eng. Dr. Drs. Tosin Alamsyah, ST., MT Dr. Dwi Rahmalina, MT. Dr. Laode M. Firman, MT. Dr. Maykel Manawan, M.Si. Dr. Totok Prasetyo, B.Eng, MT. Haolia,MT Tatun Hayatun Nufus Msi Rahmat subarkah MT Ahmad Maksum MT Iwan Susanto MT Muslimin MT

- Seksi Acara** : Minto Rahayu, SS., M.Si.,
Drs. Moch. Sholeh, MT.,
Ir. Benhur N., MT.,
Adi Syuriadi, MT.,
Drs. Grenny, MT,
Drs. Sunarto, ST. MT.,
Elwas Amran, SH., MH.
- Seksi Humas** : Gun Gun R. Gunadi, MT.,
Indra Silanegara, MTI,
- Seksi Sponsorship** : Dewin Purnama, ST., MT.
Ir. Wasiati Wardhani, MMBAT,
Drs. Dedi Dwi Haryadi, MT.,
Drs. Suyitno Gatot, M.Kom
- Seksi Publikasi** : Candra Damis Widiawaty, S.TP, MT.,
Fitri Wijayanti, M.Eng
- Seksi Konsumsi** : Dra. Wardah Hanafiah, MPd,
Estuti Budi mulyaniMSi,
Indriyani Rebet, M.Si,
Nuryanti
- Seksi Perlengkapan** : Asep Apriatna, M.Kom,
Budi Priyanto, ST.,
Seto Tjahyono, MT.
Drs. Nugroho Eko, MT.

Direktur,

Abdillah, S.E., M.Si.
NIP. 19590309 198910 1 001

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Kata Pengantar	i
Susunan Panitia	ii
Daftar Isi	iv
Bidang Manufaktur dan Proses Produksi, Perancangan Produk, dan Material	
Rancang bangun mesin pengolah limbah organik terintegrasi sensor suhu dan kelembaban untuk menunjang kualitas kompos	2
Modifikasi <i>fork separator</i> di area <i>palletizer</i> jalur 2	10
Rancang bangun modifikasi alat pembengkok pipa mekanisme <i>ratchet bar</i>	15
Rancang bangun <i>jig and fixture</i> untuk membuat lubang pencengkam pada <i>chuck arbor</i>	26
Rancang bangun alat untuk mencegah terjadinya <i>overflow</i> di <i>bottom bucket elevator</i>	32
Analisa penggunaan bahan bakar alat berat departemen produksi pt holcim pabrik tuban	38
Mengurangi kebutuhan larutan mdea pada proses amin dengan ekspansi	48
Penambahan <i>step water spray</i> untuk mengurangi penempelan material pada dinding <i>clinker cooler</i>	56
Pengaruh kandungan magnesium oksida terhadap <i>burnability</i>	61
Modifikasi sistem cleaning bag cleaner 662-bn1 pt holcim tuban	68
Optimalisasi mesin <i>palletizer</i> untuk mencapai kapasitas mesin 4000bag/jam	72
Modifikasi scrapper chain conveyor 561-cv1	81
Perancangan alat pelumas otomatis roller apron conveyor 394-ac2	88
Optimalisasi sistem <i>pfister feeder</i> dengan pipa <i>bypass</i> untuk meningkatkan <i>lifetime rotary feeder</i>	94
Kajian potensi energi listrik mikro hidro pada outfall kanal train e-f kilang badak lng	102
Perancangan suplai tegangan cadangan untuk mengantisipasi supaya baterai ups di <i>electric room 5</i> tidak kehabisan daya	109
Kajian <i>fly ash dispersion</i> dengan metode <i>computational fluid dynamics</i>	115
Modifikasi sampler hot meal pada preheater cilacap plant	120
Rancang bangun <i>steam curing box</i> untuk mempercepat laju hidrasi semen	126
Meminimalkan penurunan <i>feed rateraw mill</i> melalui peningkatan availability 311-re1	133
Bidang Konversi Energi Dan Perawatan Dan Perbaikan	
Rancang bangun sentralisasi kwh meter untuk optimalisasi sistem dan perhitungan key performance indicator (kpi)	149
Analisa kegagalan <i>alignment</i> poros pada pompa P-30 di Chevron Gunung Salak	148
Optimalisasi sparepart “pd mrp” untuk mengurangi nilai inventory pt holcim cilacap	153
Analisis kekuatan suspensi pegas daun truk dengan metode finite element	159
Studi kasus optimalisasi kerja alat angkut untuk meningkatkan <i>feed rate crusher limestonequarry</i> narogong pt. holcim indonesia, tbk	169
Meningkatkan performa sistem purging bag filter	182
Studi kasus penyebab kontaminasi semen jenis oil well cement di area cement silo finish mill narogong 1	187
Meningkatkan Keakuratan Pengambilan Data Dan Analisa Vibrasi Pada <i>Bearing Symetro Gear 563-MD1</i> Pada Pabrik Semen	195

**BIDANG MANUFAKTUR DAN PROSES PRODUKSI, PERANCANGAN PRODUK, DAN
MATERIAL**

Rancang bangun mesin pengolah limbah organik terintegrasi sensor suhu dan kelembaban untuk menunjang kualitas kompos

Akbar Nur Fadillah; Fauzi Akbar; M. Rizky Firdaus; Pradiktio Putrayudanto
Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
akbarnurfadillah@rocketmail.com

Abstrak

Sampah merupakan salah satu permasalahan serius dalam perkotaan, sampah terbagi menjadi sampah yang mudah terurai (organik) dan sampah yang tidak mudah terurai (anorganik). Sampah organik pada daerah perkotaan sering disebut dengan sampah domestik, yaitu sampah yang berasal dari limbah organik daerah perkotaan dan didaur ulang untuk dijadikan kompos. Sampah domestik yang menumpuk seringkali banyak membuat kerugian bagi lingkungan sekitar, diantaranya adalah: bau yang sangat menyengat, sarang penyakit, tidak sedap dipandang mata, dan terciptanya cairan berwarna hitam (*lecheate*) yang bersifat toksik sehingga merusak unsur hara tanah. Sampah domestik yang didaur-ulang menggunakan mesin konvensional masih membutuhkan beberapa pekerja dan lahan yang luas sebagai area pematangan, padahal daerah perkotaan sulit untuk mendapat pekerja yang mau bekerja di bagian sampah dengan lahan kosong luas yang minimal. Oleh karena itu dibutuhkan mesin yang dapat mengolah sampah secara otomatis namun dapat mengolah limbah organik langsung menjadi kompos. Kemudian, mesin komposter ini didesain dengan melakukan pengujian terlebih dahulu di Kampus Politeknik Negeri Jakarta mengenai kekerasan beberapa sampah domestik. Mesin ini mempunyai ukuran $1.2m \times 0.6m \times 1.19m$. Mesin ini mengintegrasikan sistem pemotongan dan pengadukan, sehingga tidak membutuhkan banyak pekerja dan lahan luas untuk membuat kompos di wilayah perkotaan.

Kata kunci: kompos, sampah, *crusher*, *mixer*, sensor LM-35

Abstract

Waste is one of the serious problems in urban areas, it divided into easily biodegradable (organic) waste and not easy biodegradable (inorganic). Organic waste in urban areas is often referred as domestic waste, that is waste that derived from organic waste of urban areas and recycled to be used as compost. Domestic wastes that accumulate often make a lot of disadvantages for the environment, including: a very pungent odor, a den of disease, unsightly, and the creation of black liquor (*lecheate*) that are toxic so damaging soil nutrients. Domestic wastes recycled using conventional machines still require some workers and a large area as the area of maturation, whereas urban areas are difficult to get workers who want to work in the trash with the minimal of vast empty land. Therefore, it needs a machine that can process waste automatically, but can treat organic waste directly into compost. Then, this composter machine designed to perform testing first in the Campus of State Polytechnic of Jakarta concerning on some hardness of domestic wastes. The size of this machine calculated as . This machine integrates cutting system and stirring, so it does not require many workers and broad land to make compost in urban areas.

Keywords: kompos, sampah, *crusher*, *mixer*, sensor LM-35

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

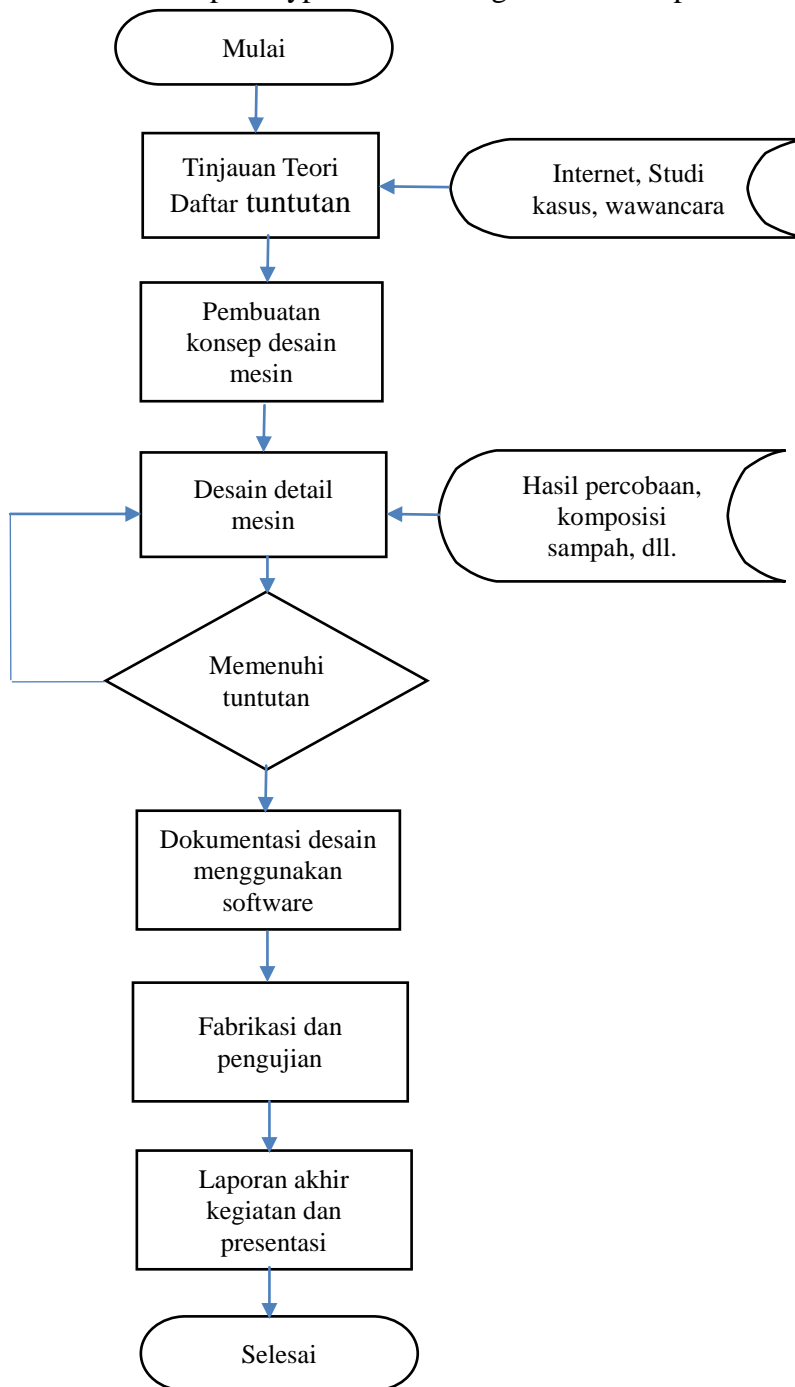
Komposter sebagai media pengomposan sampah organik telah terbukti bermanfaat untuk masyarakat sebagai pengganti tempat sampah organik. Komposter yang tersebar di Indonesia mempunyai banyak varian bentuk, mulai dari tipe holding unit hingga turning unit. Mengenai metode yang banyak diterapkan di Indonesia, banyak yang menggunakan metode pengolahan mandiri dengan cara membuat lubang berukuran 2 x 2 meter, sampah kemudian ditimbun dan ditunggu beberapa bulan hingga akhirnya kompos matang pun jadi. Namun, dari sekian banyak bentuk dan metode pengomposan yang tersedia saat ini, masih banyak kekurangan yang menjadi kendala dalam pengolahan kompos, diantaranya adalah: waktu pengomposan yang relatif lama (3-6 bulan), tempat yang dibutuhkan luas dan banyak pekerja yang dilibatkan dalam proses pengolahan limbah organik tersebut.

Mesin pengolah limbah organik yang terintegrasi dengan sensor suhu dan kelembaban ini dikembangkan karena kebutuhan solusi alternatif dari masalah pengomposan tersebut. Mesin ini menggunakan sistem kerja pencacah dan pengaduk yang dijadikan satu, sehingga tidak dibutuhkan lagi ruang yang luas. Sistem kerja sensor dan otomasi memungkinkan pengolahan kompos dilakukan secara otomatis dan akurat menurut suhu normal saat pengomposan. Mesin ini merupakan pengembangan dari beberapa mesin

komposter yang sudah ada dan dikembangkan berdasarkan pengamatan akan kebutuhan alat pengolahan sampah skala kecil hingga menengah.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Desain merupakan rangkaian proses yang dilakukan untuk mengembangkan fungsi produk menjadi lebih baik. Desain secara umum terbagi menjadi 5 tahap, diantaranya adalah: perencanaan, pengkonsepan desain, perencanaan detail, dokumentasi dan prototype. Berikut diagram alir dari proses desain:



Gambar 1. Diagram alir proses desain

Planning dan daftar tuntutan

Perencanaan mesin diawali dengan membuat standar yang harus ada pada spesifikasi mesin, Daftar standar atau tuntutan diawali dengan pengamatan di beberapa objek pengamatan. Berikut daftar tuntutan atau standar mesin:

1. Mesin memiliki fungsi pencacahan dan pengadukan hasil cacahan sampah dalam satu mesin.
2. Hasil cacahan harus memenuhi standar, yaitu berkisar antara 25-75 mm (Technobanoglous, 2003).
3. Tempat pengadukan berfungsi sebagai media pematangan adonan kompos.
4. Dapat mengaduk hasil cacahan sampah secara otomatis
5. Proses pengomposan menggunakan metode aerob (memerlukan udara)
6. Komposter untuk sampah domestic (sampah pekarangan, dapur dan pasar).
7. Sampah yang dicacah dibatasi hanya sampah yang bersifat lunak (sayuran daun, umbi dan daun kering).
8. Waktu pengolahan kompos lebih kurang selama 2 minggu.
9. Mengolah sampah menjadi kompos dengan kapasitas 0,2 m³.

Konsep desain mesin

Desain konsep mesin untuk mendapatkan konsep yang terbaik, dilakukan beberapa tahapan, antara lain; pendefinisian abstraksi fungsi keseluruhan, pendefinisian fungsi bagian, pencarian alternatif konsep desain, pemilihan variasi desain, evaluasi variasi desain dan terakhir pemilihan konsep desain terbaik.

Abstraksi fungsi keseluruhan

Mesin pengolah limbah organik terintegrasi sensor suhu dan kelembaban memiliki fungsi keseluruhan berupa mengolah sampah domestic menjadi kompos dengan cara pencacahan, pengadukan dan penimbunan dengan bantuan bakteri aerob dengan jumlah dan waktu pengomposan sesuai spesifikasi produk.

Fungsi bagian

Fungsi bagian sebagai penguraian dari fungsi keseluruhan. Setelah didefinisikan abstraksi fungsi keseluruhan, maka untuk mendapatkan bentuk dari fungsi tersebut didefinisikan fungsi bagian yang dibutuhkan. Berikut penjelasannya:





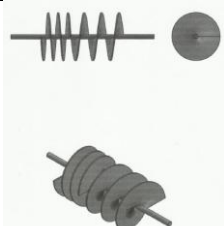

- Metode pencacahan
Hasil cacahan dari proses pencacahan sangat menentukan cepat lambatnya suatu kompos dapat dibuat. Semakin kecil ukuran hasil dari proses pencacahan maka proses pengomposan juga dapat berlangsung lebih cepat. Untuk itu, dibutuhkan system pencacahan yang dapat memastikan hasil cacahan mempunyai ukuran yang kecil.
- Metode perawatan pada bagian pencacah
Perawatan sangat penting dalam penggunaan mesin karna dapat menambah umur pemakaian. Bagian pencacah merupakan bagian yang langsung bersentuhan dengan sampah yang bersifat asam, maka dibutuhkan metode perawatan agar umur pemakaian bagian pencacah bisa tahan lama.
- Penampung hasil cacahan
Hasil cacahan akan langsung ditimbun pada bagian pengadukan. Penampung hasil cacahan merupakan wadah dari proses pengadukan. Material untuk bagian penampung hasil cacahan diperlukan material yang tahan akan korosi dan murah di pasaran.
- Pengaduk hasil cacahan
Sistem pengaduk hasil cacahan harus mampu membuat saluran sirkulasi udara pada hasil cacahan. Fungsi pengaduk bukan untuk membuat hasil cacahan tercampur secara homogen. Hasil cacahan yang tertimbun akan menyebabkan suhu menjadi panas, untuk itu diperlukan system pengadukan agar panas yang terjadi bisa cepat keluar. Pengaturan suhu pada nilai suhu optimum akan membuat waktu pengomposan menjadi lebih cepat.
- Aliran sirkulasi udara
Pada wadah penampung hasil cacahan diperlukan lubang sirkulasi yang berfungsi untuk tempat masuk aliran udara. Udara sangat penting dalam metode pengomposan secara aerob, untuk itu perlu aliran sirkulasi udara yang memadai guna mempercepat waktu pengomposan.

- Sistem otomasi pada bagian pengaduk
 Dalam proses pengomposan perlu dilakukan pengadukan pada gundukan hasil cacahan sampah dengan maksud untuk menjaga suhu optimum pada gundukan. Apabila suhu yang terjadi diatas suhu optimum maka perlu dilakukan pengadukan. Karena sifat suhu yang selalu berubah-ubah dan tak tentu, maka diperlukan sistem otomasi dalam proses pengadukan agar suhu gundukan bisa selalu terjaga. Sistem otomasi menggunakan sensor sebagai media penerima sinyal (*input*).
- Media tatap muka dengan pengguna
 Media tatap muka pengguna (*interface*) merupakan media yang berfungsi untuk menghubungkan fungsi pengguna dengan fungsi perangkat elektronik. *Interface* juga berfungsi untuk memberikan informasi terhadap sistem yang terjadi kepada pengguna, dalam hal ini bisa berupa lampu indicator, layar monitor, dll.
- Pengambil hasil kompos
 Hasil kompos pengolahan sampahorganik diambil setiap selang waktutertentu. Pengambilan kompos harusdilakukan tanpa mengganggu prosespengkomposan yang masih berlangsung Untuk itu perlu adafungsi pengambil hasil kompos.

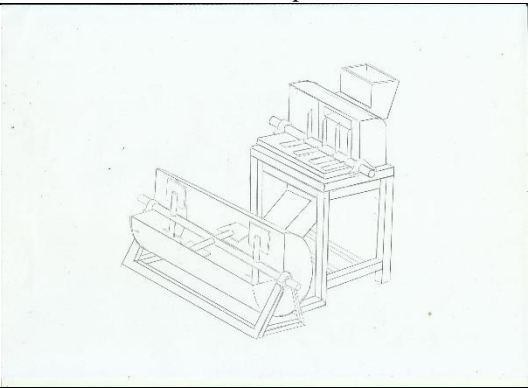
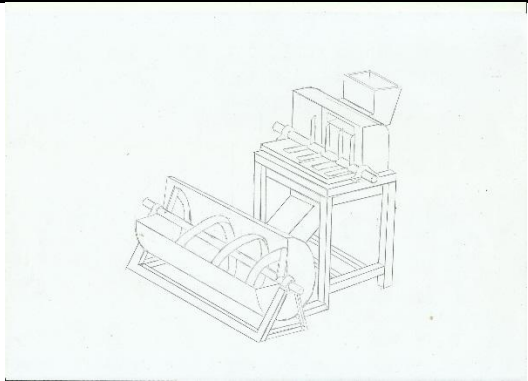
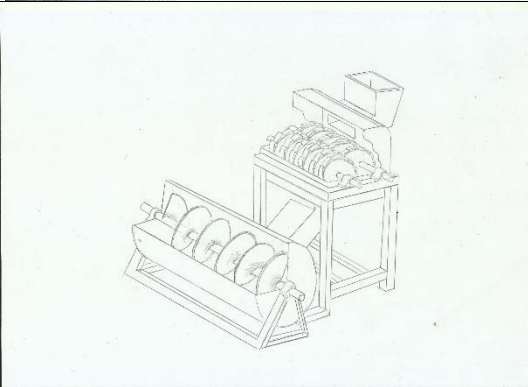
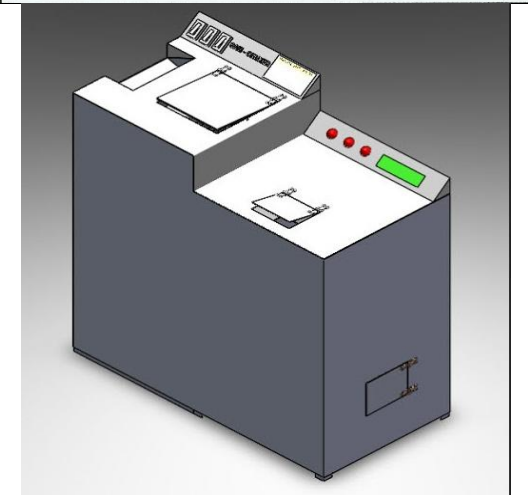
III.ALTERNATIF KONSEP DESAIN

Konsep bagian pencacahan dan pengadukan

Tabel 1. Alternatif konsep pencacahan dan pengadukan

Alternatif Konsep	Bentuk Konsep Pencacah	Bentuk Konsep Pengaduk	Alternatif Konsep Mesin
1	 <p>Fan-blade crusher</p>	 <p>Single shaft paddle</p>	A
2	 <p>Double shaft shredder</p>	 <p>Half screw conveyor</p>	B
3.	-	 <p>Full screw conveyor horizontal</p>	C
4.	-	 <p>Full screw conveyor vertical</p>	D

Tabel 2. Alternatif konsep desain mesin

Alternatif Konsep Mesin	Bentuk Konsep Desain	
A		
B		
C		
D		

Setelah didapatkan penggabungan dari konsep pencacahan dan pengadukan, maka didapatkan konsep mesin yang nantinya dipilih berdasarkan kriteria pemilihan. Berikut tabel pemilihan konsep mesin berdasarkan kriteria pemilihan:

Evaluasi konsep desain berdasarkan pertimbangan kelayakan

Tabel 3. Evaluasi alternative konsep desain mesin

No.	Kriteria Pemilihan	Konsep			
		A	B	C	D
1	Hasil cacahan sampah	0	0	+	+
2	Tingkat efektifitas pengadukan	+	-	0	+
3	Kemudahan dalam fabrikasi	+	+	-	0
4	Volume kapasitas hasil cacahan sampah	+	+	+	-
5	Kemudahan memasukan sampah	-	-	-	0
6	Kemudahan dalam mengeluarkan sampah	-	-	-	+
7	Perawatan mesin	+	+	+	0
8.	Nilai estetika	0	0	0	+
Total Nilai		2	0	0	3

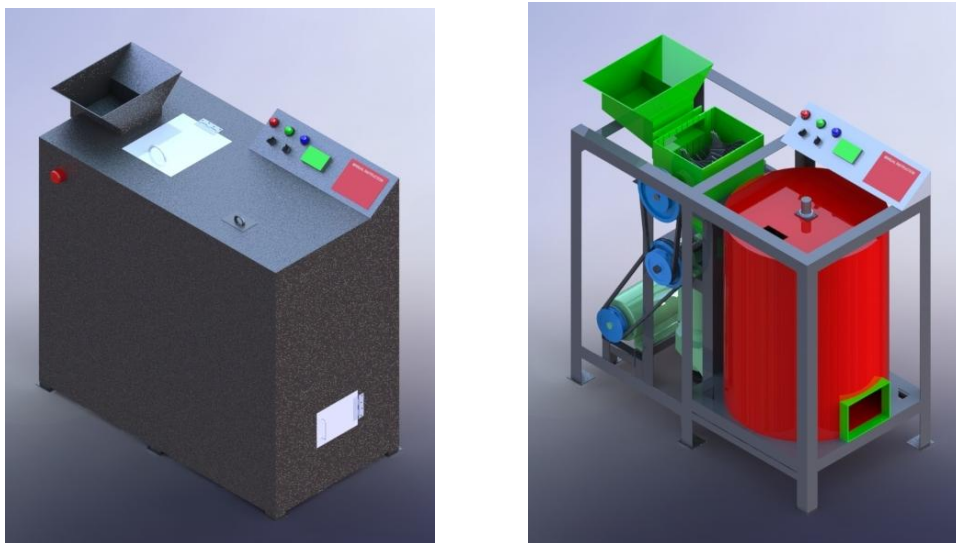
Tabel 4. Rangkings alternative konsep desain mesin

Kriteria Pemilihan	Konsep			
	A	B	C	D
Ranking	2	3	4	1
Lanjut	Ya	Tidak	Tidak	Ya

Tabel 5. Keterangan nilai

Keterangan Nilai	Jumlah Nilai
+	1
0	0
-	-1

Berdasarkan evaluasi konsep desain yang dilakukan diatas, dapat dikombinasikan dua buah konsep yang sama-sama unggul dari segi penilaian kelayakan. Oleh sebab itu, tim mencoba untuk menemukan konsep baru yang menggabungkan antara konsep A dan konsep D menjadi bentuk baru yang terlihat seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2. Gambar detail mesin

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan dalam analisis pemilihan motor AC

Dalam proses desain konsep kerja, dibutuhkan dua buah motor listrik sebagai sumber daya. Hal ini dikarenakan karena bagian pencacahan dan bagian pengadukan berbeda siklus kerja dan beban, sehingga dibutuhkan sumber daya yang berbeda pula. Daya motor pada bagian pencacahan dapat dicari dengan menggunakan percobaan pemotongan. Percobaan pemotongan menggunakan objek singkong, daun sukun dan ujung bongkol jagung. Untuk daya motor bagian pengadukan dapat dicari dengan menghitung massa yang teraduk. Berikut penjelasannya:

Data sampah/kompos

Tabel 6. Data sampah

Gaya yang dibutuhkan untuk memotong berdasarkan percobaan pemotongan objek sampah	20 kg
Volume maksimum sampah yang teraduk di wadah pengaduk	0,0354 m ³
Massa jenis sampah/kompos	500 kg/m ³
Massa sampah/kompos maksimum yang teraduk	17,67 kg

Konsep perhitungan daya motor untuk bagian pencacahan

Daya motor untuk bagian pencacah dihitung berdasarkan gaya pemotongan yang diambil dari percobaan. Menggunakan pisau pemotong berjari-jari 10 cm, bagian pencacah berputar sebesar 600 RPM. Berikut perhitungan daya untuk bagian pencacah:

$$P = T \times \omega$$

$$P = (F \times r) \times \frac{2 \times \pi \times n}{60}$$

$$P = \left(196,2 \text{ N} \times \frac{100 \text{ mm}}{1000 \frac{\text{mm}}{\text{m}}} \right) \times \frac{2 \times \pi \times 600 \text{ rpm}}{60}$$

$$P = 1232,76 \text{ W} \approx 1,23 \text{ kW}$$

$$P_d = P \times f_c$$

$$P_d = 1,23 \text{ kW} \times 1,2 = 1,476 \text{ kW}$$

$$P_a = \frac{P_d}{\eta_{\text{bearing}} \times \eta_{\text{belting}} \times \eta_{\text{motor}}} = \frac{1,476 \text{ kW}}{0,99 \times 0,96 \times 0,8} = 1,941 \text{ kW}$$

Jadi, daya motor yang digunakan pada bagian pencacah adalah 1,941 kW \approx 2,6 HP \approx 3 HP

Konsep perhitungan daya motor untuk bagian pengadukan

Daya motor yang dihitung untuk bagian pengaduk dihitung berdasarkan massa total yang harus berputar. Massa tersebut terdiri dari: berat sampah yang teraduk, berat poros dan berat pulley. Bagian pengaduk berputar sebesar 24 RPM. Berikut perhitungan daya untuk bagian pencacah:

$$P = T \times \omega$$

$$P = (F \times r) \times \frac{2 \times \pi \times n}{60}$$

$$P = (37,67 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2) \times 0,25 \text{ m} \times \frac{2 \times \pi \times 24 \text{ RPM}}{60}$$

$$P = 232,2 \text{ W} \approx 0,232 \text{ kW}$$

$$P_d = P \times f_c$$

$$P_d = 0,232 \text{ kW} \times 1,2 = 0,2784 \text{ kW}$$

$$P_a = \frac{P_d}{\eta_{\text{bearing}} \times \eta_{V\text{-Belt}} \times \eta_{\text{Bevel gear}} \times \eta_{\text{motor}}}$$

$$= \frac{0,2784 \text{ kW}}{0,95 \times 0,96 \times 0,95 \times 0,8} = 0,4 \text{ kW} \approx 0,53 \text{ HP}$$

Jadi, daya motor yang digunakan pada bagian pengaduk adalah $0,4 \text{ kW} \approx 0,53 \text{ HP} \approx 0,5 \text{ HP}$

Spesifikasi detail mesin

Setelah terlihat desain detail mesin pengolah limbah organik, dari sini dibuat spesifikasi mesin yang dibentuk berdasarkan referensi dan percobaan. Berikut spesifikasi mesin yang didapat:

Tabel 7. Spesifikasi mesin

No.	Spesifikasi Mesin	Nilai Spesifikasi
1.	Daya input motor untuk bagian pencacahan	3 HP
2.	Daya input motor untuk bagian pengadukan	0.5 HP
3.	RPM pencacahan sampah	$\pm 600 \text{ RPM}$
4.	RPM pengadukan hasil cacahan sampah	$\pm 24 \text{ RPM}$
5.	Suhu optimum pengomposan	(35 – 62)
6.	Volume maksimum hasil cacahan sampah yang bisa diaduk	$0,0354 \text{ m}^3$
7.	Voltase listrik yang dibutuhkan	220 V

V. SIMPULAN

Setelah melewati serangkaian proses desain maka didapat sebuah konsep terbaik yang dipilih dari beberapa alternative konsep desain. Dari hasil pembahasan telah diketahui bahwa konsep telah memenuhi persyaratan dan spesifikasi yang dibutuhkan, sehingga dapat dilanjutkan dengan proses pengembangan dan manufaktur yang disesuaikan dengan ketersediaan alat, material dan komponen dipasaran. Proses pengujian dapat dilakukan setelah prototype hasil rancangan selesai dibuat.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gupta, J.K. dan Khurmi R.S. 2005. *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House.
- [2] Sularso dan, Suga, Kiyokatsu, 2008. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- [3] Nasrullah. 2012. "Disain Portabel Composter Sebagai Solusi Alternatif Sampah Organik Rumah Tangga". *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND*. IX (1): 50-58. Padang: Politeknik Negeri Padang.
- [4] Yenie, Elvie. 2008. "Kelembaban Bahan dan Suhu Kompos Sebagai Parameter yang Mempengaruhi Proses Pengomposan Pada Unit Pengomposan Rumbai". *Jurnal Sains dan Teknologi*. VII (2): 58 – 61. Pekanbaru: Universitas Riau.
- [5] Amanah, Farisatul. 2012. Pengaruh Pengadukan dan Komposisi Bahan Kompos Terhadap Kualitas Kompos Campuran Lumpur Tinja. Skripsi Sarjana pada FT UI: tidak diterbitkan
- [6] Damanhuri, Enri dan Tri Padmi. 2008. *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah TL-3104*. Institut Teknologi Bandung.
- [7] Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2008. *Statistik Persampahan Indonesia*.

Modifikasi *fork separator* di area *palletizer* jalur 2

Muhammad Rivaldy Bachtiar¹, Azwardi²

1.Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen

2.Politeknik Negeri Jakarta Teknik Mesin

rivaldy.bachtiar@gmail.com

Abstrak

Kinerja dari mesin *palletizer* di *packhouse* PT Holcim Indonesia Pabrik Cilacap berpengaruh pada target *stocking* sebagai penyimpanan awal untuk melayani pengiriman semen melalui jalur kereta. Mesin *palletizer* jalur 2 termasuk mesin baru di area *packhouse*, namun dalam setengah tahun terakhir terjadi banyak *trouble* yang menyebabkan berhentinya produksi dari *palletizer* baik dari segi elektrik maupun mekanik. Rusaknya *mounting* pada motor *fork separator* adalah salah satu *trouble* dalam produksi mesin *palletizer* dari segi mekanik. Hal ini menyebabkan berhentinya *palletizer* untuk perbaikan atau bahkan pergantian motor *fork separator* tersebut. Rentan waktu yang dibutuhkan untuk menangani *trouble* ini rata-rata 2 sampai 4 jam dengan frekuensi *trouble* hingga 4 kali dalam setengah tahun terakhir. Kerugian yang diakibatkan *trouble* ini yaitu produksi yang terhambat dan juga biaya untuk pergantian motor *fork separator*.

Memodifikasi peletakan motor *fork separator* yang awalnya bertumpu pada bidang vertikal menjadi bertumpu pada bidang horizontal, serta memindah posisi *sprocket* menggunakan acuan sejajar dengan letak semula dari *sprocket*.

Setelah posisi peletakan motor yang berada dibidang horizontal akan memberikan tumpuan cekam *mounting* yang lebih kuat dan menghilangkan beban terhadap berat motor itu sendiri. Sehingga mengurangi beban yang diterima oleh *mounting* motor

Kata kunci: *palletizer*, *mounting*, posisi, beban

Abstract

The performance of the machine palletizer in Packhouse PT Holcim Indonesia Cilacap plant depend on the stocking target as the initial storage to serve the delivery of cement through the train line. Second line palletizer machine is a new engine in the Packhouse area, but in the last half year a lot of trouble from electrical and mechanical caused production of palletizer berhentiped. Damage to the motor mounting on fork separator is one of the trouble in the palletizer machine in terms of mechanics. This leads to the cessation palletizer for repairs or motor fork separator replacement. Time lost to handle trouble its around 2 to 4 hours with trouble frequency up to 4 times in the last half year. Losses caused by this trouble is production berhenti and for motor fork separator replacement.

Modifying placement of motor fork separator which initially rests on the vertical position be resting on a horizontal position, and move the position of the sprockets using the reference level with the original layout of the sprocket.

After the placement of the motor position is horizontal position will give a stronger mountingg dibble and eliminate the weight of the motor itself. So reducing the load of motor mounting

Keywords: *palletizer*, *mounting*, *position*, *load*

I. PENDAHULUAN

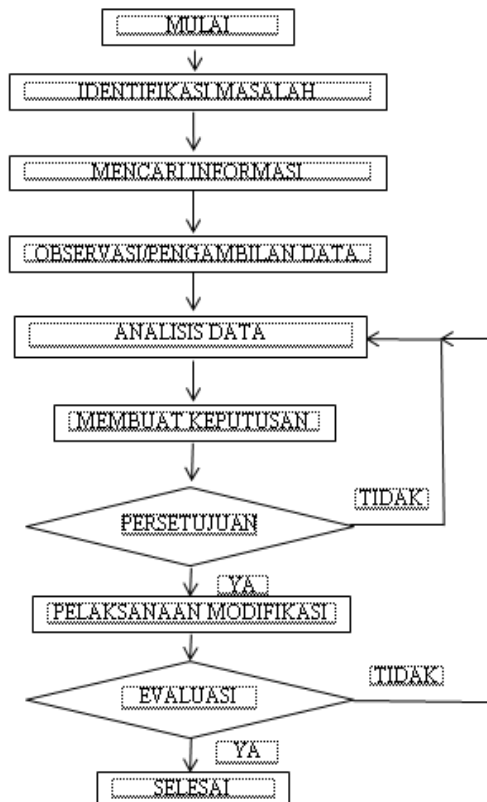
Latar belakang

Palletizer adalah salah satu equipment di area *packhouse*. Peran dari *palletizer* ini ada pada proses penataan sak semen. *Palletizer* di area *packhouse* sangatlah penting karna berkaitan dengan jumlah produksi yang akan dicapai per harinya. Oleh karna itu sangat diwajibkan bagi *palletizer* tersebut untuk terus running sampai target produksi yang diinginkan tercapai. Namun pada kenyataannya banyak masalah yang menyebabkan berhenti nya *palletizer* tersebut. Salah satunya yaitu masalah pada motor *fox separator*. Berdasarkan data dari tahun 2014 terjadi 4 kali berhenti dikarenakan masalah motor *fox separator* ini. Hal ini pastilah merugikan untuk perusahaan dari segi waktu dan juga biaya perbaikan. Perbaikan untuk masalah ini rata-rata dapat memakan waktu yang tidak sebentar. Sementara untuk biaya perbaikan itu sendiri meliputi biaya pergantian motor. Dari waktu rata-rata perbaikan tersebut akan menyebabkan kerugian dari sisi produksi, karna *Palletizer* tidak dapat produksi akibat berhenti selama waktu perbaikan tersebut. Setelah mengidentifikasi masalah, pengambilan data dan observasi lapangan, maka diputuskan untuk memodifikasi peletakan motor separator tersebut. Peletakan motor yang secara vertikal dengan beban yang cukup besar menyebabkan pecahnya kaki motor pada *mounting*. Dengan memodifikasi peletakan posisi motor

akan membuat tumpuan pada kaki kaki motor lebih besar, sehingga dapat menghindari pecahnya kaki-kaki motor. Dengan tidak adanya lagi trouble ini diharapkan kinerja *palletizer* meningkat karna berkurangnya salah satu penyebab dari berhentinya mesin *palletizer*, serta cost saving dari segi maintenance nya.

II. EKSPERIMEN

Terdapat beberapa metode yang digunakan untuk menunjang terlaksananya modifikasi ini dengan baik. Tahapan penelitian yang dilakukan sebagai berikut.



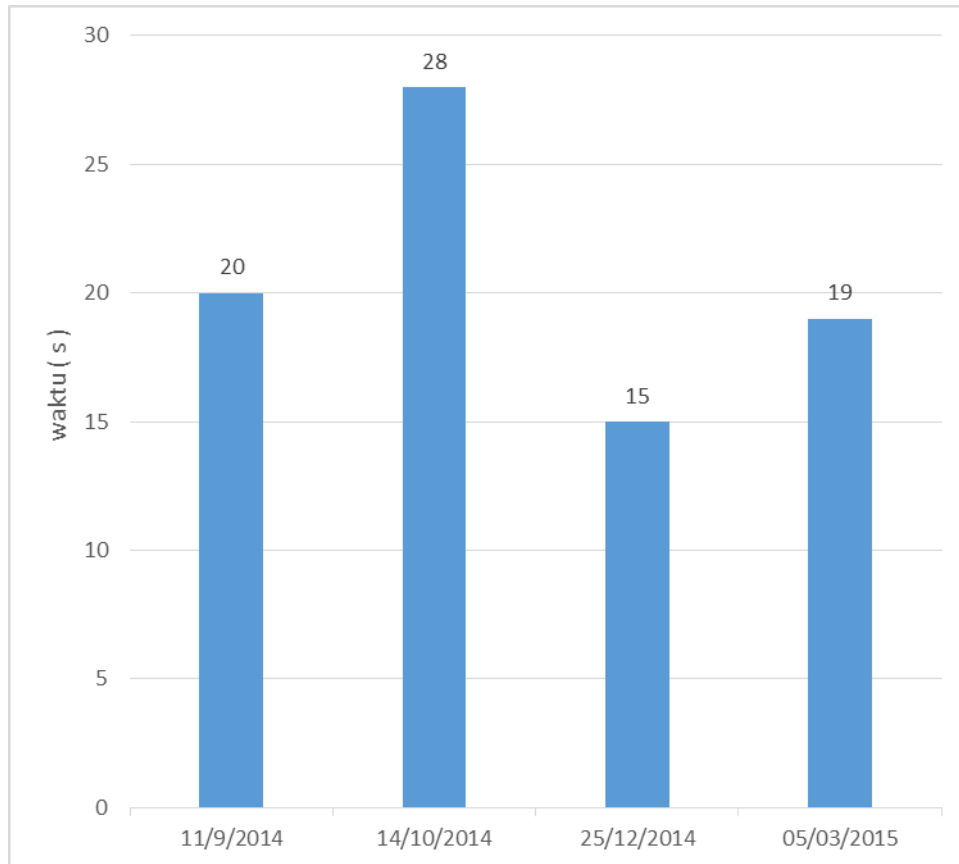
Gambar 1. Metode pelaksanaan.

1. Mengidentifikasi masalah yang terjadi pada *fork separator*. Mempelajari masalah yang terjadi dan mencari akar masalah.
2. Langkah selanjutnya yaitu mencari informasi. Pada proses ini dilakukan pengamatan langsung ke lapangan saat operasi *palletizer* jalur 2. Mengidentifikasi hal-hal yang mempengaruhi kemungkinan pecahnya kaki *mounting motor fork separator*.
3. Pada tahap observasi dan pengambilan data, akan dikumpulkan berbagai macam data yang diperlukan untuk dilaksanakannya modifikasi ini. Sumber data yang diambil yaitu *trouble* pada *palletizer* khususnya *motor fork separator*.
4. Pada tahap analisa dilakukan perbandingan antara desain standar dari *fork separator* dengan desain yang akan dimodifikasi dan kemudian kembali dilakukan identifikasi sumber masalah.
5. Tahap pengambilan keputusan dilakukan dengan memastikan letak dari motor *fork separator*.
6. Tahap persetujuan merupakan tahap diskusi dengan pemilik area produksi, leader mekanik, *process engineer* dan *engineer suport packhouse*.
7. Pada tahap ini dilakukan fabrikasi pada *area fork separator*. Modifikasi ini melibatkan karyawan mekanik *packhouse* dan diawasi oleh *process engineer*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Trouble pada Fork Separator Sebelum Modifikasi.*

Sebelum dilakukan modifikasi pada *fork separator* di *area palletizer* jalur 2, terjadi *trouble* pada motor *fork separator*. Frekuensi kerusakan dan lamanya perbaikan dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 2. Grafik *Trouble* pada *Fork Separator*.

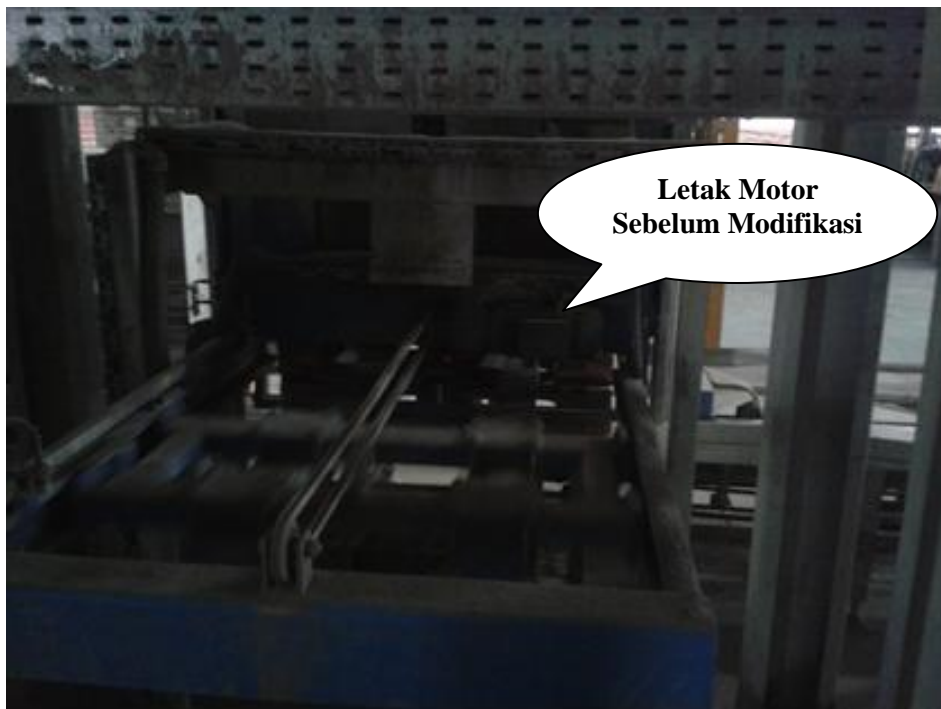
Grafik pada Gambar 2. Tersebut menunjukkan intensitas terjadinya *trouble* pada motor *fork separator* dalam setengah tahun terakhir. Data ini diperoleh dari *berhenti log* mesin *palletizer* karena *fork separator* berhubungan langsung pada kinerja dari *palletizer*. Jika terjadi *trouble* pada *fork separator* maka akan berimbas pada *berhenti* nya mesin *palletizer*.

a. Identifikasi Masalah dan Pengamatan Lapangan Pada Motor *Fork Separator*.

Setelah mengidentifikasi masalah yang terjadi motor *fork separator* dan pengamatan langsung dilapangan, *trouble* pada motor *fork separator* disebabkan oleh pecahnya kaki kaki *mounting* pada motor *fork separator*.

b. Penyebab Kerusakan pada Kaki *Mounting* Motor *Fork Separator*.

Kerusakan pada kaki kaki motor *fork separator* disebabkan oleh posisi dari peletakan motor *fork separator* itu sendiri. Posisi yang bertumpu pada bidang yang vertikal menjadikan beban yang diterima pada kaki kaki *mounting* motor bertitik pada sebelah bagian saja, sementara beban yang diterima motor meliputi beban dari berat motor itu sendiri dan juga beban dinamik dari putaran motor yang difungsikan meneruskan gaya pada *fork* untuk manuver maju dan mundur.



Gambar 3. Posisi Motor *Fork Separator* Sebelum Modifikasi.

c. Akibat dari Kerusakan pada Kaki *Mounting* Motor *Fork Separator*.

Kerusakan pada kaki *mounting* motor *fork separator* memiliki dampak buruk yaitu mengakibatkan *berhenti* nya mesin *palletizer* . *Fork separator* itu sendiri digunakan sebagai alat untuk mengatur pergerakan *pallet* yang akan digunakan untuk penataan sak semen dari tumpukan. Pergerakan maju dan mundur *fork* dikerjakan oleh sebuah motor, ketika terjadi masalah pada motor ini maka akan mengakibatkan terganggunya pergerakan *fork*. Sementara itu untuk pergerakan maju dan mundurnya *fork* akan dibaca oleh sensor, jika pergerakan *fork* terganggu maka pembacaan sensor akan terhenti dan otomatis menghentikan kerja mesin *palletizer* . *Berhenti* nya *palletizer* akan berefek pada terhambatnya produksi untuk suplay pengiriman semen pallet melalui jalur kereta.

d. Kerugian Biaya

Kerusakan pada *fork separator* akan berimbas pada *berhenti* nya *palletizer* dan pastinya akan menghambat proses produksi untuk stocking persediaan pengiriman melalui jalur kereta. Jika proses perbaikan sekaligus memakan waktu sekitar 20 menit. Maka kerugian biaya dari proses produksi yang terhambat adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Total Kerugian Biaya Sekali *Trouble*

Harga semen per pallet	Rp 2,550.000,-
Produksi pallet per 20 menit (rata-rata)	13 pallet
Total kerugian sekali terjadi trouble (20 menit)	Rp 33.150.000,-

2. *Peforma Fork Separator Setelah Modifikasi.*

Setelah dilakukan modifikasi dengan reposisi dari penempatan motor yang awalnya bertumpuan pada bidang vertikal yang memberikan beban lebih pada kaki *mounting* motor *fork separator* menjadi bertumpu pada permukaan yang horizontal, sehingga dapat memberikan cekaman yang lebih kuat dibandingkan pada saat posisi vertikal. Posisi horizontal ini memungkinkan untuk memperkuat cekaman pada kaki *mounting* motor dan membagi beban yang merata disetiap bagian kaki *motor*. Dari sisi maintenance untuk pengecekan

rutin pada motor jauh lebih mudah tanpa harus kesulitan mencari celah untuk menjangkau motor dibandingkan dengan sebelum modifikasi.



Gambar 4. Posisi Motor *Fork Separator* Setelah Modifikasi

3. Dampak Setelah dilakukan Modifikasi.

Setelah dilakukan modifikasi tersebut, *trouble* yang dikarenakan motor *fork separator* menjadi hilang. Karena kinerja *fork separator* berpengaruh langsung pada *palletizer*, sehingga hilangnya *trouble* ini akan mengurangi masalah yang terjadi pada *palletizer* dan juga meningkatkan produksi karena berkurangnya salah satu penyebab *berhenti nya palletizer*.

IV. KESIMPULAN

- a. Pecahnya kaki pada mounting motor separator dapat diatasi dan tidak terjadi lagi.
- b. Keuntungan modifikasi ini antara lain mengurangi *trouble* pada *palletizer* sehingga mengurangi waktu berhenti untuk produksi, serta *cost saving* dari segi maintenance nya.

V. DAFTAR PUSTAKA.

- [1] Loren Cook Company, Handbook for Mechanical Designer, Engineering Cookbook, 2nd Edition, Springfield, 1999.
- [2] Arikunto, Suharsimi, Prof. Dr., Prosedur penelitian Suatu Pendekatan Praktek, Rineka Cipta, Jakarta.
- [3] Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Electronics Course V (Measurement and Control Engineering), Germany, 2001.
- [4] Anonim, "Production Logbook Patrol Packhouse Area", PT.Holcim Indonesia Cilacap Plant, Cilacap, 2014.
- [5] M. Kavoussanos, A. Pouliezios, An intelligent robotic system for depalletising and emptying polyethylene sacks, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 14/5 (1998) 358-362.

Rancang bangun modifikasi alat pembengkok pipa mekanisme *ratchet bar*

Dany Alfarizi; Fahmi Alghifari; Rath Kautsar Firdaus; Zaid Hafiz Muhammad
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
alghifari.fahmi@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini adalah perancangan dan pembuatan alat pembengkok pipa dengan diameter 1" - 1,5" Sch. 40 dan material A106 Gr. B yang mengacu pada standard ASME B36.10M. Refferensi ASME B36.10M digunakan untuk mendapatkan outside diameter dan ketebalan pipa yang akan digunakan. Alat dirancang untuk mendapatkan gaya pengoperasian 10 [kg] dan untuk memodifikasi bagian dies pemutar (rotary dies) agar dapat digunakan pada beragam ukuran pipa. Proses diawali dengan observasi pada alat pembengkok pipa dengan mekanisme ratchet bar yang telah ada, analisa potensi dan masalah yang terdapat pada alat tersebut untuk dilakukan pengembangan pada bagian dies dan bagian lainnya. Melakukan penelitian dan pengembangan terhadap dies dan bagian lainnya. Dilakukan pengujian produk berupa pengujian bagian dies dan dilanjutkan dengan pengujian pemakaian berupa keseluruhan bagian yang telah dipasang (assembly). Hasil rancangan dari alat pembengkok pipa untuk mendapatkan gaya pembengkokan hingga 10 [kg] maka mekanisme alat pembengkokan pipa menggunakan sistem Ratchet Bar dengan perubahan dimensi dari alat yang sebelumnya. Pada bagian dies yang sebelumnya digunakan profile setengah lingkaran, dimodifikasi menjadi profile bentuk V.

Kata Kunci: Handrail, Pipa, ASME B36.10M, Ratchet Bar, A106 Gr.B, Rotary Dies

Abstract

This research is the design tool bending pipes with a diameter of 1" - 1.5" Sch. 40 and material A106 Gr. B which refers to the standard ASME B36.10M. Reference ASME B36.10M used to get outside diameter and the thickness of the pipe to be used. A tool designed to get force operation 10 [kg] and to modify parts forming dies (rotary dies) that can be used in a variety of pipe sizes. The process starts with an observation on the existing pipe bending tool with ratchet bar mechanism, analyzed the potential and the problems contained in the tool to do the development on the dies and other parts. Conduct research and development on the dies and other parts. Perform product testing by testing the dies followed by testing of the overall consumption in the form of a part that has been installed (assembly). The result of design of the pipe bending tools to obtain the bending force of up to 10 [kg] then the mechanism using the pipe bending tool Ratchet Bar system with changes in the dimensions of the previous tool. At the dies that were previously used a semi-circular profile is modified into a V profile.

Keywords: Handrail, Pipe, ASME B36.10M, Ratchet Bar, A106 Gr. B, Rotary Dies.

I. PENDAHULUAN

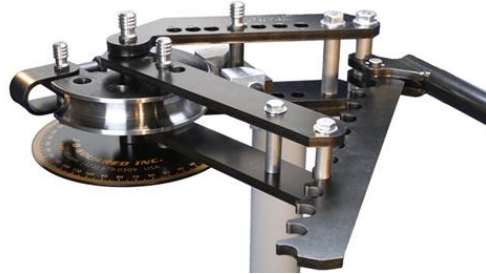
Pipa digunakan secara luas pada konstruksi rangka dan handrail. Pada setiap konstruksi diketinggian, handrail merupakan salah satu standard keamanan yang wajib diperhatikan. Penggunaan handrail disetiap konstruksi memiliki jenis dan fungsi yang beragam. Konstruksi handrail pada platform di industri minyak dan gas membutuhkan material pipa yang tahan terhadap korosi dan berfungsi untuk membatasi ruang gerak pekerja dan menahan gerakan-gerakan yang tidak terduga agar tidak terjatuh pada pekerjaan diketinggian.

Proses fabrikasi dan perencanaan sebuah handrail perlu diperhatikan untuk mendapatkan kekuatan yang sesuai dengan fungsinya serta memperhatikan biaya (cost) yang digunakan untuk membuat serangkaian handrail. Pembengkokan pipa menjadi salah satu cara dalam mengurangi cost dan faktor human and machine error dalam fabrikasi handrail yang umumnya dilakukan dengan cara penyambungan menggunakan pengelasan elbow.

Alat pembengkok pipa dengan sumber tenaga manual yang berada dipasaran memiliki berbagai jenis yang bertujuan untuk memaksimalkan hasil pembengkokan dan penggunaan tenaga sekecil mungkin. Proses meminimalisir gaya pengoperasian ini menjadikan berbagai macam jenis alat pembengkok pipa dengan berbagai mekanisme.

Salah satu alat pembengkok pipa manual yang terdapat dipasaran internasional adalah dengan menggunakan mekanisme ratchet bar yang dikembangkan oleh perusahaan Amerika; JD. Square

Inc. Mekanisme ini belum dipasarkan secara luas didalam negeri dikarenakan harga dan akses yang masih tidak terjangkau (pengiriman, pajak). Pembengkokan pipa dengan distribusi gaya menggunakan mekanisme ratchet bar memiliki pengurangan gaya yang lebih besar dibandingkan dengan jenis lainnya, karena gaya terdistribusi bertahap dan berulang-ulang.



Gambar 1 - Pipe Bender Model 3 JD. Squared Inc.

Pengembangan pada alat pembengkok pipa manual dilakukan pada equipment rotary dies, pressure dies, penunjuk sudut, dan dimensi overall. Pengembangan ini didasari atas permasalahan fungsi rotary dies dan pressure dies untuk satu ukuran pipa. Fabrikasi untuk sebuah dies memakan biaya yang cukup tinggi sehingga diperlukan sebuah penelitian yang bertujuan agar sebuah dies bisa membengkokkan lebih dari 1 ukuran pipa. Modifikasi dimensi overall juga perlu dikembangkan untuk mendapatkan gaya pengoperasian 10 [kg] dalam membengkokkan pipa 1.5 [in] Sch. 40.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Pembengkokan

Pipa dapat dibengkokkan dengan 4 metode dasar, draw bending, compression bending, roll bending, dan stretch bending. Pada draw bending, pipa dijepit pada pressure dies dan dibentuk terhadap rotary dies. Posisi pressure die dapat tetap (fixed) ataupun bergerak (movable) disepanjang sumbu longitudinal. Pembengkokan pada pipa sangat bergantung pada radius bengkok yang merupakan radius internal rotary dies, pada radius bengkok alat pembengkok pipa mekanisme ratchet bar ini, radius bengkok ditetapkan sebesar 145 [mm].

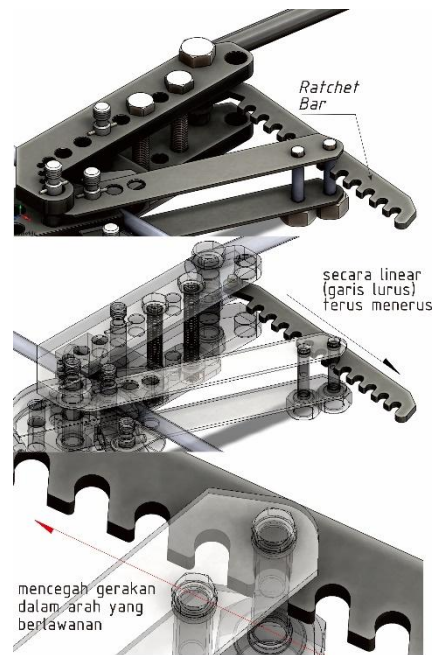
Pembebanan pada pipa

Pipa dibengkokkan, dua hal terjadi pada pipa yang dapat dilihat dengan memotong bagian bengkok dari pipa (sectioning). Dinding luar berkurang ketebalannya karena peregangan material dan dinding dalam menjadi lebih tebal karena mengompresi material. Material pada aplikasinya terbentuk disekitar sekitar garis tengah pipa (centerline radius/CLR). Jarak sepanjang garis tengah kira-kira sama dengan panjang pembengkokan pipa. Material yang membentuk pembengkokan bagian dinding luar memiliki jarak lebih jauh untuk proses pembengkokan dan karena proses tarikan (stretched); bahan di bagian dalam tikungan memiliki jarak lebih kecil untuk proses pembengkokan dan kompresi (compression).

Mekanisme Ratchet

Ratchet adalah sebuah perangkat mekanik yang bergerak secara linear (garis lurus) terus menerus atau gerakan putar satu arah sekaligus mencegah gerakan dalam arah yang berlawanan. Ratchet digunakan secara luas dalam permesinan dan peralatan.

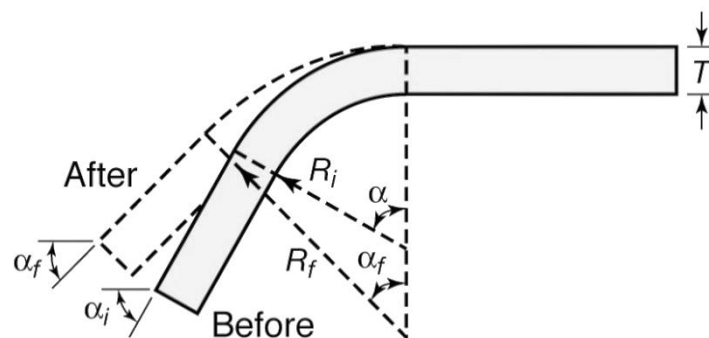
Ratchet terdiri dari gear atau rak bergigi linier, sebuah poros, jarum pegas atau disebut pawl (batang berbentuk melengkung) yang disertai gigi, pawl yang diterapkan pada alat pembengkok pipa ini berbentuk pin yang terdapat pada swing arm. Gigi tersebut sebetulnya dua tetapi kedua belah bagiannya tidak sama, dengan masing-masing gigi memiliki kemiringan sedang pada satu sisi dan kemiringannya lebih tajam ditepi lainnya.



Gambar 2 - Penerapan Ratchet Bar

Ketika gigi tersebut bergerak dengan arah terbatas (satu arah), batang lengkung (pawl) dengan mudah meluncur dan peralihan pada tepi miring gigi, dengan gaya balik pawl pada setiap gigi. Spring Back

Spring back merupakan gaya balik yang ditimbulkan akibat pengaruh elastisitas bahan yang mengalami proses pembentukan. Besarnya gaya balik ini ditentukan oleh harga Modulus Elastisitas bahan. Dalam proses pembungkukan ini harus diperhatikan gaya balik atau spring back. Spring back mengakibatkan terjadinya penyimpangan terhadap sudut pembungkukan yang dibentuk. Besarnya perubahan dimensi pada hasil pembentukan setelah tekanan pembentukan diiadakan merupakan sifat bahan logam yang mempunyai elastisitas tersendiri. Perubahan ini terjadi akibat dari perubahan regangan yang dihasilkan oleh pemilahan elastik.



Gambar 3 - Spring Back

Persamaan berdasarkan gambar diatas adalah:

$$\left(Ri + \frac{T}{2} \right) \cdot \alpha_i = \left(Rf + \frac{T}{2} \right)$$

$$\frac{Ri}{Rf} = 4 \cdot \left(\frac{Ri \cdot Y}{E \cdot T} \right) - 3 \cdot \left(\frac{Ri \cdot Y}{E \cdot T} \right) + 1$$

Keterangan :

- Ri = Bending radius sebelum springback terjadi
- Rf = Bending radius setelah springback terjadi

- α_i = Sudut bengkok sebelum springback
- α_f = Sudut bengkok setelah springback
- Y = Yield Strength
- E = Modulus Elastisitas

Pengembangan & Modifikasi

Pengembangan dilakukan pada perubahan bentuk profil rotary dies dan pressure dies, perubahan mekanisme jarum penunjuk sudut serta dimensi secara keseluruhan yang bertujuan agar dies bisa digunakan pada lebih dari satu ukuran pipa dengan tetap mengoptimalkan gaya pengoperasian.

Bentuk dies yang sebelumnya dan umumnya berbentuk setengah lingkaran akan dikembangkan menjadi bentuk V. Pergantian ukuran pipa ketika proses pembengkokan tidak memerlukan disassembly dies dan bagian yang berhubungan lainnya, karena dengan bentuk V ini membuat sumbu pipa dengan diameter 1 in dan 1,5 in berada dalam satu garis dan tetap melakukan kontak antara pipa dengan dies.

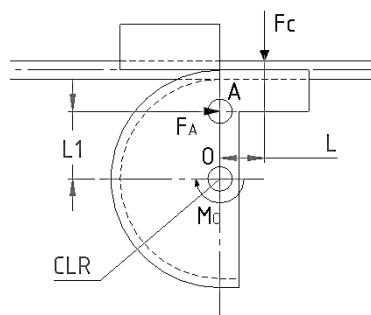
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Rancangan dan Perhitungan

Perhitungan pada alat pembengkok pipa dengan mekanisme ratchet bar ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah gaya yang bekerja pada handle. Gaya yang bekerja pada handle merupakan gaya operasi yang dikeluarkan oleh operator. Sumber tenaga secara manual (menggunakan tangan) dibatasi pada faktor ergonomi dan maksimal kekuatan dari manusia. Jumlah gaya yang mampu dikeluarkan manusia secara statik dan berulang ditentukan sebesar 10 [kg]. Hasil perhitungan alat pembengkok manual dengan mekanisme ratchet bar harus dapat menghasilkan gaya operasi sebesar 10 [kg].

3.1.1 Perhitungan Momen Bengkok Pipa (MO)

Momen bengkok pipa merupakan jumlah momen yang menghasilkan pipa agar mengalami pembengkokan. Faktor yang mempengaruhi besarnya momen bengkok pipa adalah besarnya tegangan bengkok material pipa yang berhubungan dengan yield strength dan modulus penampang pipa.



Gambar 4 - Distribusi Gaya pada Pipa dan Rotary Dies

$$\sigma_b = \frac{M_O}{Z}$$

$$\sigma_b = \text{Tegangan Bengkok} \left[\frac{N}{mm^2} \right]$$

$$M = \text{Momen Bengkok} [N \cdot mm]$$

$$Z = \text{Modulus Penampang} [mm^3]$$

3.1.2 Perhitungan Gaya Bengkok Pipa (FC)

Gaya bengkok pipa merupakan jumlah gaya yang menghasilkan pipa agar mengalami pembengkokan. Faktor yang mempengaruhi besarnya gaya bengkok pipa adalah besarnya momen bengkok dan jarak pada titik yang menerima gaya kepada sumbu momen (lihat Gambar 4).

$$M_O = F_C \cdot L$$

(Mekanika Statika, JL.Meriem; 25)

$$F_C = \text{Gaya Bengkok [N]}$$

$$M_O = \text{Momen Bengkok [N.mm]}$$

$$L = \text{Panjang Gaya Bengkok terhadap Sumbu Momen O [mm]}$$

3.1.3 Perhitungan Gaya Putar Dies (FA)

Dies yang berputar untuk membengkokkan pipa memiliki sumbu momen pada titik O, sehingga factor yang mempengaruhi gaya untuk memutar dies adalah panjang titik gaya terhadap sumbu momen (Lihat Gambar 4).

$$M_O = F_A \cdot L_1$$

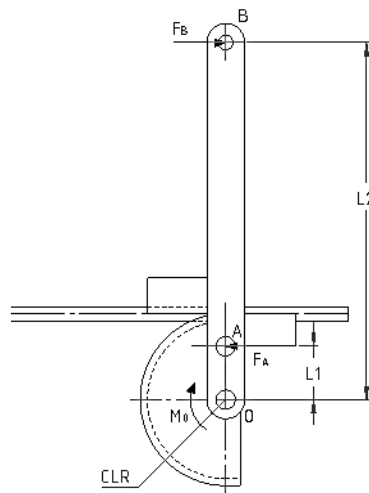
$$F_A = \text{Gaya Putar Dies [N]}$$

$$M_O = \text{Momen Bengkok [N.mm]}$$

$$L_1 = \text{Panjang Gaya Putar Dies terhadap Sumbu Momen O [mm]}$$

3.1.4 Perhitungan Gaya pada Swing Arm (FB)

Rotary dies yang berfungsi untuk membengkokkan pipa bergerak berputar, gaya putar dihubungkan terhadap bagian swing arm, sehingga, gaya yang dibutuhkan untuk memutar swing arm diperoleh dengan menggunakan persamaan momen.



Gambar 2 - Distribusi Gaya yang bekerja pada Swing Arm dan Rotary Dies

$$\begin{aligned} \epsilon M_O &= 0 \\ F_B \cdot L_2 &= F_A \cdot L_1 \\ F_B &= \frac{F_A \cdot L_1}{L_2} \end{aligned}$$

$F_A = \text{Gaya Putar Dies [N]}$

$F_B = \text{Gaya Putar Swing Arm [N]}$

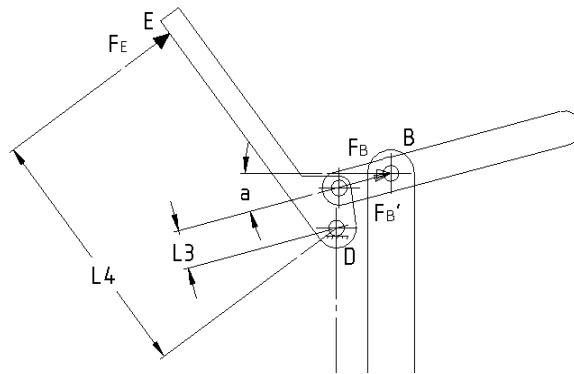
$M_0 = \text{Momen Bengkok [N.mm]}$

$L_1 = \text{Panjang Gaya Putar Dies terhadap Sumbu Momen O [mm]}$

$L_2 = \text{Panjang Gaya Putar Swing Arm terhadap Sumbu Momen O [mm]}$

3.1.5 Perhitungan Gaya yang bekerja pada Ratchet Bar (FB')

Komponen Swing Arm yang berfungsi untuk memutar dies, digerakan oleh komponen ratchet bar agar dapat mengurangi gaya pengoperasian. Gaya yang bekerja pada ratchet bar (FB') merupakan hasil kali dari gaya putar pada swing arm (FB) dan sudut yang dihasilkan oleh ratchet bar (α) ketika proses pembengkokan.



Gambar 3 - Distribusi gaya pada Ratchet Bar dan Handle

$$F'_B = F_B \cdot \cos \alpha$$

$F'_B = \text{Gaya Tekan Ratchet Bar [N]}$

$F_B = \text{Gaya Putar Swing Arm [N]}$

$\alpha = \text{Sudut Miring Ratchet Bar } [^\circ]$

3.1.6 Perhitungan Momen Putar pada Titik D (MD)

Ratchet bar yang bekerja untuk menekan swing arm agar berputar, digerakan oleh komponen handle yang memiliki sumbu putar pada titik D. Sehingga besar momen yang terjadi pada titik D merupakan hasil kali antara Gaya tekan ratchet bar (FB') dan jarak antara gaya tekan ratchet bar pada sumbu D (L3).

$$M_D = F'_B \cdot L_3$$

$M_D = \text{Momen pada Sumbu D [N.mm]}$

$F'_B = \text{Gaya Tekan Ratchet Bar [N]}$

$L_3 = \text{Jarak antara Gaya tekan Ratchet pada Sumbu D [mm]}$

3.1.7 Perhitungan Gaya Operasi (FE)

Gaya operasi merupakan gaya yang digunakan operator untuk membengkokkan sebuah pipa. Gaya operasi merupakan gaya yang ditentukan agar operator dengan mudah dapat membengkokkan sebuah pipa. Panjang handle (L4) menentukan jumlah gaya operasi yang bekerja (FE) yang didapatkan dari persamaan momen pada titik D (Lihat Gambar 6).

$$F_E = \frac{M_D}{L_4}$$

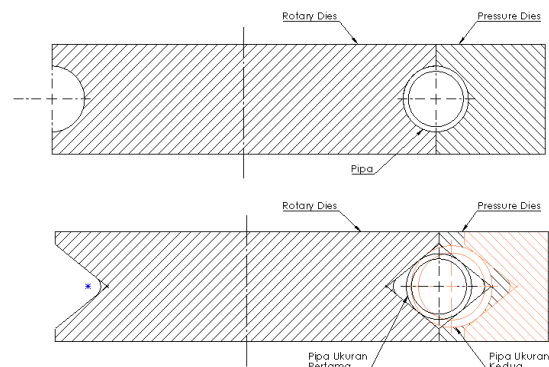
$F_E = \text{Gaya Operasi [N]}$

$M_D = \text{Momen pada Sumbu } D \text{ [N.mm]}$

$L_4 = \text{Jarak antara Gaya Operasi dengan Sumbu Momen [mm]}$

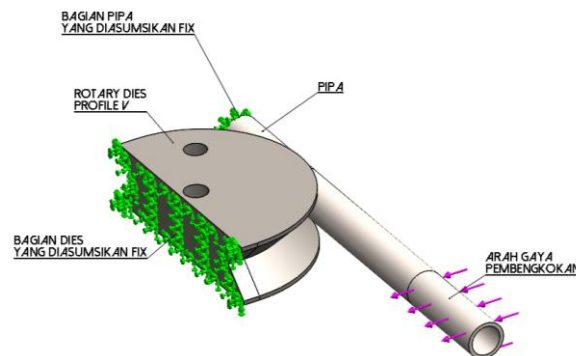
3.2 Metode Percobaan

Umumnya profile pada dies untuk membengkokkan sebuah pipa berbentuk setengah lingkaran. Permasalahan pada profile setengah lingkaran adalah sebuah dies hanya mampu membengkokkan pipa untuk satu ukuran diameter. Proses pembengkokkan pipa untuk lebih dari satu diameter harus menggunakan dies sejumlah dengan ukuran diameter pipa. Produksi sebuah dies tergolong cukup tinggi. Percobaan ini dilakukan untuk membengkokkan pipa dengan profile V agar mampu membengkokkan pipa yang memiliki lebih dari 1 ukuran diameter.



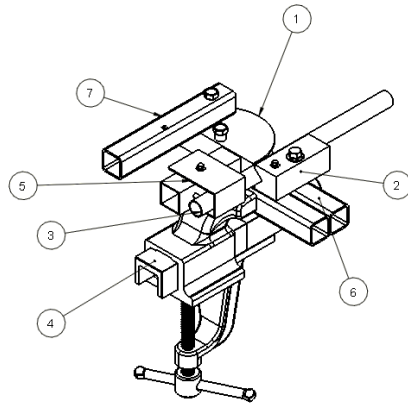
Gambar 4 - Modifikasi Profile Rotary dies dan Pressure dies

Percobaan dilakukan dengan menggunakan 2 metode. Metode pertama dilakukan dengan menggunakan bantuan software SolidWorks, dengan merancang sebuah dies berbentuk V dan pipa berdiameter 1[in] dan 1,5[in], kemudian disimulasikan dengan diberikan gaya sebesar 350.000 [N] pada ujung pipa, diujung lainnya pipa dianggap fix. Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar displacement atau perubahan bentuk pipa setelah dibengkokkan menggunakan dies dengan profile v.



Gambar 5 - Simulasi Pembengkokkan menggunakan Software SolidWorks

Metode kedua dengan merancang dan memproduksi sebuah rotary dan pressure dies yang memiliki profile V. Dies tersebut disupport oleh rangka dan beberapa komponen pembantu agar dapat membengkokkan secara sederhana. Percobaan ini bertujuan untuk mensimulasikan penggunaan dies dengan bentuk V pada pembengkokkan pipa dengan ukuran diameter lebih dari satu untuk diaplikasikan dalam alat pembengkok pipa mekanisme ratchet bar. Hasil rancangan komponen-komponen pendukung yang digunakan dalam melakukan percobaan pembengkokkan pipa dengan profil V akan dijelaskan pada gambar 8.



Gambar 6 - Rancangan Percobaan pembengkokan pipa menggunakan profile V

1. Rotary Dies dengan Profile V
2. Pressure Dies dengan Profile V
3. Pipa diameter 1 in
4. Ragum
5. Clamping Plate
6. Rangka Dudukan Rotary dan Pressure Dies
7. Handle

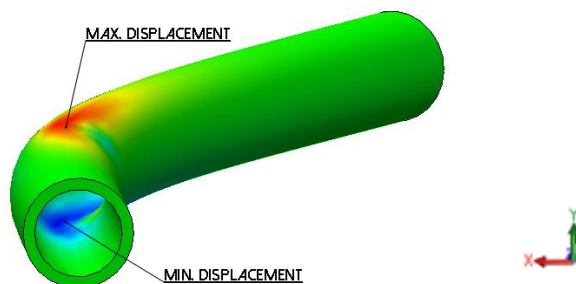
Dokumentasi hasil rancangan percobaan setelah dilakukan fabrikasi dan assembly



Gambar 7 - Hasil sancangan setelah difabrikasi dan diassembley

IV. HASIL PERCOBAAN

Hasil percobaan pertama dengan metode percobaan menggunakan software SolidWorks Simulation:



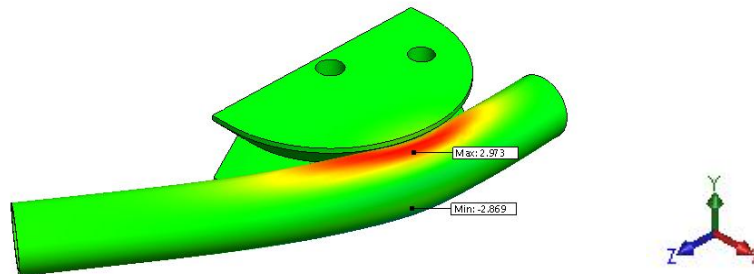
Gambar 8 - Hasil Simulasi Pembengkokan Menggunakan Software SolidWorks

Deformasi yang terjadi pada sumbu Y pada bentuk penampang pipa, daerah perubahan maksimal terjadi pada bagian atas pipa yang ditunjukkan pada bagian yang berwarna merah dan perubahan deformasi minimal terjadi pada bagian bawah pipa yang ditunjukkan pada bagian yang berwarna biru.

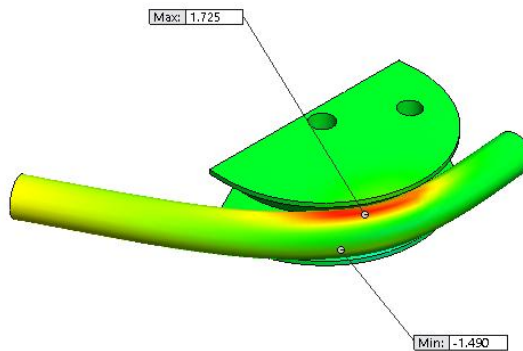
Berikut tabel hasil perubahan bentuk penampang pipa dengan material ASTM A106 Gr. B untuk diameter 1 [in] dan 1.5 [in]:

Tabel 1 - Hasil Perubahan Bentuk Penampang Pipa

Pipe Size – Outer Diameter	Max. Displacement [mm]	Min. Displacement [mm]
1 [in] – 33.4 [mm]	1.725	1.490
1.5 [in] – 48.3 [mm]	2.973	2.869



Gambar 9 - Displacement pada sumbu Y pada pembengkokan pipa dengan profile V Pipa 1 [in]



Gambar 10 - Displacement pada sumbu Y pada pembengkokan pipa dengan profile V Pipa 1 [in]

Hasil Percobaan kedua dengan metode perancangan dan pembuatan mekanisme sederhana pembengkok pipa:



Gambar 11 - Proses Percobaan untuk membengkokan Pipa 1 [in]



Gambar 12 - Percobaan Pembengkokan Pipa menggunakan profile V

V. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan mengenai alat pembengkok pipa dengan mekanisme ratchet bar didapat kesimpulan, sebagai berikut:

.Gaya pengoperasian alat pembengkok pipa dengan mekanisme ratchet bar ditentukan oleh variabel;

- Ukuran dan material pipa
- Jarak antara gaya bengkok terhadap sumbu momen O (L)
- Jarak antara gaya putar dies terhadap sumbu momen O (L1)
- Jarak antara gaya putar swing arm terhadap sumbu momen O (L2)
- Sudut miring ratchet bar (α)
- Jarak antara gaya tekan ratchet pada sumbu D (L3)
- Jarak antara gaya operasi dengan sumbu momen (L4)

Perubahan bentuk ellips pada pipa setelah dibengkokkan menggunakan dies dengan profile v, mengalami displacement pada sumbu Y yang tidak signifikan (Tabel 1).

Pembengkokan menggunakan dies profile v mampu membengkokkan pipa dengan ukuran diameter yang berbeda (Gambar 14 & 15).

Rangkaian tahap untuk membuat sebuah handrail dengan alat pembengkok pipa dengan mekanisme ratchet bar dapat mengurangi proses fabrikasi, waktu, SDM, dan biaya.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lyman, T. 1969. *Metal Handbook*, Volume 4 Forming, 8th Edition. U.S.A: American Society for Metals
- [2] S. Mark, Lionel. 1941. *Mechanical Engineers Handbook*. New York: The McGraw-Hill Company
- [3] E. Woodson, Wesley, dkk. 1992. *Human Factors Design Handbook*, Second Edition. New York: The McGraw-Hill Company
- [4] *Welded and Seamless Wrought Steel Pipe*, ASME B36.10M, 2000
- [5] *Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High Temperature Service*, ASTM A106-02a, 2003
- [6] A Walsh, Ronald. 2001. *Handbook of Machining and Metalworking Calculations*. University Michigan: The McGraw-Hill Company

Rancang bangun *jig and fixture* untuk membuat lubang pencengkam pada *chuck arbor*

Chandra Eko Budi A¹ ; Dika Nugroho Samsu¹ ; Beni Putra Petir¹ ; Robby Kurnia¹ ; Budi Yuwono²

1. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

2. Staf Pengajar, Politeknik Negeri Jakarta

Robby.the.kurnia@gmail.com

Abstrak

Jig and fixture merupakan “Alat bantu” yang berfungsi untuk memegang dan mengarahkan benda kerja sehingga proses manufaktur suatu produk dapat lebih efisien. Selain itu *jig and fixture* juga dapat berfungsi agar kualitas produk dapat terjaga seperti kualitas yang telah ditentukan.

Untuk mengurangi biaya produksi, peningkatan efisiensi proses manufaktur suatu produk sangat berpengaruh, terutama dengan menurunkan waktu proses manufakturnya. Maka dari itu untuk mempermudah proses pengeboran miring dan mengurangi lamanya waktu produksi, tim penulis membuat suatu alat bantu yang berupa *jig and fixture*. Alat bantu ini akan terbuat dari baja st42 yang berbentuk seperti pipa dengan lubang pengarah di atasnya. Alat ini akan terdiri dari beberapa komponen yaitu Pengarah Bor, Dudukan, Selongsong pemutar, Engkol.

Proses perencanaan dimulai dengan analisa flow proses, perhitungan – perhitungan pendukung pembuatan *Jig and Fixture*, pengujian *Jig and Fixture* hingga akhirnya *Jig and Fixture* membuat 8 lubang pada *chuck arbor*. Rancangan *Jig and Fixture* ini menggunakan software solidwork, sedangkan untuk perhitungan menggunakan teori gaya pengeboran, gaya pengelasan dan gaya pendukung lainnya.

Hasil dari penelitian didapatkan *Jig and Fixture* sangat mudah dan flexibel dalam pengoperasiannya dan memudahkan bekerja didalam melakukan pengeboran miring, seperti pengeboran pada pembuatan lubang pada *chuck arbor*, serta *Jig and Fixture* mampu membuat 8 lubang yang ada pada *chuck arbor* tanpa harus menghitung lagi ukuran dan jarak-jarak antar lubang pada *chuck arbor*.

Kata kunci : *Arbor, Jig and Fixture*, Pengeboran miring, efisiensi

Abstrak

Jig and fixture is a tool that the function for pointing and take hold of workpiece so that the manufacturing process of a product can be more efficient. Furthermore function of *jig and fixture* also for product quality can be maintained as determined quality.

To reduce the cost of production, to increase the efficiency of the manufacturing process of a product is very influential. Especially by lowering the manufacturing process time. Therefore to simplify of slant drilling process and reduce length of time of production, because of this the team of author create a tool from *jig and fixture* concept. The tool will be made from steel st 42 is shaped like a pipe with a steer hole at the top. This tool will consist of several components, that is Steering Drill , Stand , Sleeves player, crank.

Planing process begins with flow analysis process, calculates of production *Jig and Fixture*, *Jig and Fixture* testing until finally *Jig and fixture* make 8 holes in the *chuck arbor*. *Jig and Fixture* use solidwork for design, whereas Drilling theory and Welding theory are used for calculate of production *Jig and Fixture*.

As the result from research obtained *Jig and Fixture* very easy and flexible to use and help us doing the slantwise drilling process, such drilling on making holes in the *chuck arbor*, and *Jig and Fixture* make 8 holes in the *chuck arbor* without having to calculate the size and distances between holes on the *chuck arbor* again.

Keywords: *Arbor, Jig and Fixture, Slantwise drilling, efficiency*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Optimalisasi merupakan sebuah langkah peningkatan daya guna dari sebuah alat, termasuk dalam hal permesinan. Mesin bor merupakan salah satu mesin perkakas yang dapat dioptimalkan fungsinya.

Pada proses pengeboran dengan menggunakan mesin bor duduk, diperlukan *chuck bor* atau *arbor* yang berfungsi sebagai dudukan atau pemegang mata bor. *Arbor* sendiri merupakan bagian external dari mesin bor itu sendiri, jadi di perlukan suatu pemegang pada mesin bor untuk menempatkan atau memegang *arbor* .

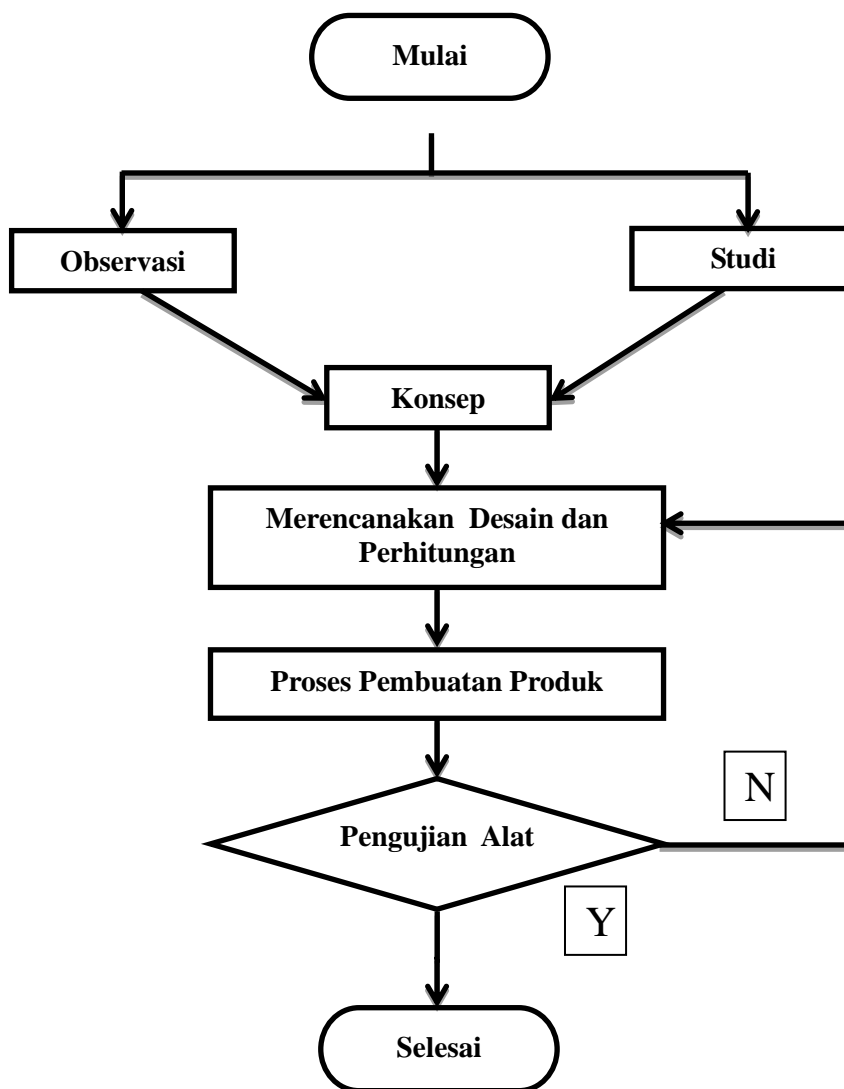
Arbor merupakan tempat dudukan mata bor atau pisau yang di putar oleh spindle. *Arbor* sendiri nanti akan berpasangan dengan sebuah *chuck* agar dapat terhubung dengan mesin. Terdapat macam – macam jenis *chuck arbor*, dilihat dari cara pencengkamannya pada mesin, salah satu nya *arbor*

yang pencengkaman nya menggunakan besi bulat padat yang akan mencengkram pada lubang chuck arbor. Lubang – lubang yang akan di cengkam ini memiliki ukuran lubang dengan diameter 8 [mm].

Chuck Arbor yang kebanyakan beredar di industry memiliki bentuk seperti kerucut terpancung, baik itu dengan ukuran yang relative panjang maupun pendek. Karena bentuknya yang berupa bidang bulat yang memiliki kemiringan yang tertentu inilah pembuatan lubang pencengkam pada chuck arbor harus memerhatikan tingkat kepresisian yang tinggi. Untuk itu di perlukan sebuah alat bantu yang mampu mengarahkan dan berupa penyangga pada saat proses pembuatan lubang pencengkam. Atas dasar kebutuhan akan adanya alat bantu itulah kami akan membuat alat bantu yang berkonsepkan dari jig and fixture. Untuk itu kami mengajukan tugas akhir dengan judul Rancang Bangun jig and Fixture untuk Membuat Lubang Pencengkam pada Chuck Arbor.

II. METODE

Pada bagian ini akan dijelaskan secara detail perencanaan dan pembuatan jig and fixture, seperti yang dijabarkan dibawah ini



Gambar 1. Flow Chart Metodologi

1. Teknik Pengumpulan Data

a) Teknik Observasi Langsung

Teknik pengumpulan data dengan observasi langsung adalah pengamatan langsung terhadap objek maupun subjek penelitian untuk mendapatkan data. Dengan cara pengamatan langsung peneliti dapat mencatat segala sesuatu kejadian yang sedang terjadi pada saat proses pembelajaran berlangsung. Dari pengamatan langsung peneliti dapat memperoleh data dan informasi dari subjek, baik yang tidak dapat berkomunikasi secara verbal atau yang tidak mau berkomunikasi secara verbal.

b) Studi Literatur

Teknik pengumpulan data dengan mencari dan mempelajari bahan pustaka yang berkaitan dengan segala permasalahan mengenai perencanaan jig and fixture ini yang diperoleh dari berbagai sumber antarkana lain buku, karya ilmiah dan survey mengenai komponen –komponen yang terkait dipasaran.

c) Perencanaan dan perhitungan Desain Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan mempertimbangkan data yang diperoleh (konsep) dari studi literatur dan observasi langsung. Pada pembuatan alat ini mempertimbangkan perhitungan gaya pengeboran, gaya pengelasan, gaya penguncian oleh pin yang akan terjadi pada Selongsong dan chuck arbor.

d) Pembuatan jig and fixture

Dari hasil perencanaan dan perhitungan dapat diketahui spesifikasi dari bahan maupun dimensi dari komponen yang diperlukan pada pembuatan jig and fixture. Dari komponen yang di buat kemudian dilakukan perakitan agar alat yang sesuai dengan desain yang telah di rencanakan.

e) Pengujian Alat

Setelah *jig and fixture* selesai dibuat, maka akan dilakukan pengujian terhadap *jig and fixture*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah *jig and fixture* yang diujikan telah mengoptimalkan kinerja dalam proses pengeboran pada lubang pengecam chuck arbor. Pengujian ini juga digunakan untuk mengidentifikasi beberapa kelemahan yang dimiliki oleh *jig and fixture* yang harus diperbaiki dalam proses penentuan dan pengembangan konsep, agar terbentuknya alat bantu yang lebih sempurna.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

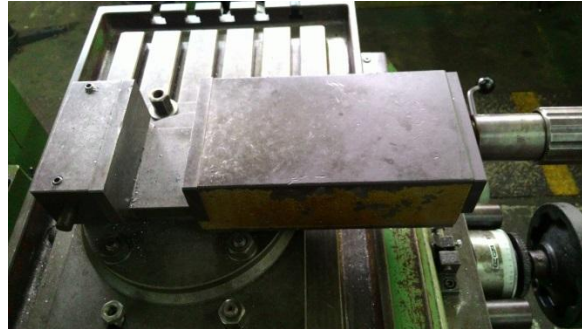
Permasalahan yang terjadi saat pembuatan lubang pada chuck arbor adalah keterbatasan alat yang digunakan yaitu hanya pengecam ragam yang ada di Politeknik Negeri Jakarta. Pengecaman ragam dalam pembuatan lubang pengecam pada chuck arbor hanya bisa mengerjakan 1 lubang dari 8 lubang dengan menghitung lagi ukuran dan jarak-jarak antar lubang pada chuck arbor. Sedangkan alat yang kami buat mampu membuat 8 lubang yang ada pada chuck arbor tanpa harus menghitung lagi ukuran dan jarak-jarak antar lubang pada chuck arbor. maka solusi yang kami berikan adalah mengganti ragam dengan jig and fixture pembuat lubang pengecam chuck arbor. Dengan pergantian ini, diharapkan didapatkan kelebihan-kelebihan yang tidak dimiliki oleh ragam, yaitu :

1. Pergerakan mata bor yang lebih terarah dan konstan.
2. Mendapatkan ketetapan ukuran dan keseragaman ukuran benda kerja.
3. Tidak perlu mengatur kemiringan bor pada saat mengebor chuck arbor.
4. Lebih Presisi dan akurat dalam pengeboran lubang pengecam chuck arbor.
5. Mengurangi beban kerja fisik operator yang mengerjakan lubang pengecam arbor.
6. jig and fixture yang dioperasikan lebih mudah dan cepat oleh operator awam sekalipun.

Perbandingan ragam dengan *jig and fixture* pembuat lubang pengecam chuck arbor.

2. Ragum

Secara umum, ragum berfungsi sebagai alat untuk menjepit benda kerja yang akan dikikir, dipahat, ditap, dimilling dan lain-lain. Dengan memutar tangkai (handle) ragum, maka mulut ragum akan membuka dan melepas benda kerja yang sedang dikerjakan. Di bengkel mesin CNC Politeknik Negeri Jakarta, ragum dipakai untuk membantu proses produksi, khususnya pada pembuatan lubang pencekam chuck arbor.



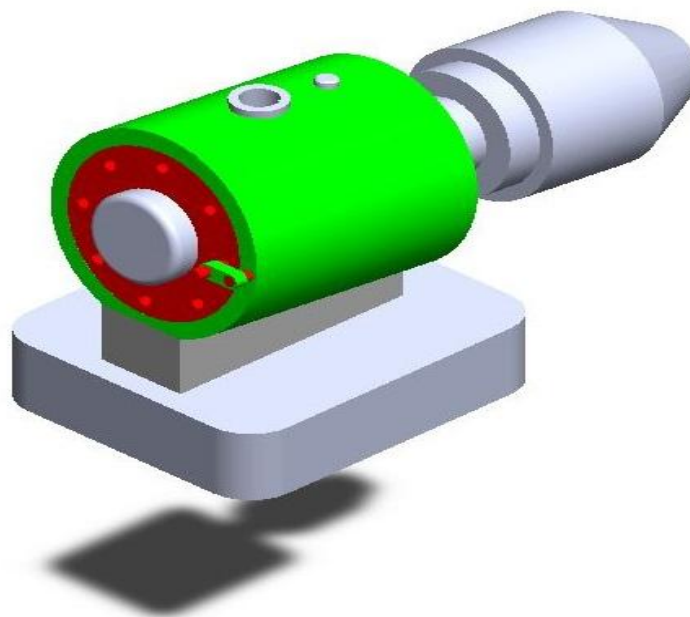
Gambar 2. Ragum drilling pada workshop Mesin PNJ

Namun, ragum putar ini memiliki kelemahan, diantaranya yaitu:

1. Memegang benda kerja kecil dengan ragum yang relatif besar.
2. Mengandalkan kekuatan tangan sebagai gaya untuk memutar engsel.
3. Jika gaya putar yang diberikan terlalu besar menyebabkan rusaknya benda kerja, tetapi jika terlalu kecil benda kerja bisa terlempar.
4. Besar kemungkinan cutter bor menabrak bagian ragum.

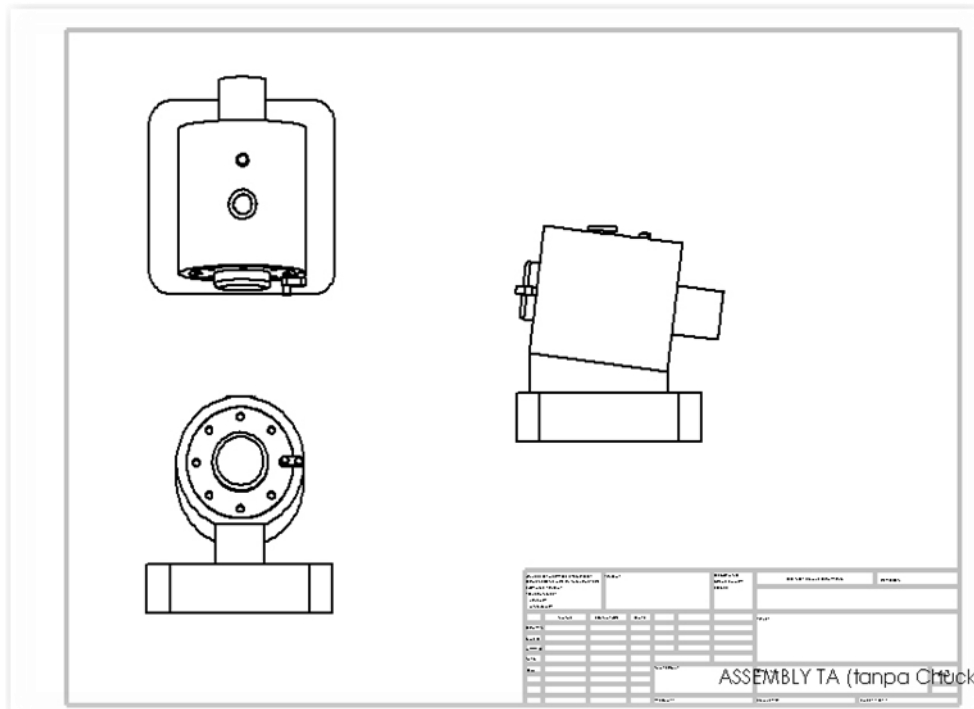
3. Jig and Fixture pembuat lubang pencekam chuck arbor

Jig and fixture pembuat lubang chuck arbor mempunyai fungsi khusus dalam membantu proses pembuatan lubang pencekam pada chuck arbor. Pada lubang locator terdapat banyak lubang-lubang yang dimana lubang-lubang tersebut memiliki bilangan kelipatan yang sudah mempunyai standar yang sesuai dengan lubang pencekam chuck arbor. Berikut ini adalah gambar dari jig and fixture pembuat lubang pencekam pada chuck arbor :

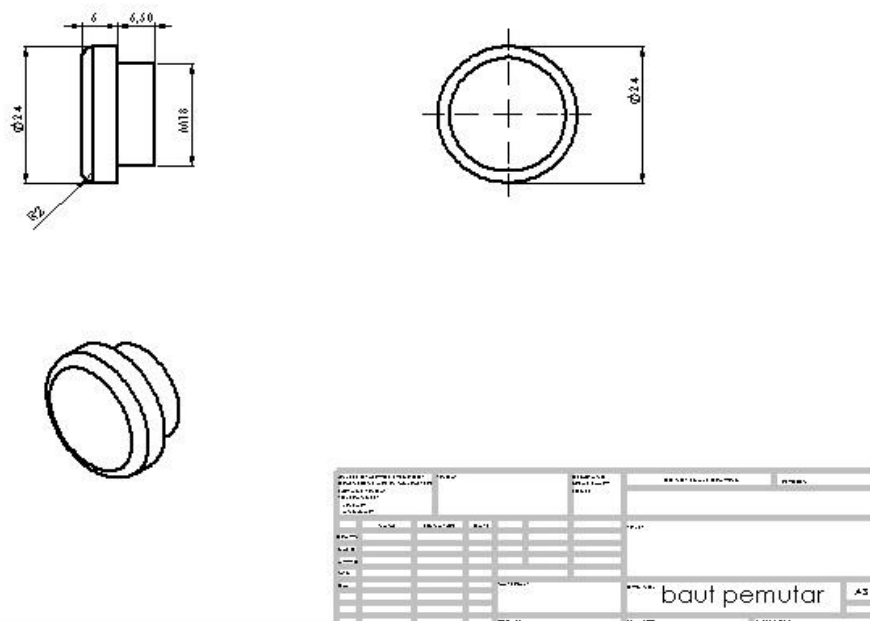


Gambar 3. pandangan isometrik dari jig and fixture pembuat lubang pencekam pada chuck arbor dengan menggunakan Solidwork

Maka dimensi jig and fixture pembuat lubang pencekam pada chuck arbor yang akan kami buat adalah sebagai berikut :



Gambar 4. pandangan Atas, depan dan samping pada assembly jig and fixture dengan menggunakan Solidwork



Gambar 5. pandangan atas, samping dan isometrik dari baut pemutar dengan menggunakan Solidwork
Konsep kerjanya adalah benda kerja atau part yang akan dikerjakan dimesin bor duduk, diletakkan ke dalam fixture yang berupa selongsong pemutar, kemudian di kunci pada dudukan dengan menggunakan pin. Selanjutnya jig and fixture yang kami buat diletakkan di mesin bor duduk. Setelah itu arahkan mata bor pada lubang bushing. Untuk membuat lubang berikutnya dengan cara memutar engkol putarnya

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari analisa penggunaan jig and fixture setelah dibandingkan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Mengurangi ongkos produksi dengan memperpendek waktu proses dan waktu penyettingan
2. Meningkatkan efesiensi penggunaan alat / mesin
3. Meniadakan kesalahan pengerjaan (reject)
4. Lebih aman dalam penggunaannya ketimbang dengan ragum biasa
5. Dapat digunakan oleh orang awam sekalipun

Saran

1. Untuk memperpanjang umur pemakaian *jig and fixture* ini sebaiknya diberikan pelumas ketika dalam kondisi tidak beroperasi.
2. Dari segi konstruksi sebaiknya rangka *jig and fixture* dibuat lebih kuat dan kokoh untuk mengurangi besarnya tekanan dan getaran yang ditimbulkan oleh bor duduk.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ghosh A., Asok K. M., Manufacturing science. New Delhi: Affiliated EWP,1985.
- [2] Groover, Mikell P, Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and system 4th edition. USA: John Wiley and Sons, 2010.
- [3] Hoffman, Edward G., *jig and fixture* Design. New york: Delmar Publisher, 1996.
- [4] Krar, Step, Arthur Gill, Pter Smid, Technology of Machine Tools. New York: McGraw-Hill, 2007.
- [5] Moltrecht, Karl Hana, Machine Shop Praticce Volume 1. New York: Industrial Press Inc., 1981.

Rancang bangun alat untuk mencegah terjadinya *overflow* di *bottom bucket elevator*

Yara Gansar Prasetya¹, Azwardi²

1.Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen

2.Politeknik Negeri Jakarta Teknik Mesin

prasetyayara@gmail.com

Abstrak

Dalam proses alir material dari penampung semen menuju wadah pencurah diterapkan sistem kontrol yang berupa sistem penyambungan antara besar daya (Watt) *bucket elevator* dan besar pembukaan *proportional gate 2*. Selain itu juga terdapat sensor tinggi material di bawah alat *bucket elevator* yang terhubung dengan pembukaan *proportional gate 1* dan kipas *airslide*. Namun sepanjang tahun 2014 terjadi masalah aliran material berlebih dibawah *bucket elevator* sebanyak 54x yang berdampak kerugian sebesar Rp 3.357.504 /*overflow*

Oleh karena itu, perlu dilakukan rancang bangun alat untuk mencegah aliran material berlebih di bawah *bucket elevator* yang dipasang di *airslide*. Alat tersebut terdiri dari sensor jarak dan target besi yang terhubung dengan indikator tinggi yang berada di dalam *airslide* sebagai bagian utamanya.

Cara kerja alat yaitu saat level material di *airslide* tinggi atau aliran berlebih, maka alat bekerja dan memerintahkan *proportional gate 1* untuk menutup. Setelah tinggi material normal, maka *proportional gate 1* akan langsung membuka kembali. Sehingga dampak setelah rancang bangun dapat mencegah terjadinya aliran material berlebih dan mengoptimalkan proses produksi semen.

Kata kunci: sistem kontrol, *propotional gate*, *bucket elevator*, *overflow*, *interlock*

Abstract

On transport material process from cement silo until feed bin is applied control system such as interlock system between high bucket elevator power (Watt) and high proportional gate 2 opening. Beside that, there is material level sensor bottom bucket elevator that interlock with propotional gate 1 and fan *airslide*. However, during 2014 is happened overflow material problem bottom bucket elevator as many as 54x that is made financial loss Rp 3.357.504 / overflow .

So that, tool plan build for avoid overflow material bottom bucket elevator must be done. The main tool consist proximity switch and metal target that connected level indicator inside *airlide*.

Working principle of tool, if material level in *aislide* is high, tool will work to close proportional gate 1. And then, when material level is normal, proportional gate 1 will open again. So that it can avoid overflow material happened dan production cemen process is optimal.

Keywords: control system, *propotional gate*, *bucket elevator*, *overflow*, *interlock*

I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Dalam proses transport material dari silo menuju feed bin diterapkan sistem kontrol yang berupa interlock antara besar power bucket elevator dan besar pembukaan proportional gate 2. Pada saat power bucket elevator meningkat atau semakin tinggi maka pembukaan proportional gate 2 akan menurun atau berkurang. Tujuannya adalah untuk membatasi material yang mengalir menuju bucket elevator, supaya bucket elevator tidak terbebani. Selain itu juga terdapat sensor material level di bottom bucket elevator yang interlock dengan pembukaan proportional gate 1. Pada saat material di bottom bucket elevator terlalu banyak maka akan mengaktifkan sensor material level. Dengan aktifnya sensor material level maka akan menutup proportional gate 1 secara sempurna sehingga material berhenti mengalir. Selain itu aktifnya sensor material level bottom bucket elevator dapat menghentikan kerja *airslide fan* yang bertujuan material yang ada di *airslide* tidak mengalir menuju bottom bucket elevator. Semua sistem kontrol tersebut bertujuan untuk menjaga kestabilan operasi dan proses aliran material di packhouse Cilacap. Namun berdasarkan data sepanjang tahun 2014 telah terjadi masalah overflow material sebanyak 54x .

Masalah tersebut sangat mengganggu proses produksi semen di packhouse, karena masalah tersebut dapat menyebabkan :

- a) Komponen-komponen bucket elevator rusak.

- b) Overload material di bottom bucket elevator.
- c) Proses produksi dan operasi equipment kurang optimal.
- d) Transport material semen terganggu.

Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan cara mengatasi masalah tersebut dan efektifitas metode pemecahan masalah tersebut. Sehingga dapat mencegah terjadinya overflow material dan mengoptimalkan proses produksi semen.

Landasan teori

Proximity sensor merupakan perangkat yang mendeteksi keberadaan dan kedekatan obyek baik berupa logam maupun non logam. Proximity hanya mendeteksi "keberadaan" dan tidak memberi "kuantitas" dari obyek. Maksudnya, jika mendeteksi logam maka keluaran dari detektor hanya "ada" atau "tidak ada" logam. Proximity tidak memberikan informasi tentang kuantitas logam seperti jenis logam, ketebalan, jarak, suhu dll. Jadi hanya "ada atau tidak ada" logam. Juga sama untuk non logam. Proximity untuk logam biasanya dengan "inductive proximity" sedang untuk non logam dengan "capacitive proximity". (IFM electronic catalogue)

Proportional gate adalah berupa valve atau sama fungsinya seperti kran. Cara kerjanya yaitu membuka atau menutup yang digerakan oleh motor. Dalam pabrik semen digunakan untuk mengalirkan dan menghentikan proses aliran material.(buku besar holcim)

Airslide terdiri dari pipa persegi yang terbuat dari baja yang ringan. Poros dari pipa ini membagi pipa menjadi dua bagian, ruangan atas dan ruangan bawah. Udara disuplai dari air blower ke ruangan bawah pipa. Udara yang mengalir ke bagian bawah ini akan melewati poros pipa dan mengalirkan semen yang ada di ruangan atas pipa. Pengaliran material diumpankan dan dikosongkan melalui satu ujung inlet dan outlet atau secara bersamaan melalalui beberapa ujung. (Duda, 1984)

Bucket elevator digunakan untuk pengangkutan material atau semen secara vertikal terdiri dari rangkaian bucket yang ditumpuk pada suatu chain atau belt dan dua buah katrol yang terletak di atas dan di bawah yang digerakan menggunakan sebuah motor. Bucket elevator memungkinkan suatu material yang kasar atau berat dapat dibawa secara vertikal. (Duda, 1984)

II. EKSPERIMEN

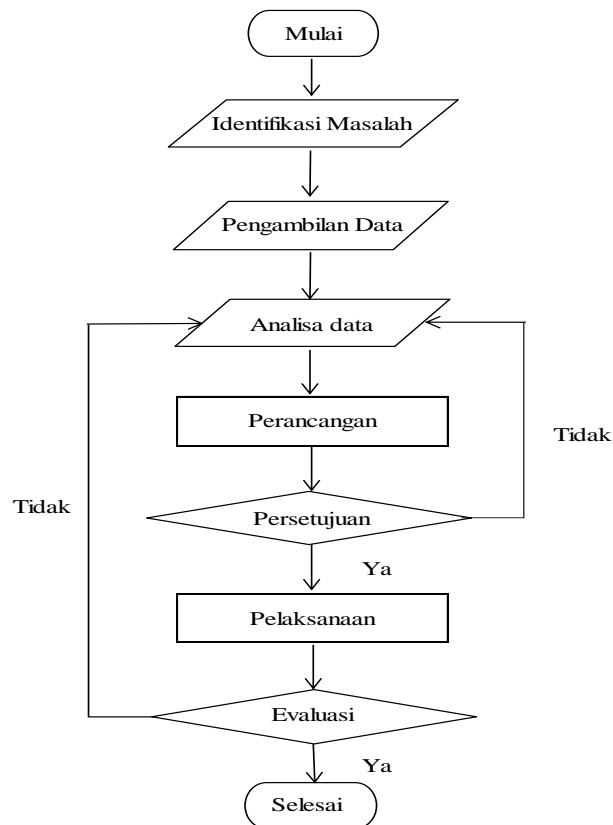
Mempelajari proses aliran material dan sistem kontrol yang sudah ada dalam proses aliran material dari *silo* semen hingga *bucket elevator* serta diskusi dengan para *expert* di Cilacap plant. Didapatkan penyebab-penyebab terjadinya masalah overflow yaitu:

1. Sensor material level di *bucket elevator* rusak, dimana seharusnya jika terjadi *overflow*, maka *air slide fan* akan berhenti bekerja, sampai material di *bottom bucket elevator* terangkut baru *air slide fan* bisa di-start lagi
2. Adanya material berlebih yang ada di *airslide*, karena *level bin silo* abnormal sehingga material di *bin overflow* dan mengalir ke *air slide* melalui *duct pipe*, ditambah lagi pengisian material *reject* dari *bulk*.
3. Saat sensor material level meng-*interlock* dan menutup *proportional gate*, masih ada kelebihan sisa material di *airslide*



Gambar 1. Dampak *overflow*

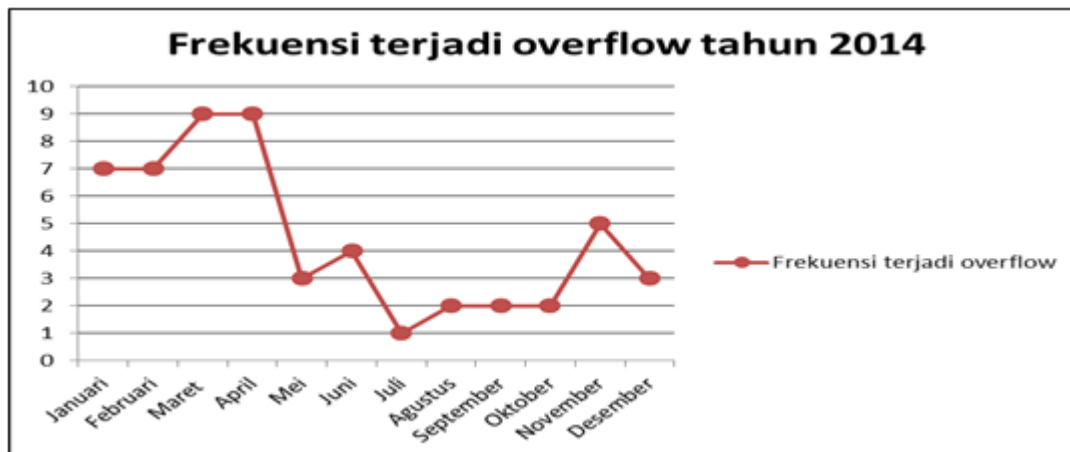
Pembuatan alat pencegah *overflow* dibuat dengan *proximity switch* sebagai sistem kontrol mencegah aliran berlebih. Dalam pelaksanaannya faktor metodologi memegang peranan penting guna mendapatkan data yang obyektif, valid dan selanjutnya digunakan untuk memecahkan permasalahan yang telah dirumuskan. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pada tugas akhir ini adalah:



Gambar 2. Flowchart metodologi pelaksanaan

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisa menyatakan masalah overflow masih sering terjadi, menurut data hasil analisa mengungkapkan bahwa frekuensi masih tinggi. Pengambilan data frekuensi *overflow* mulai dari awal januari 2014 hingga akhir tahun 2014 mencatat dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 3 Frekuensi *overflow* tahun 2014

Hasil perhitungan total massa setiap terjadi *overflow* dalam bentuk tabel merupakan perhitungan antara massa jenis semen dengan volume *overflow*. Berikut adalah tabel perhitungan total massa *overflow* semen :

Tabel 1 Hasil perhitungan massa semen tiap *overflow*

Deskripsi	Satuan	Jumlah
Massa jenis semen	gram/cm ³	2.9
Volume overflow	cm ³	864000
Massa semen / overflow	gram	2505600

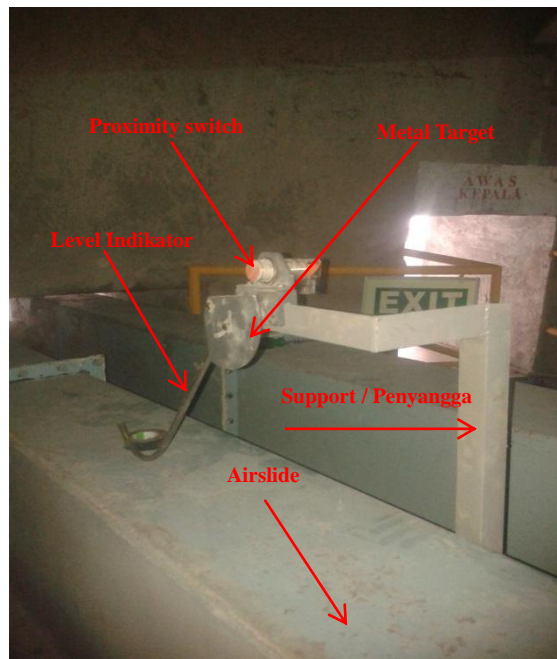
Setelah mendapatkan nilai dari massa total semen, kita dapat menghitung besarnya kerugian akibat tiap kali terjadi *overflow*. Berikut adalah tabel perhitungan kerugian akibat *overflow* sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil perhitungan kerugian tiap terjadi *overflow*

Deskripsi	Satuan	Jumlah
Harga semen /50 kg	Rp	67000
Massa semen / overflow	gram	2505600
Total kerugian / over flow	Rp	3357504

Setelah Melakukan proses analisis, maka diputuskan menginstalasi alat pencegah overflow yang sangat bermanfaat untuk mencegah atau mengurangi frekuensi terjadi overflow di bottom bucket elevator. Komponen utama alat ini terdiri dari proximity switch serta metal target yang terhubung dengan level indikator untuk mengetahui level atau flow material di airslide. Cara kerja alat ini yaitu ketika terdapat aliran berlebih di airslide maka level indikator akan bergerak sehingga menggerakkan metal target hingga men-sensing proximity switch, ketika proximity switch ter-sensing maka akan mengubah nilai output dari proximity atau dari normally close menjadi normally open. Dengan kata lain jika terjadi aliran berlebih maka akan menutup proportional gate 1. Sehingga menyebabkan tidak terjadi overflow material di bottom bucket elevator dan proses aliran material optimal.

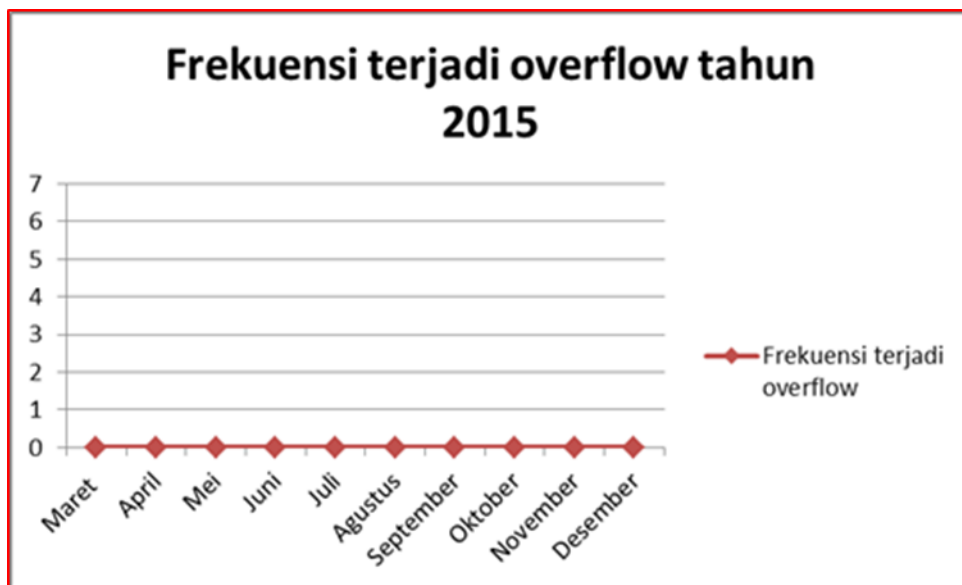
Berikut adalah gambar instalasi alat pencegah overflow dan hasil evaluasi setelah adanya rancang bangun :



Gambar 4 Instalasi alat pencegah *overflow*



Gambar 5 *Bottom bucket elevator* saat tidak terjadi *overflow*



Gambar 6 Frekuensi overflow setelah rancang bangun

IV. KESIMPULAN

- a) Masalah *overflow* menyebabkan banyaknya ceceran material di *bottom bucket elevator* sehingga diperlukan tindakan *reject material* untuk ikut proses produksi semen, dengan kata lain *overflow* mengganggu kestabilan proses produksi semen. Serta tiap kali terjadi *overflow* menyebabkan kerugian sebesar Rp 3.357.504
- b) Setelah rancang bangun alat untuk mencegah *overflow* di *bottom bucket elevator*, frekuensi *overflow* di *bottom bucket elevator* berkurang. Yang mana sepanjang tahun 2014 mengalami total 54x *overflow* sedangkan setelah rancang bangun *overflow* tidak terjadi lagi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, "Filosofi Dasar Sistem Kontrol", Indonesia: 2008.
- [2] Loren Cook Company, "Handbook for Mechanical Designer, Engineering Cookbook, 2nd Edition", Springfield, 1999.
- [3] Arikunto, Suharsimi, Prof. Dr., Prosedur penelitian Suatu Pendekatan Praktek, Rineka Cipta, Jakarta.
- [4] Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. "Electronics Course V (Measurement and Control Engineering)", Germany, 2001.
- [5] Anonim, Training Manual No. 1: Limit Switches, ABB.
- [6] Anonim, "Housekeeper Logbook Packhouse Area", PT.Jala Donan Lumintu, Cilacap, 2014.
- [7] IFM Electronic, Proximity Switch Catalouge

Analisa penggunaan bahan bakar alat berat departemen produksi pt holcim pabrik tuban

Angelia Lady Soekarnoizmy¹; Rudi Edial²

1. Jurusan TeknikMesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, PoliteknikNegeri Jakarta

2.TeknikMesin, PoliteknikNegeri Jakarta

angelialady03@gmail.com

Abstrak

Semua alat berat yang ada di departemen produksi diperoleh dengan cara menyewa dari jasa sewa alat dan operator. Penggunaan bahan bakar perlu diperhatikan karena membutuhkan biaya tambahan untuk mendapatkannya. Diperlukan evaluasi terhadap kegiatan pengisian bahan bakar dan juga konsumsi bahan bakar alat berat yang beroperasi apakah sudah sesuai atau tidak. Untuk menghindari kesalahan laporan konsumsi bahan bakar dan sebagai alat kontrol terhadap pemakaian serta kinerja peralatan diperlukan *logbook* untuk setiap alat. Analisa pada tugas akhir ini difokuskan pada pemakaian bahan bakar alat berat *wheel loader dan forklift* yang memiliki jam operasi cukup padat. Pengambilan data akan dilakukan secara langsung saat proses pengisian bahan bakar selama dua bulan. Dari hasil analisa konsumsi bahan bakar *wheel loader mencapai* 10,98 l/h sedangkan untuk *forklift* 2,11 l/h dan 4,74 l/h. Secara umum alat berat yang berada di departemen produksi masih dalam keadaan baik karena memenuhi standar yaitu 11,5 -14,8 l/h untuk *wheel loader* , 2,4 l/h untuk *forklift* 3 ton, 13,9 l/h untuk *forklift* 7 ton. Faktor perawatan, usia, beban kerja alat dan juga perilaku operator menjadi pertimbangan dalam tugas akhir ini.

Kata kunci : *Material Handling*, Alat berat, konsumsi bahan bakar, catatan harian

Abstract

All the heavy equipment in the production department obtained by renting of equipment. The consumption of fuels need to be considered because it requires an extra fee to get it. Evaluate the activities of refueling and the fuel consumption of heavy equipment whether it is appropriate or not. To avoid the error report and as a control of performance of the equipment required logbook for each appliance. Analysis of this final report is focused on fuel consumption of heavy equipment wheel loaders and forklifts that have tight working hours. Collecting data will be take directly during the process of refueling for two months.From the analysis wheel loader fuel consumptions are 10,98 l/h and 9.6 l/h and for forklift are 2.11 l/h, 4.53 l/h, and 4.74 l/h. All the equipments in production department is in good condition generally, it because appropriate with standard 11.5-14.8l/h for wheel loader, 2.4 l/h for forklift 3 ton, 13.9 l/h for forklift 7 ton. Maintenance activities, ages,load, and operator factors are considerations in this final project.

Key words : Material handling,heavy equipment, fuel consumption, logbook

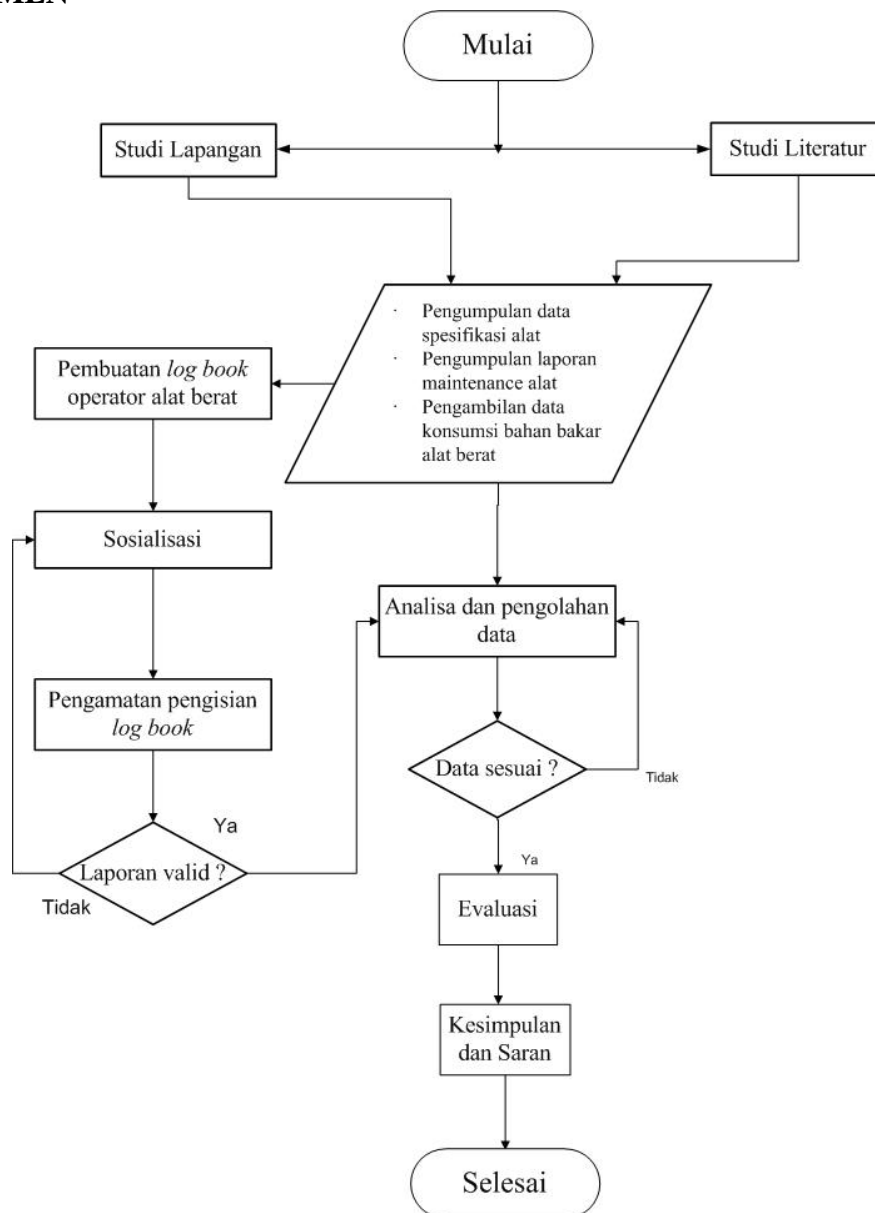
I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Kegiatan material handling merupakan prioritas konsentrasi suatu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur. Hal tersebut dikarenakan 20%-25% dari total manufacturing labor dikeluarkan perusahaan untuk kegiatan material handling[1]. Material handling merupakan non-value added activity, yaitu kegiatan yang tidak menghasilkan produk baru atau output namun kegiatan ini penting untuk dilakukan oleh perusahaan, karena material perlu dipindahkan untuk proses selanjutnya[2]. Pelaksanaan material handling khususnya di pabrik semen perlu dilakukan karena memiliki beberapa manfaat diantaranya, mampu memperlancar proses distribusi material dan juga proses produksi, membantu meningkatkan keselamatan kerja para pekerja, dan juga menghemat waktu kerja. Di PT Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Tuban khususnya departemen produksi, memiliki lima varied path equipment utama untuk material handling.

Penggunaan bahan bakar untuk alat berat selama ini belum pernah dilakukan evaluasi apakah sesuai dengan standar atau tidak. Berdasarkan uraian masalah diatas penulis ingin melakukan analisa kebutuhan bahan bakar dan aktifitas sehari-hari dari alat berat untuk mengetahui performa alat selain itu diharapkan dapat memberikan rekomendasi operasi alat berat agar lebih efektif.

II. EKSPERIMEN



Gambar 1. Diagram alir pembuatan tugas akhir

Studi lapangan

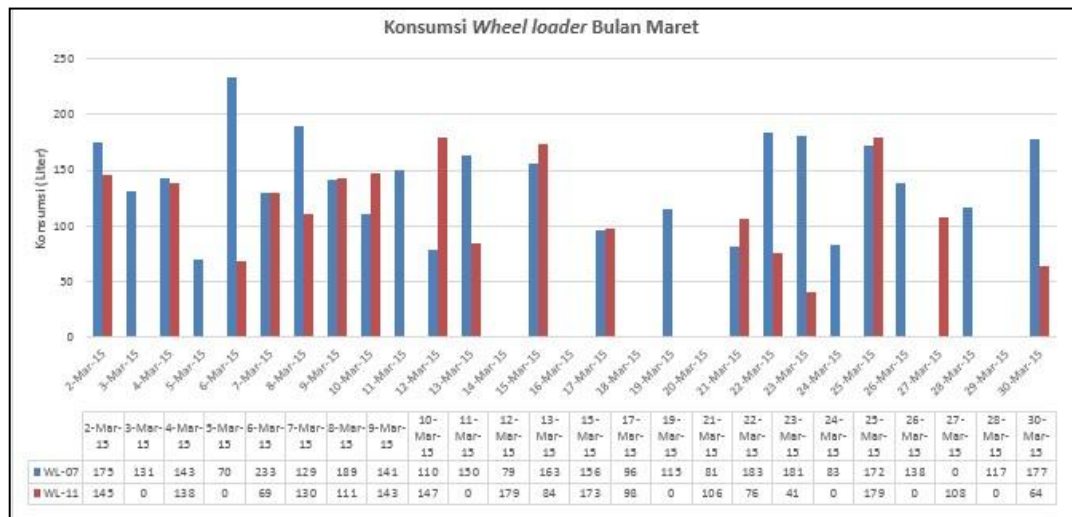
1. Pada proses ini dilakukan pengamatan langsung ke lapangan saat pengisian bahan bakar dan juga aktifitas yang di kerjakan oleh alat berat sehari-sehari dilapangan.
2. Studi literatur
3. Mempelajari dan mencari referensi terkait *material handling* pada industri manufaktur, dan juga *managemen* alat berat. Serta mencari referensi terkait konsumsi bahan bakar pada alat berat.
4. Pengumpulan data
5. Pada tahap pengumpulan data, penulis akan mengumpulkan berbagai macam data yang diperlukan untuk pembuatan tugas akhir. Data yang dikumpulkan merupakan data primer dan data sekunder
6. Pembuatan *logbook* untuk operator
7. *Logbook* merupakan catatan harian yang nantinya akan diberikan ke masing-masing alat berat untuk diisi setiap operator yang mengoperasikan alat. Dalam buku ini akan berisikan aktifitas, jam mulai kerja, item pekerjaan yang dilakukan, serta HM saat mulai bekerja dan HM saat pekerjaan selesai dilakukan

8. Pengolahan data
9. Data yang terkumpul akan diolah dan dianalisa untuk kemudian di validasi kebenarannya. Pengolahan data meliputi perhitungan konsumsi bahan bakar, juga validasi laporan *log book*, evaluasi pelaksanaan *maintenance* alat, evaluasi spesifikasi peralatan, komparasi perhitungan aktual dan juga standar konsumsi bahan bakar.
10. Kesimpulan dan saran
11. Setelah dilakukan pengolahan dan analisa data, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian ini. Selain itu akan diberikan saran apabila dibutuhkan untuk optimalisasi penggunaan alat berat dan efektifitas konsumsi bahan bakar.

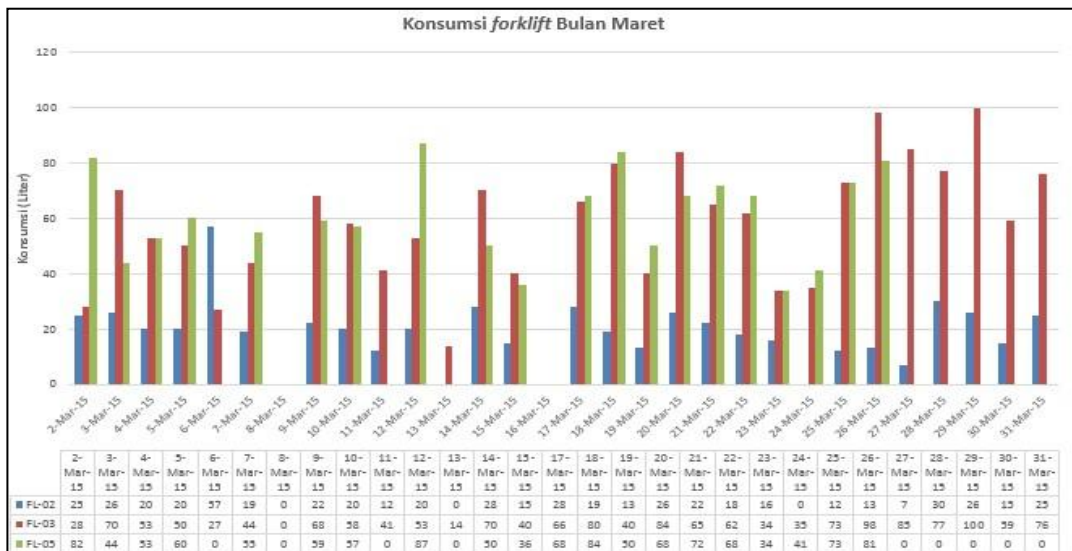
III.HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengambilan data konsumsi bahan bakar alat

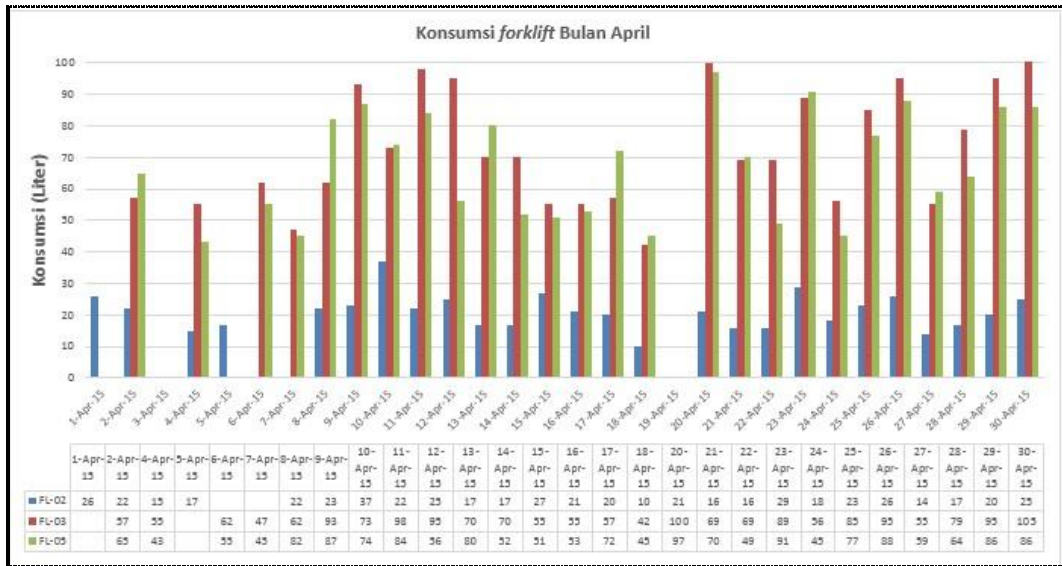
Setelah dilakukan pengambilan data konsumsi bahan bakar selama dua bulan di perolah data sebagai berikut,



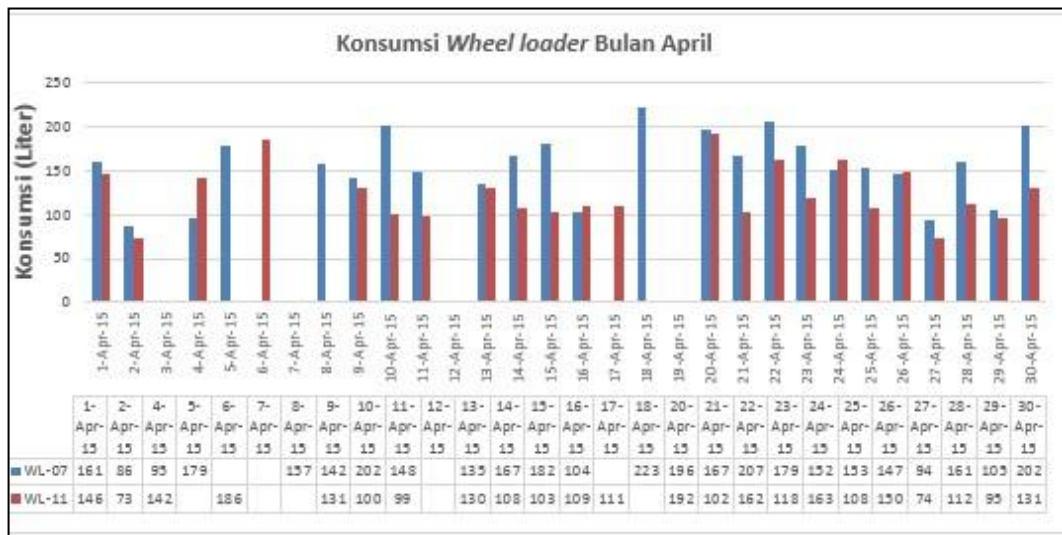
Gambar 2. Gambar konsumsi bahan bakar *wheel loader* Bulan Maret



Gambar 3. Gambar konsumsi bahan bakar *forklift* Bulan Maret



Gambar 4. Gambar konsumsi bahan bakar forklift Bulan April



Gambar 5. Gambar konsumsi bahan bakar wheel loader Bulan April

2. Komparasi aktual dan standar konsumsi bahan bakar

Dari data pemakaian bahan bakar selama dua bulan terakhir dapat kita rangkum sebagai berikut,

Tabel 1. Tabel komparasi konsumsi bahan bakar alat berat

No	Nama Alat	Bulan	Rata-Rata Penggunaan (l/h)	Standar Pemakaian
1	WL-07	Maret	10,23	11.5-14.8
		April	10,38	11.5-14.8
2	WL-11	Maret	8,89	11.5-14.8
		April	9,54	11.5-14.8
3	FL-02	Maret	2,09	2.4
		April	1,98	2.4
4	FL-03	Maret	4,34	13.9
		April	4,52	13.9
5	FL-05	Maret	3,87	13.9
		April	4,15	13.9

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa semakin tua usia alat maka pemakaian bahan bakar juga mengalami peningkatan. Pada *wheel loader* dengan tipe yang sama dan dengan usia yang berbeda WL-07 mengkonsumsi bahan bakar lebih banyak. Sedangkan untuk *forklift* meskipun usia kendaraan sama namun kebutuhan bahan bakarnya berbeda. Hal itu disebabkan oleh jam operasi alat.

Tabel 2. Tabel konsumsi bahan bakar WL-07

Tanggal	Jumlah yang isi (liter)	Jam Operasi	Konsumsi(l/h)
22-Apr-15	162	17	9,529411765
24-Apr-15	163	17	9,588235294

Tabel 3. Tabel konsumsi bahan bakar WL-11

Tanggal	Jumlah yang isi (liter)	Jam Operasi	Konsumsi (l/h)
20-Apr-15	196	17	11,52941176
30-Apr-15	202	17	11,88235294

Dari dua tabel diatas dapat diketahui bahwa untuk mengangkat material yang sama dengan jam operasi yang sama pula konsumsi bahan bakar WL-07 lebih banyak dari ada WL-11 . Selisih pengisiannya 34 sampai 39 liter.

3. Faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar

Dari hasil komparasi dapat diketahui bahwa pemakaian bahan bakar alat berat masih memenuhi standar dari pabrik pembuatnya. Meskipun jam operasi alat yang padat. Hal itu dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya,

Perawatan mesin kendaraan

Perawatan mesin kendaraan merupakan kegiatan yang bertujuan untuk merawat bagian – bagian dari mesin atau peralatan sebelum terjadi kerusakan atau kegagalan fungsi yang mengakibatkan terganggunya operasi kendaraan. Perawatan kendaraan dapat dilakukan setiap hari dan dalam periode tertentu sesuai dengan standar pabrik pembuatnya. Saat ini aktifitas perawatan kendaraan dilakukan setiap hari. Dan perawatan setiap menurut jam operasi kendaraan. Untuk item pengecekan pada wheel loader dan forklift sudah memenuhi standar. Namun ada beberapa item yang perlu ditambahkan.

Tabel 4. Tabel perawatan alat berat

Description	Service per HM							
	250hm	500hm	750hm	1000hm	1250hm	1500hm	1750hm	2000hm
Lubricants								
Engine oil	v	v	v	v	v	v	v	v
Transmisi oil				v				v
Hydraulic oil								v
Brake fluid				v				v
Replacement part								
Hydraulic Filter (atas)		v		v		v		v
Transmission Filter		v		v		v		v
Hydraulic Filter (bawah)		v		v		v		v
Fuel Filter	v	v	v	v	v	v	v	v
Water Sapartor		v	v	v	v	v	v	v
Oil filter engine	v	v	v	v	v	v	v	v
Air Filter kecil				v				v
Air Filter besar				v				v
Air conditional (AC)								
freon			v			v		
dryer			v			v		
termostar			v			v		

Setelah melakukan evaluasi terhadap kegiatan perawatan yang ada saat ini, terdapat dua item perawatan yang dapat ditambahkan pada kegiatan perawatan sesuai dengan rekomendasi dari pabrik pembuatnya.

Tabel 5. Tabel perawatan alat berat

Hours	Checked Points	Actions	Realization
250	-Brake Accumulator	Test	x
	-Braking System	Check	v
	-Differential and Final Drive Oil Level	Check	v
	-Drive Shaft Spline (Center)	Lubricate	v
	-Engine Oil (High Speed) and Oil Filter	Change	v
	-Quick Coupler	Lubricate	v
	-Engine Oil and Filter	Change	v
	-Steering Column Play	Check	v
500	-Differential and Final Drive Oil Sample	Check	v
	-Engine Crankcase Breather	Clean	v
	-Engine Oil (High Speed) and Oil Filter	Change	v
	-Engine Oil and Filter	Change	v
	-Fuel System Primary Filter (Water Separator) Element	Replace	v
	-Fuel System Secondary Filter	Replace	v
	-Fuel Tank Cap and Strainer	Clean	v
	-Hydraulic System Biodegradable Oil Filter Element	Replace	v
	-Hydraulic System Oil Filter	Replace	v
	-Hydraulic System Oil Sample	Obtain	x
	-Transmission Oil Sample	Obtain	x
1000	-Articulation Bearings	Lubricate	x
	-Case Drain Screen (Strainer) (Steering Pump, Hydraulic Fan Pump, Motor)	Clean	v
	-Drive Shaft Universal Joints	Lubricate	x
	-Roading Fender Hinges	Lubricate	x
	-Rollover Protective Structure (ROPS)	Inspect	x
	-Steering Pilot Oil Screen (Command Control Steering)	Clean or replace	x
	-Transmission Oil	Change	v
2000	-Brake Discs	Check	x
	-Differential and Final Drive Oil	Clean	v
	-Engine Valve Lash	Check	v
	-Engine Valve Rotators	Inspect	v
	-Hood Tilt Actuator	Lubricate	v
	-Hydraulic System Oil	Change	v
	-Hydraulic Tank Breaker Relief Valve	Clean	v
	-Service Brake Wear Indicator	Check	v
	-Steering Column Spline (Command Control Steering)	Lubricate	x
Every Year	-Cooling System Coolant Sample	Check	x
	-Receiver Dryer (Refrigerant)	Replace	v
3000	-Steering Column Spline (HMU Steering)	Lubricate	x
5000	-Drive Shaft Support Bearing	Lubricate	To be plan
6000	-Cooling System Water Temperature Regulator	Replace	To be plan
	-Cooling System Coolant Extender (ELC)	Add	To be plan
12000	-Cooling System Coolant (ELC)	Change	To be plan

Usia dan beban kerja alat berat

Semua alat yang beroperasi di departemen produksi memiliki usia dibawah lima tahun. Hal itu merupakan salah satu faktor konsumsi bahan bakar kendaraan masih masuk ke standar.

Tabel 6. Tabel usia operasi kendaraan

No	Nama Kendaraan	Tahun Operasi
1	Wheel Loader 07	2013
2	Wheel Loader 11	2015
3	Forklift 02	2013
4	Forklift 03	2012
5	Forklift 05	2012

Beban kerja alat yang ada berbeda-beda tergantung dari material apa yang diangkut. Untuk *wheel loader* beban kerja alat dapat diketahui dari massa jenis *raw material* yang di angkut. Sedangkan untuk *forklift* dapat diketahui dari tonase semen dan berat palet kosong. Berat palet kosong berkisar anatar 60-70 kg sedangkan satu palet semen berisi 2 ton semen.

Beban kerja dari *forklift* sehari-harinya *forklift* FL-02 mengangkat beban 14% dari kapasitas maksimal angkut, FL-03 dan FL-05 57,14% dari kapasitas maksimal angkutnya. Pemindahan silika maksimal beban kerjanya adalah 22,58% dari kapasitas angkut maksimal, pasir besi beban kerjanya maksimal yaitu 37,98%, *high grade limestone* 29,93%, clinker 30,39%. Berat beban ini adalah berat maksimal pada proses pemindahan material sesuai kapasitas maksimal pada *bucket*.

Tabel 7. Tabel perilaku operator A

Operator A		
Tanggal	Waktu Tunggu(menit)	Waktu Angkut(menit)
22-Mar-15	02.01	00.58
	01.18	00.50
06-Apr-15	01.17	00.48
	01.05	00.46
10-Apr-15	03.20	01.17
	02.49	01.13
25-Apr-15	02.17	00.43
	02.05	00.46
28-Apr-15	01.34	00.53
	04.20	00.49

Tabel 8. Tabel perilaku operator B

Operator B		
Tanggal	Waktu Tunggu(menit)	Waktu Angkut(menit)
22-Mar-15	01.00	00.58
	01.19	00.46
06-Apr-15	01.20	00.55
	01.25	00.48
10-Apr-15	08.27	00.59
	01.10	01.04
25-Apr-15	01.15	00.57
	05.03	00.44
28-Apr-15	01.08	00.42
	02.09	00.53

Tabel 9. Tabel perilaku operator C

Operator C		
Tanggal	Waktu Tunggu(menit)	Waktu Angkut(menit)
22-Mar-15	01.14	00.58
	01.19	00.54
06-Apr-15	01.05	00.49
	02.13	01.17
10-Apr-15	01.09	01.17
	01.08	00.44
25-Apr-15	01.18	00.46
	05.12	01.13
28-Apr-15	02.01	00.19
	01.12	00.43

Tabel 10. Tabel perilaku operator D

Operator D		
Tanggal	Waktu Tunggu(menit)	Waktu Angkut(menit)
27-Mar-15	01.16	00.58
	01.17	01.02
11-Apr-15	01.12	00.50
	01.14	00.54
19-Apr-15	01.05	00.56
	01.08	00.58
29-Apr-15	01.15	01.02
	05.30	00.56
03-Mei-15	04.20	00.35
	01.05	00.40

Tabel 11. Tabel perilaku operator E

Operator E		
Tanggal	Waktu Tunggu(menit)	Waktu Angkut(menit)
27-Mar-15	01.04	00.48
	02.00	00.46
11-Apr-15	03.00	01.02
	01.15	01.08
19-Apr-15	01.08	00.45
	03.25	00.57
29-Apr-15	01.56	00.45
	01.45	00.58
03-Mei-15	02.12	00.50
	06.35	00.47

Tabel 12. Tabel perilaku operator F

Operator F		
Tanggal	Waktu Tunggu(menit)	Waktu Angkut(menit)
27-Mar-15	01.03	00.58
	01.13	00.46
11-Apr-15	01.19	00.48
	02.28	01.01
19-Apr-15	02.40	00.48
	10.07	00.46
29-Apr-15	01.19	00.55
	05.10	00.48
03-Mei-15	02.08	01.03
	01.14	01.07

Setelah dilakukan observasi dan tinjauan lapangan, rata-rata saat operator *forklift* mematikan mesin adalah 6.32 menit. Sedangkan untuk operator *wheel loader* sebagian besar menyalakan mesin kendaraan apabila ada pesanan untuk pengisian ke *hopper* silika, pasir besi dan juga *high grade limestone* selain itu mesin akan dimatikan. Berikut ini hasil pengamatan yang dilakukan peneliti pada waktu yang berbeda.

Tabel 13. Tabel pengamatan perilaku operator wheel loader A

Operator wheel loader A			
Tanggal	Waktu Pengamatan	Aktifitas	Keterangan
09-Mar-15	10.00	Menunggu untuk pengisian <i>hopper</i>	Operator mematikan kendaraan
17-Mar-15	17.00	Menunggu untuk pengisian <i>hopper</i>	Operator mematikan kendaraan
09-Apr-15	17.00	Menunggu untuk pengisian <i>hopper</i>	Operator mematikan kendaraan
10-Apr-15	20.00	Menunggu untuk pengisian <i>hopper</i>	Operator mematikan kendaraan

Tabel 14. Tabel pengamatan perilaku operator wheel loader B

Operator wheel loader B			
Tanggal	Waktu Pengamatan	Aktifitas	Keterangan
09-Mar-15	10.00	Menunggu untuk merapikan material di sekitar area <i>stockpile TQ1</i>	Operator mematikan kendaraan
15-Mar-15	17.00	Menunggu untuk pengisian <i>hopper</i>	Operator mematikan kendaraan
17-Mar-15	17.00	Menunggu untuk pengisian <i>hopper</i>	Operator mematikan kendaraan
20-Mar-15	20.00	Menunggu untuk pengisian <i>hopper</i>	Operator mematikan kendaraan

4. Evaluasi penulisan laporan harian operator

Setelah dibuat dan dilakukan sosialisasi, pelaksanaan penulisan *logbook* berjalan dengan baik. Hal ini dilihat dari pengisian *logbook* sudah dilakukan secara rutin.

No	Nama Operator	Shift	Tanggal	Jenis Pekerjaan	Mulai (Jam)	Selesai (Jam)	HM (Mulai)	HM (Selesai)	Tanda Tangan Supervisor
	Kaswanata TEBOK S	I	7-4-2015	Coding Klipker di sila tuban I	08 ⁰⁰	10 ⁰⁰	2030	2035	
	Majhukhan	II	7-4-15	Monting t-linker di sila - TUBAN I - ngeluarin machine part mil TUBAN II	20 ⁰⁰	08 ⁰⁰	2035	2038	
	KOLIP	I	8-4-15	Jacking Klipker tuban I Rapihan disarea timur work shop maintenance	08 ⁰⁰	20 ⁰⁰	2038	2046	
	Kaswanata TEBOK S	II	8-4-15	Evaporator Pompa tuban I Coding Klipker di sila tuban I Coding Riksa Filter di sila tuban I	20 ⁰⁰	08 ⁰⁰	2046	2053	

Gambar 6. Hasil evaluasi pengisian *logbook* operator wheel loader

Nama Alat : Forklift									
NO	Nama Operator	Shift	Tanggal	Jenis Pekerjaan	Mulai (jam)	Selanj (jam)	HM (Mulai)	HM (Selesai)	Tanda Tangan Supervisor
SNI.K	K	II	02-04-15	P2H, Sotop Pallet, Produksi, KILN	05 ⁰⁰	6 ⁰⁰	#	#	-
SAMURI		III	02-04-15	P2H, Sotop Pallet, Romil, Produksi	16.00	24.00	4541	4547	
SNI.K		II	03-04-15	P2H, Sotop Pallet, Muat	09 ⁰⁰	16 ⁰⁰	4544	4544	
SAMURI		III	03-04-15	P2H, Sotop Pallet, Produksi, Muat	16.00	24.00	4546	4548	
SNI.K		II	04-04-15	P2H, Sotop Pallet Muat, Produksi	08 ⁰⁰	16 ⁰⁰	4545	4552	
SAMURI		III	04-04-15	P2H, Sotop Pallet, Produksi	16.00	24.00	4547	4559	
SAMURI		I	05-04-2015	P2H + Sotop	24.00	00.00	4554	4554	
SAMURI		II	05-04-15	P2H, Sotop Pallet, Produksi Muat	08.00	16.00	4559	4557	
SNI.K		II	05-04-15	P2H, Sotop Pallet	16 ⁰⁰	24 ⁰⁰	4557	4559	
SNI.K		I	06-04-15	P2H, Sotop	24 ⁰⁰	08 ⁰⁰	4559	4559	
SNI.K		I	07-04-15	P2H, Rangkaian Pallet	24 ⁰⁰	08 ⁰⁰		4561	
SAMURI		II	07-04-15	P2H, Rangkaian pallet, P2H, muat	08 ⁰⁰	16.00	4561	4566	
SNI.K		I	08-04-15	Susunan Rangkaian P2H, Produksi	24 ⁰⁰	08 ⁰⁰	4566	4566	

Gambar 7. Hasil evaluasi pengisian logbook operator forklift

5. Rute tempuh alat berat untuk area produksi

Setelah dilakukan analisa terhadap konsumsi bahan bakar dan mengetahui performa dari masing-masing alat. Untuk memperlancar kegiatan produksi, maka pembagian area kerja wheel loader juga dibutuhkan. Karena pada saat Raw Mill tidak beroperasi wheel loader akan di perbantukan ke area kerja lain. Area produksi dalam satu line di dibagi menjadi menjadi empat yaitu Raw Mill, Kiln, Finish Mill dan dispatch. Untuk mengarah ke area raw mill jalur terdekat dapat ditempuh dengan rute di bawah ini,



Gambar 8. Rute ke area raw mill

Dengan menggunakan rute tersebut waktu yang ditempuh kendaraan adalah 1,3 menit dengan menggunakan kecepatan kendaraan maksimal 15km/jam sesuai dengan peraturan yang berlaku. Selanjutnya untuk mengarah ke area clinker silo dapat melewati dua jalur yaitu jalur tengah dan juga jalur utara.



Gambar 9. Rute ke area clinker silo jalur tengah



Gambar 10. Rute ke area *clinker* silo jalur utara

Apabila ada pesanan untuk kegiatan di area *clinker* silo dengan menggunakan jalur tengah waktu yang diperlukan kendaraan untuk sampai adalah 2,73 menit. Berdasarkan perhitungan dan mempertimbangan kecepatan yang diijinkan semua alat berat yang akan beroperasi di luar area *stockpile* diharapkan melewati jalur tengah karena memiliki waktu tempuh yang lebih sebentar.

IV. KESIMPULAN

A. KESIMPULAN

- Berdasarkan analisa yang dilakukan konsumsi bahan bakar rata-rata *wheel loader* 10,38 l/h, *forklift* 3 ton 2,09 l/h, *forklift* 7 ton 4,52 l/h
- Rata-rata setiap bulan konsumsi bahan bakar alat berat mengalami peningkatan, hal ini diiringi dengan meningkatnya jam operasi pada alat, meskipun demikian secara keseluruhan masih masuk standar pabrik pembuatnya.
- Konsumsi bahan bakar *wheel loader* mengalami peningkatan sebesar 50 liter saat digunakan untuk operasi diluar aktifitas utama. Sedangkan FL-02 mengalami peningkatan pengisian sebesar 9 liter ketika digunakan untuk mengangkat palet yang berisi semen dengan berat 2 ton.
- Untuk mengangkat material yang sama pada jam operasi yang sama WL-07 mengkonsumsi lebih banyak bahan bakar selisihnya 34 – 39 liter dari WL-11 hal ini dikarenakan WL-07 lebih dulu beroperasi.

B. SARAN

- Untuk tetap menjaga performa dari alat berat yang beroperasi di area produksi perlu ditambahkan perawatan SOS (*Scheduled Oil Sampling*) pada *wheel loader* maupun *forklift* untuk menghindari kerusakan yang dapat terjadi sewaktu-waktu.
- Peningkatan kesadaran dan untuk membantu dalam mengurangi usaha pemborosan bahan bakar, perlu diberlakukannya peraturan mematikan mesin kendaraan di saat waktu tunggu melebihi 6 menit untuk operasi *forklift* maupun *wheel loader*.
- Untuk rute alat berat di luar operasi utama dapat melewati jalur tengah. Dengan rute ini diharapkan operator bisa lebih efektif dalam menjalankan pekerjaannya.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Groover, M. P., Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing, Third Edition, New Jersey, Prentice Hall, 2008.
- [2] Arora, DR, KC., Shinde, Vikas, V., Aspect of Material Handling, First Edition, New Delhi, Laxmi Publications, 2007.
- [3] Gopalakrishnan, P., Handbook of Material Management, Eight Edition, New Delhi, Prentice Hall of India Private limited, 2005.
- [4] Rostiyanti, Fatena Susy, Alat Berat untuk Proyek Konstruksi, Jakarta, Rineka Cipta, 2008.
- [5] Caterpillar Performance Handbook 43, Peoria, Illinois, U.S.A, Caterpillar Inc., 2013

Mengurangi kebutuhan larutan mdea pada proses amin dengan dengan ekspansi

Ahmad Syauqi

Teknik Mesin Konversi Energi, Peminatan Pengolahan Gas, LNG Academy, Politeknik Negeri Jakarta
asyauqi20@gmail.com

Abstrak

Metil Di-Etanol Amin (MDEA) berguna pada proses amin yaitu unit penghilangan gas asam, seperti CO₂. Untuk menyerap CO₂ yang ada dalam gas diperlukan laju alir MDEA tertentu agar kandungan CO₂ dalam gas keluaran proses amin sesuai dengan spesifikasi produk. Laju alir MDEA sangat memengaruhi beban yang ditanggung oleh peralatan yang bekerja di proses amin seperti pompa, reboiler, pendingin, dan kondenser. Dengan mengurangi kebutuhan MDEA maka beban hampir seluruh peralatan di proses amin dapat dikurangi.

Jumlah MDEA yang dibutuhkan sangat bergantung pada jumlah CO₂ yang terkandung dalam gas dan kemampuan MDEA menyerap CO₂ atau yang sering disebut CO₂loading. CO₂loading terdiri dari *lean* CO₂loading dan *rich* CO₂loading, *rich* CO₂loading adalah kapasitas penyerapan maksimumnya, sedangkan *lean* CO₂loading adalah kandungan minimum CO₂ dalam MDEA. Untuk mengurangi kebutuhan MDEA dengan tetap menyerap jumlah CO₂ yang sama dapat dengan mengurangi *lean* CO₂loading. Pengurangan *lean* CO₂loading dilakukan dengan cara ekspansi sehingga CO₂ dalam larutan MDEA menguap sehingga *lean* CO₂loading dapat dikurangi dan pada akhirnya dapat mengurangi kebutuhan larutan MDEA di proses amin hingga 94 ton/jam, yang juga mengurangi beban peralatan hingga setara dengan 2,1 MW.

Kata kunci : MDEA, CO₂ loading, beban peralatan, proses amin, gas asam

Abstract

Methyl Di-Ethanol Amine (MDEA) is used for amine process in acid gas removal unit, such as CO₂. For absorbings CO₂, MDEA need a certain flow rate so overhead product of amine process will meet the specification that has been determined. The MDEA flow rate will heavily influence every single equipment's duty in amine process such as pump, reboiler, cooler, and condenser. By decreasing MDEA flow rate almost every equipment's duty in amine process will decrease too.

Needs of MDEA are heavily influenced by amount of CO₂ in feed and the ability of MDEA to absorb CO₂ or usually called CO₂ loading. CO₂ loading divided into rich CO₂ loading and lean CO₂ loading. Rich CO₂ loading is MDEA maximum absorbtion capacity, and lean CO₂ loading is CO₂ minimum content in MDEA. For decreasing MDEA flow rate but still absorbing the same amount of CO₂, it will need to decreasing the lean CO₂ loading. The author choose expansion method to decrease the lean CO₂ loading. The result of this method will decrease the need of MDEA by 94 ton/hour and will decrease equipment's duty almost equal to 2,1 MW.

Keywords : MDEA, CO₂ loading, equipment's duty, amine process, acid gas

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

MDEA adalah salah satu pendatang baru pada golongan alkanolamin yang digunakan untuk penghilangan gas asam pada gas alam. MDEA mempunyai selektivitas reaksi yang besar terhadap H₂S dalam kehadiran CO₂[Maddox, 1982]. Kekuatan maksimal MDEA hanya 0,46 mol CO₂/mol MDEA[Jamil, 2015] maka diperlukan MDEA yang sangat banyak untuk memenuhi spesifikasi produk yang diinginkan, namun pada proses di industri sering kali terjadi penurunan kekuatan MDEA yang berakibat pada kenaikan kebutuhan MDEA dan juga berakibat pada kenaikan beban seluruh peralatan yang ada di proses tersebut.

Pengurangan kebutuhan MDEA dapat dilakukan dengan menurunkan lean CO₂ loading, atau kandungan CO₂ minimumnya sehingga kebutuhan MDEA dapat dikurangi. Ada berbagai macam cara mengurangi kandungan CO₂ minimum antara lain dengan pemanasan atau dengan ekspansi, kedua cara ini bekerja dengan cara yang sama yaitu membuat larutan yang awalnya hanya berupa fasa cair menjadi dua fasa yaitu cair dan gas sehingga gas yang banyak berisi CO₂ dari hasil proses tadi dapat dibuang ke atmosfer. Namun dengan metode pemanasan dibutuhkan tambahan energi untuk memanaskan larutan sehingga menambah beban peralatan, sehingga penulis memilih untuk memakai cara ekspansi, karena tidak memerlukan tambahan energi. Dengan pengurangan kandungan minimum CO₂ dalam larutan MDEA maka tujuan dari penelitian ini dapat tercapai yaitu

mengurangi kebutuhan larutan MDEA pada proses amin, dan akibatnya dapat mengurangi beban hampir seluruh peralatan.

II. EKSPERIMEN

Studi ini dilakukan secara teoritis dengan langkah-langkah sebagai berikut

1. Pembuatan simulasi proses amin dengan dasar dari diagram alir Plant 1 Badak LNG menggunakan perangkat lunak ASPEN HYSYS
2. Pengambilan data proses amin awal yaitu:
 - a. Kebutuhan energi pada masing-masing alat
 - b. Komposisi pada masing-masing aliran pipa pada proses amin
3. Perubahan simulasi proses amin dari awalnya keluaran regenerator langsung menuju penukar panas silang menjadi menuju kerangan ekspansi lalu separator fasa cair dari separator langsung menuju penukar panas silang dan fasa gasnya menuju kondenser parsial untuk kemudian menuju separator lagi sehingga fasa cairnya dapat langsung menuju penukar panas silang dan fasa gasnya dibuang ke atmosfer
4. Pengambilan data proses amin hasil perubahan
 - a. Kebutuhan energi pada masing-masing alat setelah perubahan
 - b. Komposisi pada masing-masing aliran pipa pada proses amin setelah perubahan
5. Perbandingan data sebelum dilakukan perubahan dan setelah dilakukan perubahan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Eksperimen

Hasil awal

Laju alir pada masing-masing aliran fluida

Tabel ini menjelaskan tentang komposisi masing-masing komponen pada masing-masing aliran pipa.

Tabel 1. Laju alir masing-masing komponen sebelum dilakukan perubahan

Komponen	Satuan	Gas Umpan	Produk	Ke Regenerator
N2	lbmol/h	27,06	27,03734082	6,68E-03
C1	lbmol/h	39160,72	39100,2232	27,16846197
C2	lbmol/h	2498,56	2495,400822	1,343726006
C3	lbmol/h	1406,93	1405,63886	0,476281327
i-C4	lbmol/h	261,3	261,2825878	7,56E-04
n-C4	lbmol/h	305,53	305,510191	8,52E-04
i-C5	lbmol/h	110,2	110,1908899	5,27E-04
n-C5	lbmol/h	74,95	74,94394754	3,47E-04
C6	lbmol/h	171,56	171,4541489	3,55E-02
C7	lbmol/h	0,2	0,199982757	1,23E-06
H2O	lbmol/h	41,98	74,69915328	89727,7177
MDEA	lbmol/h	0	2,12E-10	9022,17158
CO2	lbmol/h	3233,1	0,649785934	3231,023649
Total	lbmol/h	47292,09	44027,23091	102009,9461

Komponen	Satuan	CO2 ke atmosfer	Lean Amine	Rich Amine
N2	lbmol/h	6,68E-03	0	2,26E-02
C1	lbmol/h	27,16846197	0	60,46980253
C2	lbmol/h	1,343726006	0	3,157562071
C3	lbmol/h	0,476281327	0	1,29050728
i-C4	lbmol/h	7,56E-04	0	1,74E-02
n-C4	lbmol/h	8,52E-04	0	1,98E-02
i-C5	lbmol/h	5,27E-04	0	9,11E-03
n-C5	lbmol/h	3,47E-04	0	6,05E-03
C6	lbmol/h	3,55E-02	0	0,105827116
C7	lbmol/h	1,23E-06	0	1,72E-05
H2O	lbmol/h	194,7120576	89533,00564	89684,51998
MDEA	lbmol/h	4,58E-10	9022,17158	9022,171663
CO2	lbmol/h	3043,3534	187,6702491	3232,450204
Total	lbmol/h	3267,098623	98742,84747	102004,2406

Kebutuhan energi di masing-masing peralatan sebelum dilakukan perubahan pada proses amin

Tabel 2. Kebutuhan energi sebelum dilakukan perubahan

Peralatan	Kebutuhan Energi [kJ/jam]
Pendingin	173.160.129,41
Kondenser	52.625.903,48
Reboiler	229.682.340,9
Pompa 1	6.127.926,46
Pompa 2	783.863,72
Total	462.380.163,97

Hasil akhir

Setelah dilakukan perubahan pada proses amin maka didapat komposisi pada setiap aliran fluida sebagai berikut

Tabel 3. laju alir masing-masing komponen setelah dilakukan perubahan

Komponen	Satuan	Gas Umpan	Produk	Ke Regenerator
N2	lbmol/jam	27,06	27,03854673	6,28E-03
C1	lbmol/jam	39160,72	39103,69229	25,40252539
C2	lbmol/jam	2498,56	2495,582962	1,254228645
C3	lbmol/jam	1406,93	1405,714167	0,443287761
i-C4	lbmol/jam	261,3	261,2830153	7,49E-04
n-C4	lbmol/jam	305,53	305,5106714	8,44E-04
i-C5	lbmol/jam	110,2	110,1910983	5,23E-04
n-C5	lbmol/jam	74,95	74,94408419	3,45E-04
C6	lbmol/jam	171,56	171,4563614	3,52E-02
C7	lbmol/jam	0,2	0,199983089	1,22E-06
H2O	lbmol/jam	41,98	74,70754772	85111,7486
MDEA	lbmol/jam	0	1,25E-10	8882,796845
CO2	lbmol/jam	3233,1	1,43053861	3342,35843
Total	lbmol/jam	47292,09	44031,75127	97364,04784

Komponen	Satuan	CO2 ke atmosfer	CO2 ke atmosfer II	Lean Amine	Rich Amine
N2	lbmol/jam	6,28E-03	0	0	2,14E-02
C1	lbmol/jam	25,40252539	0	0	56,99685898

C2	lbmol/jam	1,254228645	0	0	2,975191841
C3	lbmol/jam	0,443287761	0	0	1,215109959
i-C4	lbmol/jam	7,49E-04	0	0	1,70E-02
n-C4	lbmol/jam	8,44E-04	0	0	1,93E-02
i-C5	lbmol/jam	5,23E-04	0	0	8,90E-03
n-C5	lbmol/jam	3,45E-04	0	0	5,91E-03
C6	lbmol/jam	3,52E-02	0	0	0,103611252
C7	lbmol/jam	1,22E-06	0	0	1,69E-05
H2O	lbmol/jam	201,3921205	126,85042 46	84783,50605	85063,56196
MDEA	lbmol/jam	4,80E-10	1,43E-04	8882,796702	8882,796935
CO2	lbmol/jam	3151,702008	78,069586 6	112,586835	3344,004435
Total	lbmol/jam	3380,238091	204,92015 41	93778,88959	97351,72667

Dapat terlihat bahwa mol CO₂ pada Lean Amine berkurang setelah dilakukan perubahan proses. Kebutuhan energi di masing-masing peralatan setelah dilakukan perubahan pada proses amin

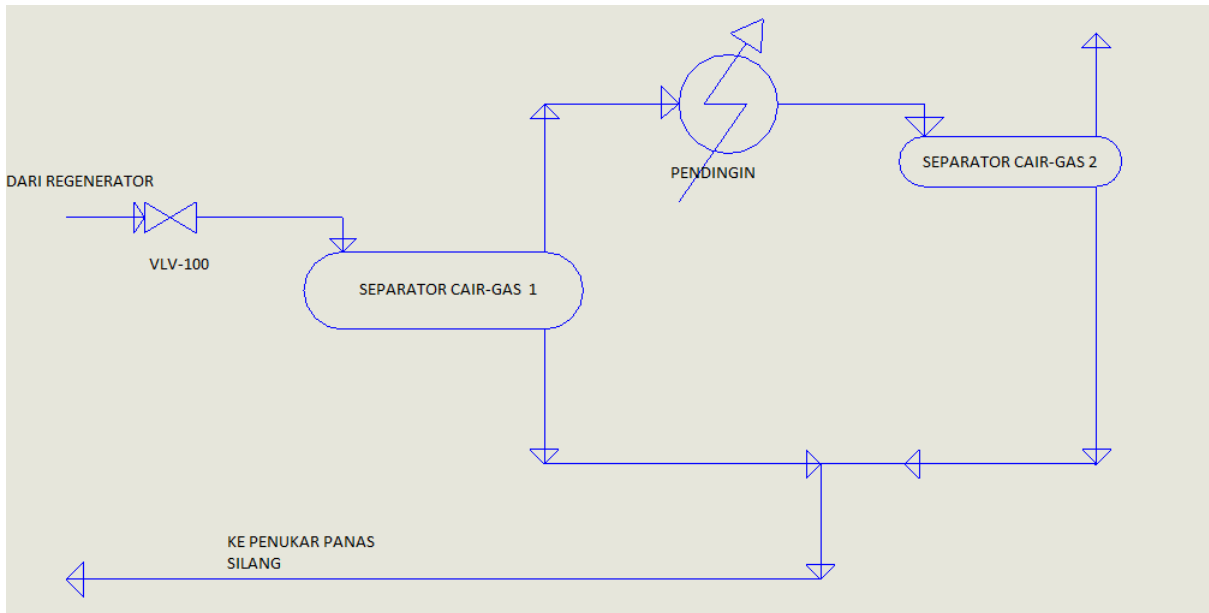
Tabel 4. Kebutuhan energi peralatan setelah dilakukan perubahan

Peralatan	Kebutuhan Energi [kJ/jam]
Pendingin	108.837.137,63
Kondenser	52.537.518,23
Reboiler	228.379.853,29
Pompa 1	5.889.001,49
Pompa 2	869.078,1
Pendingin 2	58.210.947,34
Total	454.723.536,07

Selisih kebutuhan energi

Tabel 5. Perbandingan kebutuhan energi

Peralatan	Kebutuhan Energi [kJ/jam]		
	Hasil akhir	Hasil awal	Selisih
Pendingin	108.837.137,63	173.160.129,41	64.322.991,78
Kondenser	52.537.518,23	52.625.903,48	88.385,25
Reboiler	228.379.853,29	229.682.340,90	1.302.487,62
Pompa 1	5.889.001,49	6.127.926,46	238.924,97
Pompa 2	869.078,1	783.863,72	-85.214,38
Pendingin 2	58.210.947,34	0	-58.210.947,34
Total	454.723.536,08	462.380.163,97	7.656.627,9

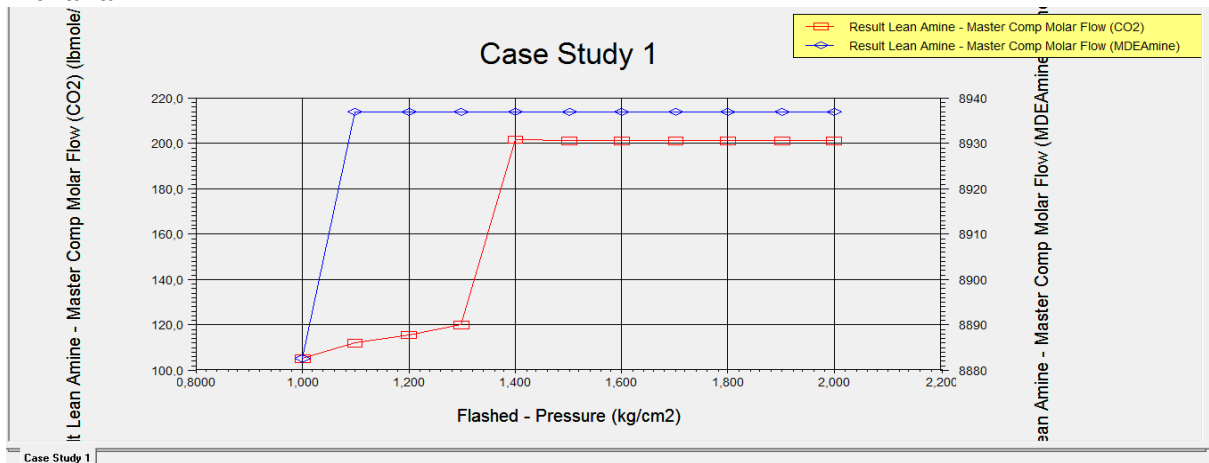


Gambar 1. Tambahn Peralatan dalam proses amin

Suhu masuk kerangan ekspansi (VLV-100) = 121⁰C
 Tekanan masuk kerangan ekspansi (VLV-100) = 2,11 kg/cm²
 Tekanan keluaran kerangan ekspansi (VLV-100) = 1,3 kg/cm²
 Suhu keluaran pendingin 2 (Pendingin) = 92,5⁰C
 Suhu keluaran peralatan tambahan (Ke penukar panas silang) = 108,2⁰C
 Tekanan keluaran peralatan tambahan (Ke penukar panas silang) = 1,3 kg/cm²

IV. PEMBAHASAN

1. Tekanan



Gambar 2. Efek variasi tekanan keluaran VLV-100 terhadap kandungan CO₂ dan MDEA pada produk regenerasi

Dilakukan simulasi dengan perangkat lunak ASPEN HYSYS dengan memvariasikan tekanan keluaran kerangan ekspansi (VLV-100) untuk menemukan tekanan paling optimal dari keluaran kerangan ekspansi sehingga didapat gambar 3.2.

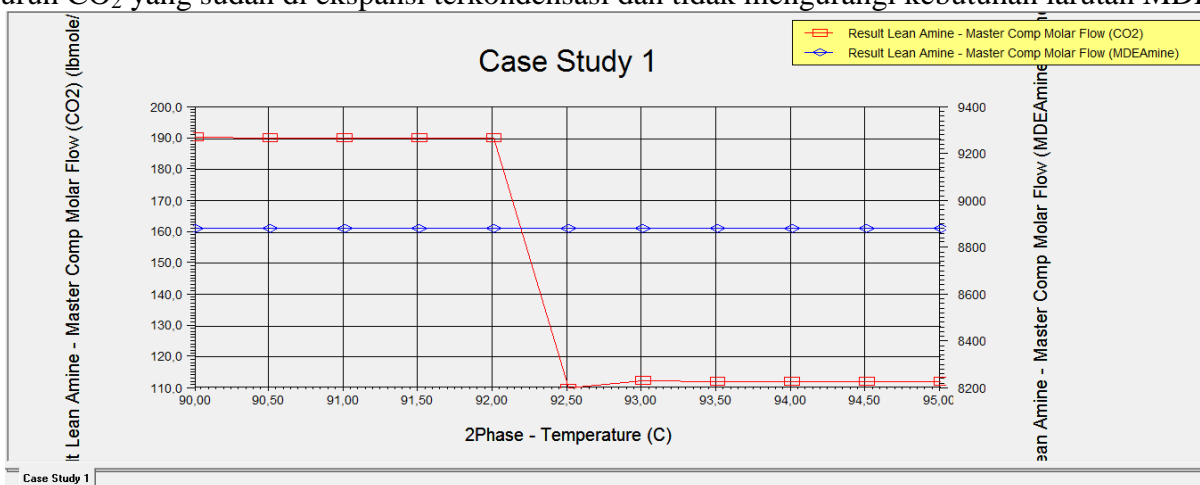
Pada proses regenerasi amin sehingga dapat dipakai lagi diperlukan tekanan serendah-rendahnya dan temperatur setinggi-tingginya, dua variabel itu sangat penting karena sangat memengaruhi kualitas amin keluaran proses regenerasi. Tekanan diperlukan serendah mungkin namun tidak terlalu rendah sehingga fluida masih dapat bergerak dengan baik sehingga dipilih 1,3 kg/cm² menurut studi kasus seperti pada hasil di gambar 3.2.

Pada studi ini terlihat hingga tekanan 1,4 kg/cm² tidak ada perubahan jumlah CO₂(merah) pada produk regenerasi sehingga tekanan maksimal proses ini adalah 1,4 kg/cm². Penulis mengambil tekanan 1,3 kg/cm² karena tekanan tersebut adalah tekanan terbesar dimana CO₂ sudah berkurang sehingga tekanan 1,3 kg/cm² adalah tekanan paling optimal dari proses ini.

2. Suhu

Dilakukan studi kasus dengan perangkat lunak ASPEN HYSYS untuk memvariasikansuhu keluaran pendingin agar ditemukan suhu optimal yaitu suhu dimana kandungan CO₂(merah)yang paling rendah dengan kandungan MDEA (biru) paling tinggi pada aliran ke penukar panas silang.

Setelah proses ekspansi gas hasil ekspansi mempunyai komposisi MDEA yang besar sehingga sangat merugikan apabila dibuang ke atmosfer maka penulis menambahkan pendingin sehingga MDEA gas hasil ekspansi masih dapat dimanfaatkan. Suhu keluaran pendingin sangat penting dipertimbangkan karena apabila suhunya tidak tepat maka mungkin saja terlalu dingin sehingga seluruh CO₂ yang sudah di ekspansi terkondensasi dan tidak mengurangi kebutuhan larutan MDEA.



Gambar 3. Efek variasi suhu keluaran pendingin 2 terhadap kandungan CO₂ dan MDEA produk proses regenerasi

Suhu optimal keluaran pendingin 2 ada pada suhu 92,5°C, pada suhu 92,5°C kandungan CO₂ hasil proses regenerasi pada titik terendah sepanjang proses dan cenderung untuk naik jika suhu dinaikkan, sehingga penulis memilih suhu 92,5°C.

3. Lean Loading

Lean loading dapat dihitung dengan persamaan :

$$X_{CO_2 \text{ dalam MDEA}} = \frac{n_{CO_2}}{n_{MDEA}}$$

X_{CO₂ dalam MDEA} = Lean Loading [mol CO₂/mol MDEA]

n_{CO₂} = mol CO₂ [mol]

n_{MDEA} = mol MDEA [mol]

Sehingga pada hasil awal sebelum keluaran regenerator diubah lean loading dari MDEA adalah :

$$X_{CO_2 \text{ dalam MDEA}} = \frac{187,67}{9022,17}$$

$$= X_{CO_2 \text{ dalam MDEA}} = 0,0208 \left[\frac{\text{mol } CO_2}{\text{mol MDEA}} \right]$$

Sedangkan lean loading hasil akhir setelah diubah keluaran regenerator adalah :

$$X_{CO_2 \text{ dalam MDEA}} = \frac{112,56}{8882,7976}$$
$$= X_{CO_2 \text{ dalam MDEA}} = 0,0126 \left[\frac{\text{mol } CO_2}{\text{mol MDEA}} \right]$$

Pada hasil akhir setelah diubah terjadi penurunan lean loading sebesar 0,0082 [mol CO₂/mol MDEA], hal ini dapat mengakibatkan penurunan kebutuhan MDEA. Kebutuhan MDEA dapat dihitung dengan persamaan :

$$n_{MDEA} = \frac{n_{CO_2}}{Y_{CO_2 \text{ dalam MDEA}} - X_{CO_2 \text{ dalam MDEA}}}$$

n_{MDEA} = Kebutuhan MDEA [mol]
 n_{CO_2} = Jumlah CO₂ dalam gas umpan [mol]
 $Y_{CO_2 \text{ dalam MDEA}}$ = Rich loading [mol CO₂/mol MDEA]
= mol CO₂ pada rich amin/mol MDEA pada rich amin

Sehingga dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan MDEA sebelum dan sesudah dilakukan perubahan pada regenerator.

Kebutuhan MDEA sebelum dilakukan perubahan

$$= 3233,1 / (0,358 - 0,0208)$$
$$= 9.580,15 \text{ [lbmol/jam]}$$

Sedangkan setelah dilakukan perubahan

$$= 3233,1 / (0,376 - 0,0126)$$
$$= 8.887,42 \text{ [lbmol/jam]}$$

Sehingga didapat selisih sebesar 692,77 lbmol/jam atau bila dikonversi menjadi massa maka mempunyai selisih sebesar 37.607,33 kg/jam atau karena larutan yang dipakai berkomposisi 40% MDEA dan 60% Air maka selisihnya menjadi 94.018,33 kg/jam. Selisih inilah yang menjadi keuntungan operasional dari suatu kilang yang memiliki proses amin dalam rangkaian prosesnya.

4. Kebutuhan Energi

Kebutuhan energi seluruh peralatan pada proses amin sangat bergantung pada kebutuhan amin yang tersirkulasi, apabila amin yang tersirkulasi sedikit maka beban atau kebutuhan energi peralatan akan semakin kecil begitu pula sebaliknya, sehingga karena pengurangan larutan MDEA sebesar 94.018,33 kg/jam maka beban peralatanpun berkurang hampir seluruhnya seperti pada tabel 3.5. hampir seluruh peralatan mengalami penurunan kebutuhan energi kecuali pompa 2, karena beda tekanan yang dihasilkan pompa 2 menjadi lebih besar, dari awalnya 4,89 kg/cm² (masuk 2,11 kg/cm² keluaran 7 kg/cm²) menjadi 5,7 kg/cm² (masuk 1,3 kg/cm² keluaran 7 kg/cm²). Namun total selisih energi atau keuntungan termodinamika yang didapat sebesar 7.656.627,89 [kJ/jam] walaupun terdapat tambahan peralatan yang butuh energi yaitu pendingin. Keuntungan yang didapat jika dikonversi maka setara dengan 2126,84 kW atau setara 2,12 MW.

V. KESIMPULAN

- a. Tekanan optimal pada keluaran kerangan ekspansi adalah 1,3 kg/cm² dan suhu optimal keluaran pendingin adalah 92,5^oC
- b. Terjadi penurunan kebutuhan larutan MDEA (40% MDEA dan 60% Air) sebanyak 94.018,33 kg/jam
- c. Menurunkan kebutuhan energi sistem setara 2,12 MW

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Maddox, Robert N. 1982. "Gas Conditioning and Processing Volume 4 : Gas and Liquid Sweetening". Oklahoma. Campbell Petroleum Series
- [2] Jamil, Muhammad. 2015. "Process Train Manual Book: Plant 1 – Purification". Bontang. Badak LNG
- [3] Technical Department. 1999. "Bontang LNG Plant Expansion Project : Train G". Bontang. Badak LNG
- [4] Dissinger, Glenn. 2014. "Simulazing Amine Process with ASPEN HYSYS for Chemical Engineer". New York. Aspen Tech
- [5] Perry, Robert H. 1973. "Perry's Chemical Engineer's Handbook". London. McGrawHill
- [6] Smith, Robin. 2005. "Chemical Process Design and Integration". Manchester. John Wiley & Sons Ltd.
- [7] Liebermann, Norman P. 2008. "A Working Guide to Process Equipment". San Fransisco. McGraw Hill

Penambahan *step water spray* untuk mengurangi penempelan material pada dinding *clinker cooler*

Sandy Aprilian Iskandar¹; Jauhari Ali²; M. Iswadi³; Tri Jatniko⁴

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Rekayasa Industri Semen

2. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

3. Shift Manager, Departemen Produksi Narogong Plant, PT. Holcim Indonesia

4. Maintenance Member, Departemen Maintenance Hydraulic Narogong Plant, PT. Holcim Indonesia

Sandyaprilian94@gmail.com

Abstrak

Clinker cooler berfungsi untuk mendinginkan *clinker* yang keluar melalui *outlet kiln*. Selain itu, *clinker cooler* juga berfungsi sebagai alat transportasi *clinker* menuju *drag bucket* untuk dibawa menuju tempat penyimpanan *clinker* (*clinker silo*). *Clinker cooler* dapat mendinginkan *clinker* dengan bantuan dari *fan* yang berada di sisi luar *clinker cooler*. *Fan* tersebut menghisap udara dari lingkungan kemudian dihembuskan ke dalam *clinker cooler* melalui *ducting* yang diarahkan langsung ke dalam *clinker cooler* melalui celah dari *grade plate*. Suhu *clinker* yang diharapkan pada saat keluar dari *clinker cooler* sekitar 100°C-200°C. Apabila suhu *clinker* melebihi 300°C, maka *water spray* akan aktif untuk membantu pendinginan *clinker*. *Water spray* memiliki 8 *nozzle* dan 3 *step* yang berfungsi untuk mengatur pengeluaran air. Masing-masing *step* akan aktif sesuai dengan *range temperature* yang sudah di atur. Pada suhu 300-320°C *step* 1 akan aktif. Pada suhu 320-335°C *step* 2 akan aktif. Pada suhu 335-350°C *step* 3 akan aktif. Pada *step* 1, *nozzle* yang aktif adalah *nozzle* 4 dan 8. *Step* 2 *nozzle* 2, 3, 6, dan 7. *Step* 3 semua *nozzle* akan aktif. Pada saat *water spray* aktif, terdapat masalah yang terjadi. Yaitu sering terjadinya penumpukan/penempelan material (*coating*) pada dinding *clinker cooler*. Masalah ini akan mengganggu proses produksi *clinker* apabila *coating* tersebut jatuh dan terbawa menuju *Hydraulic Roller Breaker* (HRB). Tujuan studi ini adalah menambahkan *step* pada *water spray* untuk mengurangi potensi terjadinya *coating* pada dinding *clinker cooler*. Tahapan modifikasi ini dimulai dari pemetaan jalur *water spray* yang sudah ada, lalu memulai untuk membuat jalur pipa yang baru dengan menggunakan sketsa jalur pipa yang sudah ada. Selanjutnya memulai untuk mengaplikasikan jalur pipa yang baru pada jalur pipa yang sudah ada. Terakhir, adalah membuat *local control* di area *clinker cooler* untuk memudahkan *patroller* pada saat pengecekan secara berkala. Hasil pengujian selama 1 minggu menunjukkan bahwa penambahan *step* pada *water spray* ini berhasil mengurangi potensi terjadinya *coating* pada dinding *clinker cooler*.

Kata kunci: coating, clinker cooler, water spray, temperature, Hydraulic Roller Breaker

Abstract

Clinker cooler is used to reduce the *clinker* temperature that coming out through the kiln outlet. In addition, the cooler also has a function as *clinker* transport to *drag bucket* to be brought to the storage of *clinker* (*clinker silo*). *Clinker Cooler* can reduced the *clinker* temperature by fans that located on the outside of *clinker cooler*. The fans suck air from the environment then blowed into the *clinker cooler* through the *ducting* that is directed into the *clinker cooler* through a gap of the *grade plate*. Expected *clinker* temperature in the outlet of *clinker cooler* is around 100°C-200°C. If the *clinker* temperature exceeds 300°C, the *water spray* will be activated to help the *clinker* cooling. *Water spray* has 8 *nozzles* and 3 *steps* that used to spray the water. Each *step* will be active according to the temperature range that is already set. In 300°C-320°C *step* 1 will be active, 320°C-335°C *step* 2 will be active, 335°C-350°C *step* 3 will be active. In 1st *step*, the active *nozzles* are *nozzle* 4th and 8th. 2nd *step* are *nozzle* 2nd, 3rd, 6th, and 7th. In 3rd *step* all *nozzle* will be active. When the *water spray* on, there is a problem that occurred. That is the accumulation of sticky material (*coating*) on the wall of *clinker cooler*. This problem will disturb the production of *clinker* when the *coating* falls and headed to *Hydraulic Roller Breaker* (HRB). Objective of this study is to increase the *step* of *water spray* to minimize the potential for *coating* in the walls of the cooler. The modification steps is starting from mapping *spray water* lines that already exist, and then start to create a new pipe line using a line sketch of the existing pipe line. Furthermore, we begin to apply the new pipeline to the existing pipe line. The last is make a *local control* in *clinker cooler* area to facilitate *patrollers* during the periodical check. The test results for 1 week showed that the addition of the *water spray* *step* is succeeded in reducing the potential of *coating* in the wall of *clinker cooler*.

Keywords: coating, clinker cooler, water spray, temperature, Hydraulic Roller Breaker

I. PENDAHULUAN

Latar belakang

PT Holcim Indonesia Tbk memiliki equipment yang berfungsi membakar raw material untuk direaksikan menjadi clinker yang bernama kiln. Setelah menjadi clinker, material tersebut akan menuju ke proses selanjutnya yaitu pendinginan material. Material yang keluar dari outlet kiln akan langsung didinginkan oleh clinker cooler. Pendinginan di clinker cooler menggunakan fan besar yang terletak pada sisi luar dari clinker cooler. Apabila fan cooler tidak mampu untuk mendinginkan clinker secara maksimal, maka pendinginan clinker akan dibantu dengan menggunakan water spray. Tetapi water spray ini dapat menyebabkan material yang berbentuk dust menempel pada dinding clinker cooler. Material tersebut biasa disebut dengan coating material. Coating tersebut tidak begitu mengganggu proses produksi clinker. Akan tetapi, apabila coating tersebut terjatuh, maka akan menghambat proses produksi bahkan dapat mematikan proses produksi. Coating tersebut dapat terbentuk dikarenakan banyaknya air yang keluar dari water spray. Oleh sebab itu, penambahan step pada water spray diperlukan untuk mengurangi potensi terjadinya coating tersebut.

II. METODE PELAKSANAAN

1. Metode Observasi

Pada tahapan metode ini, saya melakukan observasi pada sistem kontrol dari water spray tersebut 464-WS1. Selanjutnya saya akan melakukan pendataan dan mempelajari sistem pengontrolan dari equipment lain untuk selanjutnya mencoba untuk mengaplikasikannya pada sistem kontrol *water spray*.

Saya mengamati sistem kontrol yang sudah ada, kemudian memahami prinsip kerja dari sistem kontrol tersebut kemudian menambahkan beberapa fungsi kedalam sistem kontrol yang sudah ada untuk mengontrol logic dari sistem water spray yang akan dimodifikasi.

2. Metode Diskusi

Saya melakukan diskusi dengan dosen pembimbing dari PNJ, pembimbing di *Plant*, rekan kerja, dan teman-teman di EVE tentang sistem kontrol dan juga cara kerja dari *water spray* tersebut, sehingga menghasilkan ide-ide tentang teknis pelaksanaan modifikasi dan penyusunan laporan tugas akhir.

Saya mencoba mengkonfirmasi beberapa informasi yang bertautan dengan produksi kepada *Superintendent* serta *plant patroller* Produksi area *Kiln*. Informasi yang didapat adalah bagaimana fungsi alat tersebut dan pengaruhnya dalam proses. Diskusi tentang masalah yang dihadapi dalam pengoperasian 474-WS1 dan bagaimana saran dari *patroller* serta *Superintendent Kiln* untuk pelaksanaan Tugas Akhir. Saya berdiskusi pula dengan *leader* Tim *Hydraulic* untuk mengetahui rencana teknis pelaksanaan.

3. Metode Kepustakaan

Mempelajari informasi dan mencari data dari *manual book*, internet, atau sumber tertulis lainnya yang berhubungan dengan modifikasi dari *water spray* dan juga *clinker cooler*. *Modifikasi equipment* ini didasari oleh pentingnya kinerja dari *water spray* ini dalam membantu untuk mendinginkan *clinker* supaya suhu dan temperatur dari *clinker* yang keluar dari *outlet cooler* dapat mencapai suhu yang telah ditentukan. Modifikasi yang akan dilakukan ini akan menghasilkan penambahan step dan juga standar suhu untuk mengaktifkan *water spray* tersebut. Penambahan step untuk pengontrolan *water spray* ini membutuhkan data kepustakaan yang valid. Tujuan utama dari *modifikasi equipment* ini adalah untuk mengurangi terjadinya *coating material* yang akan menempel pada dinding *clinker cooler*. Karena apabila terjadi penumpukan *coating material* yang banyak, dan *coating* tersebut jatuh ke grade plate kemudian terbawa oleh grade plate menuju ke HRB akan menyebabkan terjadinya penumpukan *material* pada HRB. Hal ini dapat terjadi dikarenakan HRB tidak mampu bekerja secara optimal karena *coating* yang jatuh tersebut berukuran

besar dan sangat keras. Sehingga HRB tidak mampu untuk mengancurkannya, bahkan HRB dapat trip sehingga dapat menghambat proses produksi.

3. Pelaksanaan tugas akhir

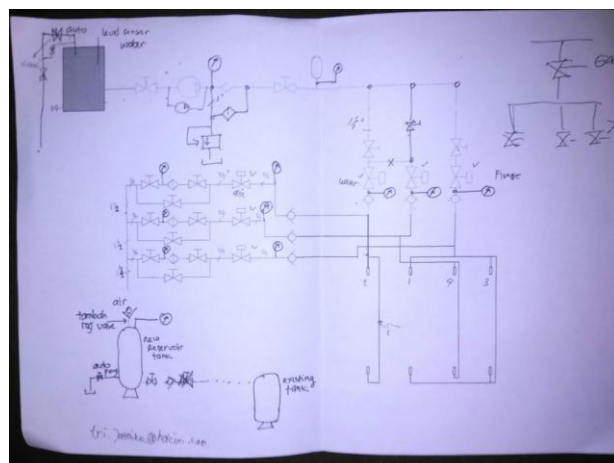
3.1 Kondisi Sebelum Modifikasi

Sebelum dilakukan modifikasi, *water spray* memiliki 3 *step* dalam sistem pengontrolannya. Sistem pengontrolan tersebut diatur melalui sensor suhu berupa *Thermocouple*. *Thermocouple* ini berfungsi sebagai pembaca suhu yang dapat mengaktifkan *solenoid* sesuai dengan settingannya. *Step 1* akan aktif ketika *thermocouple* membaca suhu 300°C. Sedangkan *step 2* akan aktif ketika *thermocouple* membaca suhu 325°C. *Step 3* akan aktif pada suhu 350°C. *Water spray* ini juga memiliki 8 buah *nozzle* yang diletakan 4 buah *nozzle* pada sisi utara *clinker cooler*, dan 4 buah *nozzle* pada sisi selatan *clinker cooler*. Untuk *step 1*, ada 2 buah *nozzle* yang aktif, sedangkan *step 2* 6 buah *nozzle*, dan untuk *step 3* 8 buah *nozzle* yang aktif. Hal ini sangat berpotensi untuk terjadinya penumpukan *material* pada dinding *clinker cooler* karena terlalu banyak air yang keluar dari *water spray* tersebut. *Coating* yang menempel pada dinding *clinker cooler* ini dapat mengganggu proses produksi ketika jatuh ke *grade plate* kemudian terbawa oleh *grade plate* menuju HRB. Ketika *coating* tersebut jatuh maka operator *kiln* akan segera menurunkan *feeding kiln* dari 560 tph menjadi 400 tph bahkan hingga 300-200 tph untuk mengantisipasi penumpukan material pada *grade plate*. Hal ini sangat merugikan produksi karena waktu yang terbuang dan juga jumlah clinker yang dapat di produksi juga semakin berkurang. Selain itu, untuk suhu dari clinker yang keluar dari cooler terkadang masih tinggi tidak sesuai dengan yang diharapkan.

3.2 Kondisi Saat Modifikasi

Modifikasi yang dilakukan pada *water spray* ini adalah dengan menambahkan *step* pada *water spray*. Hal ini dilakukan untuk mengurangi potensi terjadinya *coating material* pada dinding *clinker cooler*. Sebelum menambahkan *step*, langkah pertama yang harus dilakukan yaitu memahami prinsip kerja dari *water spray* tersebut. Kemudian memahami line piping yang sudah ada.

Berdasarkan pengamatan dari line piping yang sudah ada masih belum bisa dilakukan penambahan *step* pada *water spray*. Sehingga dibutuhkan modifikasi line piping yang baru untuk dapat menambahkan *step* pada *water spray* tersebut.



Gambar 1. Line Piping Baru

Setelah membuat line piping yang baru, selanjutnya memulai untuk mengaplikasikannya langsung pada *water spray*. Dibutuhkan solenoid tambahan untuk dapat menambahkan *step* pada *water spray* ini dari 3 *step*, menjadi 4 *step*. Langkah selanjutnya yaitu mengubah settingan temperatur pada setiap *step*nya. *Step* pertama akan aktif pada saat *thermocouple* membaca suhu 300°C, sedangkan *step 2* pada suhu 320°C, *step 3* pada suhu 340°C, *step 4* pada suhu 360°C. Setiap *step* memiliki

delay selama 30s. Maka apabila terjadi fluktuasi temperatur pada suhu 320°C, step 2 tidak akan langsung aktif, melainkan menunggu delay waktu selama 30s terlebih dahulu. Apabila thermocouple membaca temperatur 320°C selama lebih dari 30s, maka step 2 akan aktif. Untuk step 1, terdapat 2 buah nozzle yang aktif, step 2 terdapat 4 buah nozzle yang aktif, step 3 terdapat 6 buah nozzle, sedangkan step 4 terdapat 8 buah nozzle yang aktif. Hal ini dilakukan untuk mengurangi potensi terjadinya penumpukan material pada dinding clinker cooler dikarenakan banyaknya air yang keluar melalui nozzle water spray. Untuk memudahkan plant patroller mengetahui step berapa yang sedang aktif pada saat sedang beroperasi panel indikator water spray dipasang pada lokasi pemasangan water spray. Panel indikator ini pun dapat berfungsi untuk memudahkan plant patroller untuk melakukan inspeksi atau pengecekan secara berkala.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah modifikasi dilakukan, maka saya mengambil data feeding kiln sebagai pembandingan dari sebelum dan sesudah modifikasi dilakukan.

Tabel 1. Data Feeding Kiln

HOUR	SLC	FEED					REPORTED		FLOWMETER	
		ILC	SLC	DUST	LOW	FM	FEED TOTAL	PROD	FEED TOTAL	PROD
		H	T/H	T/H	T/H	T/H	T/H	T	T/H	T
09.01.2015 15.00	24.0	303	236	10	536	536	540	7806	452	6532
09.01.2015 16.00	24.0	294	235	5	531	531	529	7651	480	6937
09.01.2015 17.00	24.0	299	240	11	535	535	539	7796	520	6321
09.01.2015 18.00	24.0	288	239	13	520	520	529	7620	530	6879
09.01.2015 19.00	24.0	257	-47	4	447	447	210	3032	532	6378
09.01.2015 20.00	24.0	275	15	3	476	476	290	3129	534	6135
09.01.2015 21.00	24.0	279	26	1	488	488	305	3133	539	6934
09.01.2015 22.00	24.0	283	39	4	498	498	322	3149	543	6780
09.01.2015 23.00	24.0	294	49	5	498	498	343	3109	549	6478
09.01.2015 24.00	24.0	340	69	6	496	496	409	3284	570	6578
10.01.2015 01.00	24.0	362	83	7	531	531	445	3298	579	6590
10.01.2015 02.00	24.0	374	109	4	543	543	483	3310	586	6595
10.01.2015 03.00	24.0	384	118	6	485	485	502	3323	589	6582
10.01.2015 04.00	24.0	396	127	5	521	521	523	3489	596	6593
10.01.2015 05.00	24.0	403	186	3	531	531	589	3560	614	6680
10.01.2015 06.00	24.0	416	193	6	496	496	609	3690	619	6689
10.01.2015 07.00	24.0	425	230	7	486	486	655	3750	624	6696

Berdasarkan data diatas, terdapat penurunan *feeding* yang disebabkan karena jauhnya *coating material* pada *Hydraulic Roller Breaker (HRB)*. Penurunan *feeding* tersebut berdampak pada hasil produksi *clinker* yang dikeluarkan oleh *kiln*. Penurunan produksi ini juga sangat merugikan perusahaan karena penurunannya produksi *clinker* menyebabkan menurunnya produksi semen. Karena *clinker* merupakan bahan baku utama dari semen.

Setelah pengambilan data produksi *clinker* pada saat sebelum dilakukan modifikasi, maka selanjutnya adalah pengambilan data setelah dilakukan modifikasi.

Tabel 2. Data Feeding Kiln

HOUR	SLC	FEED					REPORTED		FLOWMETER	
		ILC	SLC	DUST	LOW	FM	FEED TOTAL	PROD	FEED TOTAL	PROD
	H	T/H	T/H	T/H	T/H	T/H	T	T/H	T	
09.02.2015 15.00	24.0	279	249	20	515	515	529	7644	535	7728
09.02.2015 16.00	24.0	288	239	13	520	520	527	7620	533	7705
09.02.2015 17.00	24.0	299	240	11	535	535	539	7796	545	7883
09.02.2015 18.00	24.0	294	235	5	531	531	529	7651	535	7737
09.02.2015 19.00	24.0	303	236	10	536	536	540	7806	546	7893
09.02.2015 20.00	24.0	306	233	2	543	543	539	7786	545	7874
09.02.2015 21.00	24.0	305	241	11	541	541	546	7392	552	7960
09.02.2015 22.00	24.0	396	226	7	520	520	522	7541	527	7626
09.02.2015 23.00	24.0	289	255	12	538	538	544	7866	550	7954
09.02.2015 24.00	24.0	288	260	13	541	541	548	7922	554	8011
10.02.2015 01.00	24.0	286	262	13	540	540	547	7915	554	8003
10.02.2015 02.00	24.0	289	258	9	544	544	547	7915	554	8004
10.02.2015 03.00	24.0	285	254	8	538	538	540	7306	546	7393
10.02.2015 04.00	24.0	267	257	14	536	536	545	7874	551	7961
10.02.2015 05.00	24.0	285	259	23	527	527	544	7865	550	7950
10.02.2015 06.00	24.0	285	259	20	530	530	544	7867	550	7953
10.02.2015 07.00	24.0	285	255	16	530	530	540	7810	546	7896

Berdasarkan data diatas, dapat disimpulkan bahwa modifikasi dari *step water spray* dapat berpengaruh terhadap produksi *clinker*. Hal ini dikarenakan potensi terjadinya *coating material* telah berkurang. Sehingga operator dapat meningkatkan *feeding kiln*. Sebelum dilakukan modifikasi, *feeding kiln* dapat menurun dikarenakan adanya *coating material* dari 500 tph hingga 200 tph. Tetapi, setelah dilakukan modifikasi, *feeding kiln* dapat stabil pada 500 tph hingga 600 tph.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data feeding kiln yang diperoleh dari Technical Information System (TIS), maka modifikasi penambahan *step water spray* ini dapat mengurangi potensi terjadinya *coating material* yang menepel pada dinding *clinker cooler*. Sehingga potensi terjatuhnya *coating* yang dapat menghambat kinerja HRB dapat berkurang dan produksi pun dapat berjalan dengan lancar.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Society for Testing and Material C109M-13: Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement
- [2] Kohlhaas, B. 1983. Cement Engineers' Handbook. Bauverlag GmbH, 4th Ed. Chapter VI: 145-146
- [3] Perry, J.H, 1950, "Chemical Engineering Handbook", 6th ed, Mc Graw Hill Book Company Inc, New York.
- [4] Richardo, Ivan. Dan Hasudungan S. 2006. "Proses Pembuatan Semen di Unit Nr 4 PT. Holcim Indonesia tnk", Jurusan Teknik Kimia FT. UNTIRTA, Cilegon

Pengaruh kandungan magnesium oksida terhadap *burnability*

Bayu Bakti Pradana¹; Sugeng Mulyono²

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

2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

bayubpradana@gmail.com

Abstrak

Proses pembuatan terak dalam semen berasal dari bahan batu kapur, tanah liat, pasir kuarsa dan pasir besi. Kandungan kimia pada batu kapur mempengaruhi hasil pembakaran untuk membuat terak. Penggunaan batu kapur dalam bahan baku mencapai lebih dari 80%. Pada tambang Pabrik Holcim Tuban memiliki batu kapur dengan tinggi kadar magnesium oksida (MgO) atau disebut dolomit. Untuk memaksimalkan umur tambang maka harus dipergunakan dolomit semaksimal mungkin. Untuk mengetahui dampak penggunaan dolomit pada proses produksi terak maka perlu dilakukan pengujian *Burnability*. *Burnability* merupakan ukuran yang menunjukkan mudah atau sukarnya transfer panas pada proses pembakaran bahan baku menjadi terak. Pengujian ini dimulai dari pembuatan susunan komposisi sampel material untuk menjadi bahan baku dengan kandungan MgO yang bervariasi. Dalam pembuatan bahan baku perlu diperhatikan modulus LSF, SM, dan AM yang similiar antara sampel satu dengan yang lain. Diharapkan dengan nilai LSF, SM dan AM yang similar akan mendapatkan hasil dari adanya kandungan MgO dalam proses pembakaran. Sample bahan baku yang terbentuk akan dibakar dalam tungku pembakar seperti keadaan di tanur untuk menjadi terak. Terak yang terbentuk akan dianalisa kandungan kimia dan kapur bebasnya. Setelah mengetahui hasil kualitas terak besi, maka diketahui bagaimana pengaruh MgO terhadap *Burnability*. Diharapkan hasil pembakaran tepung baku pada tes *Burnability* dapat digunakan sebagai acuan untuk membuat clinker yang sesuai standar. Sehingga penggunaan dolomit akan maksimal dan umur tambang menjadi panjang.

Kata kunci : tambang, dolomit, *burnability*, terak besi, dan magnesium oksida.

Abstract

Material to produce of clinker in the cement are limestone, clay, silica sand and iron sand. Chemical contain of limestone influences the result of burning to produce clinker. Limestone usage at raw material about more than 80%. Limestone quarry in Holcim Tuban Plan has limestone with high magnesium oxide contain that called dolomit. To maximally the quarrying time should use dolomit at raw material maximally. To know how the effect dolomit usage at the clinker production must do a *burnability* test. *Burnability* is value that show the heat transfer level at burning process of raw material become clinker. This test is started from making the structure of raw materials composition become raw meal with variation of magnesium oxide contain. At the produce of raw meal process, must be concern on LSF, SM and AM value must be similar each other. When the LSF, SM and AM values are similar each other, it will get the result from the effect of MgO contain in burning process. Samples of raw meal that made will burned at the furnace that likes in the kiln condition become clinker. Clinker that formed will be analyzed. After know the result of clinker quality, the effect of MgO at *Burnability* can show. Writter hope the result of raw mill burning at *Burnability* test can used as set point to make clinker according the standart. Then, the usage of dolomit will maximally and the quarrying time will be longer.

Key words : quarry, dolomit, *burnability*, clinker, and magnesium oxide

I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Tambang PT. Holcim Indonesia pabrik Tuban memiliki tambang batu kapur yang terbagi dalam dua kualitas yaitu high grade dan low grade. Tambang high grade mengandung tinggi CaO dan zat pengotor yang rendah. Tambang low grade mengandung rendah CaO dan tinggi zat pengotor berupa MgO. Pemakaian batu kapur dalam komposisi pembuatan terak besi adalah $\geq 80\%$, sehingga akan mempengaruhi kualitas terak besi yang dihasilkan. Saat ini batu kapur yang digunakan untuk komposisi adalah high grade. Hal ini dapat menyebabkan umur tambang semakin berkurang. Untuk memperpanjang umur tambang harus memaksimalkan penggunaan batu kapur low grade.

Maka diperlukan eksperimen mengenai dampak MgO pada *burnability*. Dalam eksperimen ini, akan dibuat sample tepung baku dengan nilai MgO yang bervariasi dan nilai LSF, SM dan AM yang similar dan akan dibakar sesuai kondisi pada tanur menjadi terak besi. Terak besi yang dihasilkan akan dilihat kandungan kimianya. Eksperimen ini bertujuan untuk mengetahui efek MgO pada pembakaran dan kualitas terak besi. Setelah mengetahui hal ini, maka hasil eksperimen ini dapat

dijadikan acuan untuk membuat clinker yang sesuai standar. Sehingga penggunaan dolomit akan maksimal dan umur tambang akan semakin panjang.

II. EKSPERIMEN

Untuk mengetahui efek MgO dalam pembakaran, penulis akan melakukan eksperimen berupa tes *burnability*. Tes *burnability* dengan standar HGRS Code : W1-303.1 ; Task :T1-303. Eksperimen ini berawal dari pembuatan beberapa sampel tepung baku yang memiliki kandungan MgO yang bervariasi dan nilai LSF, SM dan AM yang similar. Sample tepung baku akan dibakar pada pengelasan disesuaikan dengan kondisi di tanur PT. Holcim Tuban Plant.

Objek penelitian dalam eksperimen ini adalah bahan baku utama dan korektif pembuatan terak besi, yaitu batu kapur, tanah liat, pasir silika dan pasir besi. Sample batu kapur dan tanah liat yang digunakan berasal dari tambang PT Holcim Indonesia Tuban Plan. Sample batu kapur yang digunakan terdiri dari dua jenis yaitu *high grade* dan *low grade*. Sample pasir silika berasal dari daerah Bancar, Tuban. Sample pasir besi berasal dari Cilacap, Jawa Tengah.

Tahapan eksperimen ini dimulai dari pengumpulan informasi dan data mengenai referensi dan tahapan yang dibutuhkan dalam eksperimen ini. Tahap selanjutnya yaitu mengenai pengumpulan dan identifikasi sample yang dibutuhkan dalam eksperimen ini. Sample yang sudah terkumpul akan dilakukan pengujian *Test Mill* untuk dilakukan penyeragaman ukuran.

Untuk membuat tepung baku maka perlu dilakukan kalkulasi untuk menentukan proporsi material yang memiliki kadar MgO yang bervariasi serta nilai LSF, SM dan AM yang similar tiap-tiap sample. Proporsi ini dibagi menjadi dua bagian yaitu proporsi premik dan tepung baku. Bila kalkulasi proporsi sudah sesuai target maka perlu dilakukan homogenisasi material sesuai kalkulasi proporsi. Untuk membuktikan bahwa tepung baku sesuai target, maka diperlukan pengujian kandungan kimia dengan X-Ray. Tepung baku yang sudah sesuai dengan target siap untuk dilakukan *Burnability Test*.

Burnability test dengan standar HGRS Code : W1-303.1 ; Task :T1-303, *Peter Buerki, 2007*. Saat *Burnability Test*, tepung baku akan dibakar hingga menjadi terak besi. Terak besi yang sudah jadi akan dihaluskan dalam tahap *Grinding Test* menggunakan *Herzog Mill*. Terak besi yang sudah halus akan dianalisis pada mesin X-Ray untuk dilihat kandungan kimianya dan pengujian kapur bebas dengan metode titrasi. Data mengenai kandungan kimia pada tepung baku, terak besi dan pengujian titrasi akan dikaji lebih lanjut. Hasil kajian ini berupa korelasi hubungan kandungan MgO terhadap tingkat *burnability* yang terjadi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Informasi dan Identifikasi Sampel

Sampel yang dipakai dalam eksperimen ini adalah milik PT. Holcim Indonesia Tuban Plant. Sampel ini terdiri dari batu kapur, tanah liat, pasir silika dan pasir besi. Sample batu kapur yang dipakai terdiri dari tiga macam sample yaitu batu kapur *high grade*, batu kapur *low grade* untuk premik dan batu kapur *high grade* untuk koreksi pada tepung baku. Sample batu kapur merupakan hasil pengeboran pada tanggal 18 Maret 2015 oleh Departemen Tambang milik Tuban *Plant*. Sampel tanah liat berasal dari tambang Tuban *Plant*. Sample tanah liat merupakan hasil penambangan pada tanggal 12 November 2014 oleh Departemen Tambang milik Tuban *Plant*. Sample pasir silika dan pasir besi didatangkan dari luar pabrik. Berikut ini adalah kandungan kimia bahan baku yang akan digunakan dalam eksperimen ini.

Tabel 1 Kandungan kimia bahan baku

Material	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Keterangan
	%	%	%	%	%	
Batu kapur	1,52	1,41	0,42	54,27	0,24	<i>High grade</i> untuk premik
Batu kapur	0,21	0,19	0,14	43,42	14,40	<i>Low grade</i> untuk premik
Tanah liat	56,99	14,56	5,77	4,75	1,75	Untuk premik
Pasir silika	89,98	4,72	0,90	0,84	0,23	Untuk tepung baku
Pasir besi	7,73	3,81	70,70	0,82	2,84	Untuk tepung baku

Batu kapur	1,23	1,01	0,32	54,68	0,38	Korektif untuk tepung baku
------------	------	------	------	-------	------	----------------------------

2. Hasil Test Mill

Test mill berfungsi sebagai penyeragam ukuran semua material. Setelah semua material dipanaskan selama 24 jam, kadar H₂O dalam material akan hilang. Sampel yang sudah kering akan di test Mill menggunakan mesin *herzorg mill* hingga mencapai residu kurang dari 16% pada ayakan R90 µm. *Sieving* merupakan hal penting untuk mengetahui tingkat kehalusan material hasil dari *test mill*. *Seiving test* menggunakan alat *Air Jet Sieve* dengan tekanan 2000 pa selama 4 menit dengan berat sample 50 gram pada ayakan R90 µm.

Berikut ini adalah hasil *test mill* untuk tiap-tiap material :

Tabel 2 Hasil residu test mill pada ayakan R 90µm

Material	Residu
Batu kapur <i>high grade</i> untuk Premik	11,59 %
Batu kapur <i>high grade</i> untuk corrective	15,84 %
Batu kapur <i>low grade</i>	14,22 %
Tanah liat	12,73 %
Pasir silika	12,32 %
Pasir besi	15,30 %

3. Penentuan Proporsi Premik dan Tepung Baku

Premik merupakan campuran antara batu kapur *high grade*, batu kapur *low grade* dan tanah liat. Berikut ini adalah kalkulasi penentuan proporsi premik beserta kandungan kimia yang diharapkan menurut *Fasil Alemayehu dan Omprakash Sahu, 2013*:

Tabel 3 Kalkulasi proporsi premik.

Material	Prx 1	Prx 2	Prx 3	Prx 4	Prx 5	Prx 6	Prx 7	Prx 8	Prx 9	Prx 10
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
HGLS	79,30	76,00	71,50	67,70	63,70	59,80	54,90	50,00	45,20	40,30
LGLS	0,00	3,50	8,00	12,00	16,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00
Tanah	20,70	20,50	20,50	20,30	20,30	20,20	20,10	20,00	19,80	19,70

Tabel 4 Kandungan kimia premik yang diharapkan

Material	Si	Ca	Fe	Al	MgO	LSF	SM	AM
	%	%	%	%	%	%	%	%
Premix 1	13,00	44,02	1,53	4,13	0,55	104,13	2,3	2,71
Premix 2	12,85	43,74	1,51	4,06	1,05	104,79	2,31	2,7
Premix 3	12,79	43,25	1,49	4,01	1,68	104,21	2,32	2,68
Premix 4	12,62	42,92	1,47	3,93	2,25	104,82	2,34	2,67
Premix 5	12,57	42,48	1,46	3,88	2,81	104,30	2,35	2,66
Premix 6	12,46	42,1	1,44	3,82	3,38	104,34	2,37	2,65
Premix 7	12,34	41,6	1,43	3,75	4,08	104,25	2,39	2,63
Premix 8	12,22	41,11	1,41	3,67	4,79	104,16	2,41	2,61
Premix 9	12,22	40,67	1,38	3,59	5,49	104,67	2,42	2,6
Premix 10	11,92	40,17	1,36	3,51	6,2	104,58	2,45	2,58

Keterangan

Prx : Premix

HGLS : High grade limestone untuk premik

LGLS : Low grade limestone untuk premik

Tepung baku dibuat dari campuran premik dengan pasir silika, pasir besi dan batu kapur high grade sebagai korektif. Berikut ini adalah kalkulasi penentuan proporsi tepung baku beserta kandungan kimia yang diharapkan :

Tabel 5 Kalkulasi proporsi tepung baku

Material	RM 1	RM 2	RM 3	RM 4	RM 5	RM 6	RM 7	RM 8	RM 9	RM 10
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Premix	88,5	89	89,7	90,3	90,9	91,5	93,3	94	95,9	98,15
Pasir Silika	2,5	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	1,8	1,7	1,3	1,1
Pasir Besi	1	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,75
Batu kapur	8	7,5	7	6,5	6	5,5	4	3,5	2	0

Tabel 6 Kandungan kimia tepung baku yang diharapkan

Material	LSF	SM	AM	MgO
	Ratio	Ratio	Ratio	%
Tepung Baku 1	96,41	2,32	1,85	0,55
Tepung Baku 2	96,35	2,33	1,84	0,99
Tepung Baku 3	96,04	2,36	1,89	1,57
Tepung Baku 4	96,49	2,36	1,87	2,08
Tepung Baku 5	96,06	2,36	1,86	2,61
Tepung Baku 6	96,07	2,36	1,85	3,14
Tepung Baku 7	96,03	2,34	1,83	3,85
Tepung Baku 8	96,08	2,38	1,88	4,54
Tepung Baku 9	96,04	2,38	1,86	5,3
Tepung Baku 10	96,01	2,36	1,88	6,11

Keterangan

RM : Raw Meal (Tepung Baku)

4. Hasil analisis tepung baku menggunakan X-Ray

Material yang telah dicampur dan membentuk tepung baku terlebih dahulu dihomogenkan dengan mesin turbula selama 5 menit. Sample yang sudah homogen akan dicetak menjadi pelet untuk dicek kandungan kimianya dengan mesin X-Ray. Tepung baku akan dipreparasi secara otomatis menjadi pelet pada mesin APM (Automatic Pallet Machine). Palet yang sudah jadi masuk dengan sendirinya ke mesin X-Ray.

Berikut ini hasil analisis tepung baku (RM) menggunakan mesin X-Ray :

Tabel 7 Kandungan kimia tepung baku dengan kandungan MgO yang bervariasi.

Sample ID	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	LSF	SM	ALM
	%	%	%	%	%	ratio	ratio	ratio
RM 1	14,41	3,42	2,1	42,37	0,57	92,65	2,61	1,63
RM 2	14,40	3,41	2,11	42,15	0,87	92,17	2,61	1,61
RM 3	14,23	3,36	2,04	41,76	1,44	92,51	2,63	1,65
RM 4	14,16	3,32	2,05	41,52	1,86	92,43	2,64	1,62
RM 5	13,72	3,26	2,02	41,35	2,31	94,91	2,60	1,62
RM 6	13,70	3,25	2,03	40,98	2,84	94,19	2,59	1,60
RM 7	13,70	3,20	2,07	40,32	3,50	92,72	2,60	1,55
RM 8	13,49	3,13	1,99	39,97	4,10	93,46	2,64	1,57
RM 9	13,14	3,09	1,99	39,72	4,78	95,19	2,58	1,55
RM 10	13,00	3,06	2,01	39,05	5,64	94,5	2,57	1,52

Hasil X-Ray tepung baku menunjukkan bahwa nilai LSF, SM dan AM similar karena memiliki nilai deviasi yang rendah menurut Hukum *Bogue*. Tepung baku siap untuk dibakar menjadi terak besi karena sesuai target.

5. Hasil Analisis Terak Besi Menggunakan X-Ray.

Tepung baku yang sudah homogen dicampur sedikit air untuk dibuat bulat-bulat dengan diameter sekitar 0.5 cm. Bulatan tepung baku dioven selama 24 jam pada suhu 100°C untuk mengurangi kadar H₂O. Tepung baku yang sudah kering siap dibakar di tungku pada suhu 1400°C selama 15 menit. Tepung baku akan berubah menjadi terak besi karena mengalami reaksi kimia selama ada di tungku pembakar. Terak besi yang sudah jadi didinginkan di desikator agar tidak terkontaminasi dengan H₂O hingga menjadi dingin. Haluskan terak besi yang sudah dingin pada *Herzorg Mill* selama 30 detik. Sample yang sudah halus dibagi menjadi dua yaitu untuk uji X-Ray dan titrasi. Untuk uji X-Ray, timbang 10 gram sample dan masukkan ke mesin press untuk dibuat menjadi pelet. Pelet yang sudah jadi siap dianalisis menggunakan mesin X-Ray. Sisi sample akan digunakan untuk titrasi menentukan kadar kapur bebas.

Berikut ini adalah hasil analisa terak mesin menggunakan metode X-Ray :

Tabel 8 Kandungan kimia terak besi.

Sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MGO	LSF	SM	ALM
	%	%	%	%	%	ratio	ratio	ratio
Terak 1	24,41	5,44	3,3	65,81	0,76	85,55	2,79	1,65
Terak 2	23,51	5,67	3,35	65,16	1,4	87,22	2,61	1,69
Terak 3	22,73	5,56	3,27	65,39	2,33	90,4	2,57	1,7
Terak 4	21,58	5,41	3,21	65,48	3,24	95,04	2,5	1,69
Terak 5	22,26	5,57	3,29	63,92	4,13	89,98	2,51	1,69
Terak 6	20,92	5,36	3,21	64,58	5,14	96,39	2,44	1,67
Terak 7	20,54	5,34	3,24	63,98	6,38	97,06	2,39	1,65
Terak 8	20,14	5,34	3,14	63,58	7,28	98,23	2,38	1,7
Terak 9	19,53	5,27	3,14	63,01	8,98	100,1	2,32	1,68
Terak 10	19,04	5,23	3,17	61,92	10,51	100,61	2,27	1,65

6. Hasil Analisis Kapur Bebas Dengan Metode Titrasi

Tahap – tahap titrasi untuk membuktikan adanya kapur bebas dalam terak besi sesuai sesuai GL 5011 version 1.2 Tuban Plant PT Holcim Indonesia adalah sebagai berikut :

- a. Timbang 1,0 gram sampel dengan ketelitian 0,1 mg ke dalam gelas *Erlenmeyer* 200 cc.
- b. Tambahkan 40 cc larutan propanol gliserol.
- c. Kocok sampai homogeny lalu panaskan di atas pemanas pasir/hot plate dengan menggunakan pendingin tegak.
- d. Setelah timbul warna merah, titrasi dengan Ammonium Asetat kemudian panaskan lagi.
- e. Setiap warna merah masih timbul, titrasi masih harus dilanjutkan sampai tidak timbul warna merah lagi.
- f. Hitung volume Ammonium Asetat yang dipakai untuk titrasi.
- g. Catat volume penitran yang dibutuhkan (V)

Perhitungan:

$$\text{Kapur bebas} = \frac{v \times f}{s} \times 100 \%$$

v : Volume

f : factor = $\frac{\text{massa CaO}}{\text{volume Amonium asetat}}$

S : berat sample

Berikut ini adalah hasil uji titrasi terak besi adalah sebagai berikut:

Tabel 9 Hasil kapur bebas uji titrasi pada terak besi.

Sample ID	Volume Titrasi	Kapur Bebas
	ml	%
Terak 1	7,56	5,03
Terak 2	7,15	4,75
Terak 3	6,65	4,42
Terak 4	5,92	3,94
Terak 5	5,25	3,49
Terak 6	5,55	3,69
Terak 7	5,43	3,61
Terak 8	5,36	3,56
Terak 9	5,21	3,46
Terak 10	5,11	3,4

Range CaO_f	Burnability
0 - 2 %	very good
2 - 4 %	good
4 - 6 %	moderate
6 - 8 %	poor
above 8 %	very poor

Gambar 1 Hubungan Kapur Bebas dengan Burnability menurut Peter Burki, 2007.

7. Korelasi Hasil X-Ray Tepung Baku dan Uji Titrasi

Berikut ini adalah korelasi hasil X-Ray dengan uji titrasi :

Tabel 10 Korelasi hasil X-Ray dengan uji titrasi

Sample	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MGO	LSF	SM	ALM	FcaO
	%	%	%	%	%	ratio	ratio	ratio	%
Sampel 1	14,41	3,42	2,1	42,37	0,57	92,65	2,61	1,63	5,03
Sampel 2	14,40	3,41	2,11	42,15	0,87	92,17	2,61	1,61	4,75
Sampel 3	14,23	3,36	2,04	41,76	1,44	92,51	2,63	1,65	4,42
Sampel 4	14,16	3,32	2,05	41,52	1,86	92,43	2,64	1,62	3,94
Sampel 5	13,72	3,26	2,02	41,35	2,31	94,91	2,60	1,62	3,49
Sampel 6	13,70	3,25	2,03	40,98	2,84	94,19	2,59	1,60	3,69
Sampel 7	13,70	3,20	2,07	40,32	3,50	92,72	2,60	1,55	3,61
Sampel 8	13,49	3,13	1,99	39,97	4,10	93,46	2,64	1,57	3,56
Sampel 9	13,14	3,09	1,99	39,72	4,78	95,19	2,58	1,55	3,46
Sampel 10	13,00	3,06	2,01	39,05	5,64	94,50	2,57	1,52	3,40

Dari data korelasi uji kandungan kimia dengan X-Ray dan uji titrasi untuk mengetahui kapur bebas di atas didapatkan bahwa dengan bertambahnya kadar MgO pada tepung baku maka nilai kapur bebasnya (*F.CaO*) akan berkurang. Penurunan kandungan kapur bebas pada terak besi menunjukkan nilai *burnability* semakin baik, sesuai *Burnability Test* oleh *Peter Burrki*.

IV. KESIMPULAN

- Semakin tinggi kadar MgO dalam tepung baku semakin rendah kadar CaO sehingga untuk mencapai nilai LSF, SM dan AM yang similar maka SiO₂, Al₂O₃ dan Fe₂O₃ mengikuti rendah.
- Semakin tinggi kadar MgO dalam tepung baku mengakibatkan peningkatan nilai *burnability* karena adanya penurunan kandungan *calcilite* dan *quartz* pada tepung baku sehingga tepung baku mudah direaksikan pada suhu 1400°C.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fasil Alemayehu, Omprakash Sahu, *Minimization of Variation in Clinker Quality, Advances in Materials*. Department of Chemical Engineering, KIOT, Wollo University, Kombolcha, Ethiopia, 2013. Vol. 2, No. 2, pp. 23-28.
- [2] Peter Burki, *Burnability Test*, Holcim Group Support, Ltd, March, 2007.
- [3] *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2010 Vol II, WCECS 2010*, San Francisco, USA, October 20-22, 2010. Article by: Mohamed A. Aldieb, Hesham G. Ibrahim, “*Variation of Feed Chemical Composition and Its Effect on Clinker Formation–Simulation Process*”.
- [4] Surya, Lukman Hadi, *Proses Perolehan Literatur*, FMIPA Universitas Indonesia, 2008.

Modifikasi sistem cleaning bag cleaner 662-bn1 pt holcim tuban

Ajmal Rizqi Ramadlana; Dewin Purnama.
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
ajmal.rizqi.ramadlana@gmail.com

Abstrak

Bag Cleaner merupakan equipment yang berfungsi untuk membersihkan debu yang menempel pada permukaan kantong semen. System cleaning pada bag cleaner menggunakan semburan udara yang berasal dari blower fan dan hisapan debu dari unit bag filter. Akan tetapi udara yang di hasilkan blower fan tidak cukup kuat untuk membersihkan debu yang menempel pada permukaan kantong semen. Sehingga masih terdapat debu yang menempel pada permukaan kantong semen setelah proses cleaning oleh bag cleaner.

Untuk itu perlu di lakukan modifikasi pada system cleaning bag cleaner. Hal ini dapat dilakukan dengan reposisi nozzle udara dari blower fan dan penginstallan alat sapu yang berfungsi untuk membersihkan sisa debu yang masih menempel pada permukaan kantong semen. Alat sapu ini akan diinstall setelah proses cleaning kantong semen menggunakan semburan udara. Maka nozzle udara akan di letakkan lebih ke depan, dan letak alat sapu berada setelah nozzle udara. Dengan adanya modifikasi ini dapat dipastikan sisa debu yang masih menempel pada permukaan kantong semen bisa berkurang. Sehingga permukaan kantong semen menjadi lebih bersih.

Kata kunci : Kantong semen kotor, System Cleaning kantong semen, Alat sapu, Nozzle outlet udara.

Abstract

Bag Cleaner is an equipment which has function to clean dust from cement bag surface. The cleaning system of bag cleaner is using blower fan to blow air and sucking dust from bag filter unit. However, the air produced by the blower fan is not strong enough to clean dust from cement bag surface. So, there is still dust on the cement bag surface even after the cleaning process of bag cleaner.

Therefore, a modification on the bag cleaner's cleaning system is needed. This modification can be done by repositioning the outlet air nozzle, and installing a brush sweeper to clean the remaining dust on cement bag surface. This brush will be installed after the cleaning process of cement bag using blower air. So, the outlet air nozzle will be put more to the front, and the brush will be put after the output air nozzle.

It is hoped that after this modification is done, the remaining dust on cement surface will decrease. Therefore, the surface of the cement bag become cleaner.

Keywords : Dirty Cement Bag, Cement Bag Cleaning System, Brush Sweeper, Outlet Air Nozzle.

I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Bag Cleaner merupakan equipment yang berfungsi untuk membersihkan permukaan kantong yang telah berisi semen. Debu semen yang menempel tentunya menyebabkan permukaan kantong semen terlihat kotor. Oleh karena itu harus dibersihkan agar kantong semen terlihat bersih dari kotoran yang menempel.

Di dalam unit Bag Cleaner terdapat Belt Conveyor (BC) yang berfungsi untuk mengangkut kantong yang telah berisi semen. Kantong semen yang berada di atas BC akan di sembur oleh udara bertekanan yang berasal dari blower. Kotoran debu semen yang menempel akan lepas dari permukaan kantong semen. Kemudian debu semen yang berterbangan akibat semburan udara bertekanan akan dihisap oleh Bag Filter agar kotoran debu tidak kembali menempel pada permukaan kantong semen dan agar tidak mencemari lingkungan. Sehingga yang diharapkan adalah setelah keluar dari bag cleaner kantong semen bersih dari debu semen yang menempel.

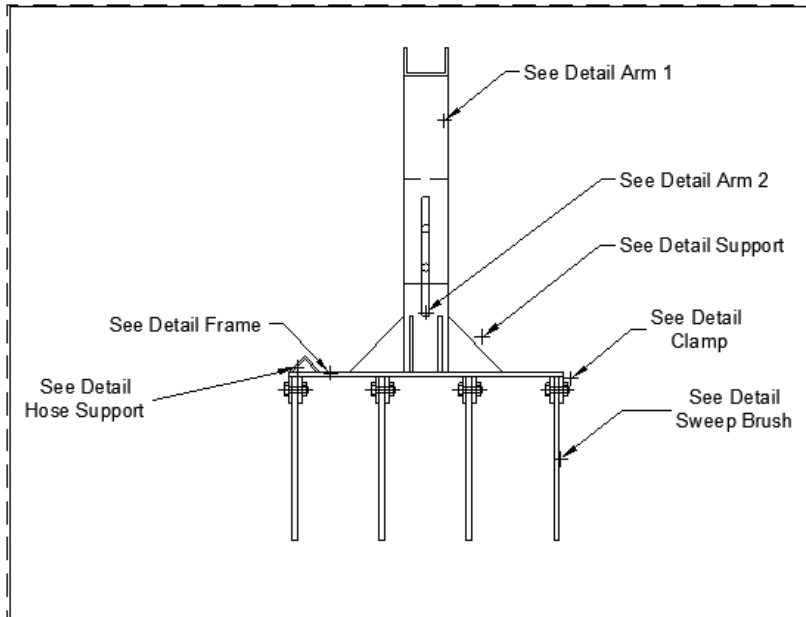
Malfungsi pada system cleaning bag cleaner menyebabkan kantong semen yang keluar dari bag cleaner masih kotor. Masih terdapat debu semen yang menempel pada permukaan kantong semen.

Perlu dilakukan modifikasi pada system cleaning bag cleaner. System cleaning berupa brush sweeper efektif digunakan. Brush sweeper ini diinstal setelah kantong semen melalui proses pembersihan menggunakan semburan udara yang berasal dari blower. Debu semen yang masih menempel akan di sapu menggunakan brush sweeper. Sehingga yang diharapkan sisa debu yang menempel pada permukaan kantong semen berkurang.

II. EKSPERIMEN

Metode yang dilakukan dalam modifikasi sistem cleaning bag cleaner adalah sebagai berikut :

- Observasi lapangan
Observasi lapangan dilakukan dengan tujuan mengetahui kondisi sesungguhnya dari permasalahan yang sedang terjadi pada equipment 662-BN1. Mengamati malfungsi yang terjadi pada sistem cleaning equipment 662-BN1. Dan pengambilan data yang mendukung dalam proses pengerjaan project.
- Menggambar design
Menggambar design bertujuan untuk mempermudah proses fabrikasi, dan assembly di lapangan. Ukuran dimensi gambar harus sesuai dengan data yang diperoleh.



Gambar 1 Gambar design over view brush sweeper

- Fabrikasi dan assembly
Fabrikasi dan assembly dilakukan sesuai dengan gambar design yang telah dibuat. Tools yang memadai diperlukan untuk memperlancar proses fabrikasi dan assembly. Setelah proses fabrikasi dilakukan di workshop, maka langkah selanjutnya adalah assembly di lapangan.



Gambar 2 Proses fabrikasi di mechanical workshop

- Metode pengetesan
Untuk mengetahui keberhasilan modifikasi ini disusun prosedur pengujian dalam tugas akhir modifikasi system cleaning bag cleaner ini. Pengujian dilakukan dengan

membandingkan berapa banyak jumlah debu semen yang masih menempel pada permukaan kantong semen sebelum dan sesudah proses modifikasi.

Prosedur pengujiannya sebagai berikut:

- Prosedur pengujian sebelum proses modifikasi
- 1. Menyiapkan alat-alat yang akan digunakan untuk menguji (kuas, wadah penampung, kantong plastik dan timbangan).
- 2. Mengumpulkan debu semen yang masih menempel pada permukaan kantong semen menggunakan kuas.
- 3. Setelah debu terkumpul, debu semen dimasukkan ke dalam wadah penampung.
- 4. Melakukan langkah 2 dan 3 pada permukaan kantong yang lain (pemilihan kantong dilakukan secara acak (random)).
- 5. Mengambil sampling dilakukan pada 10% total jumlah produksi kantong semen per shift (15 bag).
- 6. Mengumpulkan semua debu semen sampling pada sebuah wadah penampung.
- 7. Memasukkan sampling ke dalam kantong plastik.
- 8. Meimbang dan mencatat hasil sampling.



Gambar 3 Pengambilan sampling sisa debu

- Prosedur pengujian sesudah proses modifikasi
- 1. Menyiapkan alat-alat yang akan digunakan untuk menguji (kuas, wadah penampung, kantong plastik dan timbangan).
- 2. Mengumpulkan debu semen yang masih menempel pada permukaan kantong semen menggunakan kuas.
- 3. Setelah debu terkumpul, debu semen dimasukkan ke dalam wadah penampung.
- 4. Melakukan langkah 2 dan 3 pada permukaan kantong semen yang lain (pemilihan kantong semen dilakukan secara acak (random)).
- 5. Pengambilan berapa banyak jumlah kantong sampling sama dengan berapa banyak jumlah kantong sampling sebelum proses modifikasi (15 bag / shift).
- 6. Mengumpulkan semua debu semen sampling pada sebuah wadah penampung.
- 7. Memasukkan ke dalam kantong plastik.
- 8. Menimbang dan mencatat hasil sampling.
- 9. Membandingkan dengan hasil sebelum dilakukan proses modifikasi.

Apabila berat hasil pengujian yang didapat setelah proses modifikasi lebih kecil dari sebelum proses modifikasi, maka proses modifikasi bisa dikatakan berhasil.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pengujian dengan membandingkan berat

Hasil pengujian dengan membandingkan berat sisa debu semen yang menempel pada permukaan kantong semen sebelum dan sesudah proses modifikasi dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Sebelum Modifikasi

Tabel 2. Hasil Pengujian Sesudah Modifikasi

Hasil Pengujian Sebelum Modifikasi		
Sampling Hari Ke	Berat	Satuan
1	86.53	Gram
2	79.27	Gram
3	95.72	Gram
4	90.38	Gram
5	88.91	Gram
Total	440.81	Gram
Rata-Rata	88.162	Gram

Hasil Pengujian Sesudah Modifikasi		
Sampling Hari Ke	Berat	Satuan
1	14.75	Gram
2	18.73	Gram
3	15.41	Gram
4	15.89	Gram
5	18.16	Gram
Total	82.94	Gram
Rata-Rata	16.588	Gram

Gambar 4 Tabel pengujian sampling debu semen sebelum dan sesudah modifikasi

Pengambilan sample sebelum dan sesudah dilakukan modifikasi dilakukan masing-masing selama 5 hari. Pengambilan sample di lakukan setiap shift produksi (8jam produksi / hari) pada 15 kantong semen secara acak. 15 kantong merupakan 10% dari total satu line produksi kantong semen per shift.

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa jumlah sisa debu yang menempel pada permukaan kantong setelah dilakukan modifikasi mengalami penurunan.

2. Tampilan kantong semen

Tampilan Kantong semen sesudah dan sebelum proses modifikasi seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6 :



Gambar 5 Kondisi kantong semen sebelum dilakukan proses modifikasi



Gambar 6 Kondisi kantong semen sesudah dilakukan proses modifikasi

Tampilan kantong semen sebelum dilakukan proses modifikasi pada system cleaning 662-BN1 terlihat kotor. Sedangkan setelah dilakukan proses modifikasi terlihat lebih bersih.

IV. KESIMPULAN

- a. Setelah proses modifikasi sisa debu semen yang menempel pada permukaan kantong semen mengalami pengurangan. Sisa debu semen yang menempel berkurang 81,2% sebelumnya.
- b. Permukaan kantong semen menjadi lebih bersih di tinjau dari jumlah debu semen yang menempel pada permukaan kantong semen setelah proses modifikasi menjadi berkurang.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Polysius, Translation of the Original Instructions Operating Instructions, Bag Positioning Conveyor manual, 2012.
- [2] Konrad Reitz Ventilatoren, Translation of the Original Instructions Operating manual Single Stage Radial Fan MXE, Operating Manual Radial Fan MXE, 2009.
- [3] Holcim TnD, Materi Training Finish Mill & Dispatch Area, Haver & Boecker Packer Machine Data Sheet, 2013.

Optimalisasi mesin *palletizer* untuk mencapai kapasitas mesin 4000*bag*/jam

Issantio saputro¹; Rudi edial²

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen,
2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta,
Moch.issantio@gmail.com

Abstrak

PT. Holcim Indonesia Tbk. Pabrik Cilacap melakukan proses pengepakan semen *bag* dengan mesin *palletizer*. Disinilah akan diproses untuk penataan semen *bag* di *pallet* sebelum dikirimkan ke gudang-gudang tempat penyimpanan sementara, agar terlihat rapih dan lebih cepat dalam penataan. Setelah diletakan di *pallet* selanjutnya *pallet* itu akan didistribusikan ke setiap gudang-gudang penyimpanan semen *bag*, dengan menggunakan kereta api ataupun truck. Tetapi pada akhir ini pengepakan semen dengan mesin *palletizer* mengalami penurunan, dengan produksi berkisar 2600 *bag* per jam, yang seharusnya sesuai kapasitas desain mesin *palletizer* itu sendiri berkapasitas 4000 *bag* per jam. Untuk mengatasi permasalahan di atas maka perlu diadakan penelitian untuk mencari tahu akar masalah. Dalam penelitian ini melibatkan beberapa *department*, produksi *packhouse*, elektrik *packhouse*, mekanik *packhouse*. Dengan adanya penelitian yang dilakukan pada sisi operasional dari kesiapan mesin, kelancaran material, dan kesiapan *pallet* sendiri. Diharapkan bisa meningkatkan produksi dari mesin *palletizer* sesuai kapasitas desain mesin.

Kata kunci: Proses pengepakan, mesin *palletizer*, produksi, kapasitas

Abstract

Optimalisasi mesin *palletizer* untuk mencapai kapasitas mesin – PT. Holcim Indonesia Tbk. Cilacap Plant do packing process by *palletizer* machine. Where the arrangement will be processed for cement *bag* on pallets before it moved to a temporary storage, make it looks tidier and faster in the arrangement. Once placed on the pallet then distributed each temporary storage of cement *bag*, by train and truck. But recently only gets average 2600 *bag* per hour, that should be 4000 *bag* per hour as design capacity. For solving the problem, we will do a research to know the root cause. In this research we involve some departments, such as, *packhouse* production, electrical, and mechanical. Finally, we analyze it only on operational side such as availability of machine, material flow, and availability of empty pallet. Hopely it can increase production of *palletizer* machine based on design capacity.

Keywords: Packing Process, *palletizer* machine, production, capacity

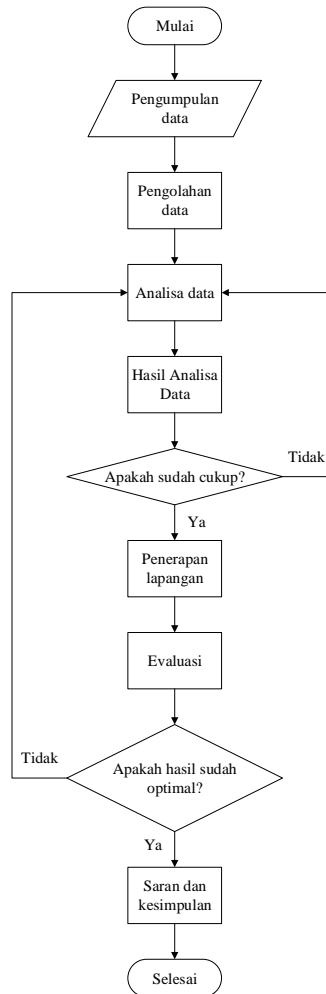
I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Produksi semen di PT Holcim Indonesia Tbk, Pabrik Cilacap terdapat beberapa tahap dan salah satunya adalah pengemasan dan pengepakan. Pengemasan semen ke dalam *bag* adalah suatu proses pengisian semen dari mesin packer ke kantong semen (*bag*). Material semen dimasukkan ke dalam kantong semen dengan berat yang ditentukan kemudian ditransport dengan menggunakan *belt conveyor*, kemudian dilanjutkan proses pengepakan. Proses pengepakan ini dilakukan oleh mesin *palletizer*. Disinilah akan diproses untuk penataan semen *bag* di *pallet*, agar terlihat rapih dan lebih cepat dalam penataan. Setelah diletakan di *pallet* selanjutnya *pallet* itu akan dikirim baik menggunakan truck atau dengan kereta. Tetapi pada akhir ini pengepakan semen dengan mesin *palletizer* mengalami penurunan, dengan produksi berkisar 2600 *bag* per jam yang seharusnya sesuai kapasitas desain mesin *palletizer* itu sendiri berkapasitas 4000 *bag* per jam. Jadi selisih 2400 *bag*/jam dari kapasitas desain. Penelitian ini adalah salah satu untuk memecahkan masalah tersebut. Dengan tujuan pembuatan Standart Pengoperasian yang sebelumnya belum ada untuk memaksimalkan produksi *palletizer*.

II. EKSPERIMEN

Untuk memulai penelitian ini diawali dengan Mempelajari proses *flow* material pada mesin *palletizer*. Dan karakteristik dari mesin *palletizer* di pabrik Cilacap. Diskusi dengan beberapa orang yang ahli dan berkompeten dalam hal tersebut.



Gambar 1. Flow chart metodologi

Metode yang dilakukan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keadaan aktual dilapangan, dan pengambilan data untuk selanjutnya data tersebut akan diolah.

2. Pengolahan data

Data yang telah didapat akan diklasifikasikan dan diolah serta akan menjadi bahan diskusi menentukan solusi untuk meningkatkan produksi.

3. Analisa data

Analisa data disini menggunakan RCA, dari pengamatan di lapangan, dan beberapa pendapat dari orang yang berpengalaman dan berkompeten.

4. Hasil analisa data

Dari analisa data dan berdiskusi dengan orang yang berpengalaman serta berkompeten, maka akan muncul hasil, yaitu berupa rekomendasi untuk parameter pengoperasian.

5. Penerapan lapangan

Setelah ada rekomendasi parameter pengoperasian, selanjutnya rekomendasi tersebut akan diterapkan di lapangan. Dan akan dipantau selama rekomendasi tersebut dijalankan sebagai bahan evaluasi.

6. Evaluasi

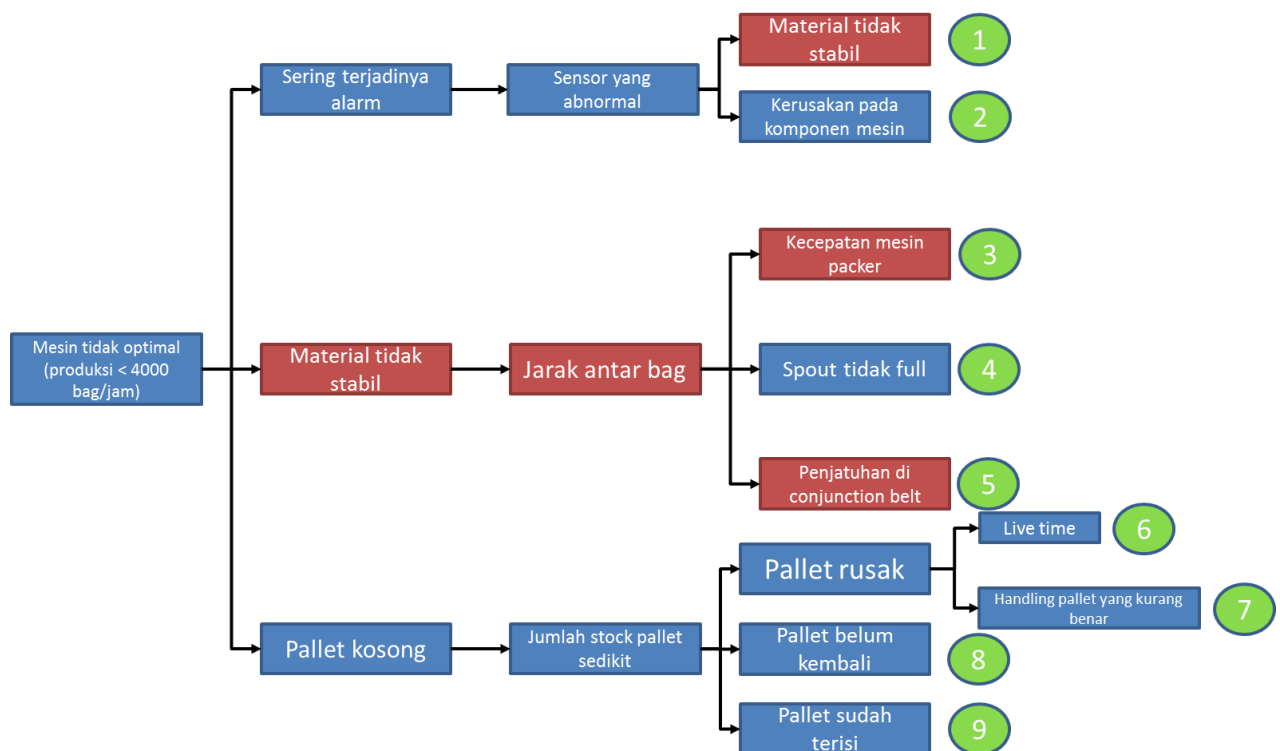
Evaluasi akan dilakukan setelah menerapkan rekomendasi, dan sebagai bahan koreksi, optimal tidaknya hasil rekomendasi parameter pengoperasian.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil dari pengamatan lapangan

Setelah mempelajari aliran material pada mesin *palletizer* ada beberapa masalah yang menyebabkan tidak optimalnya mesin. Dan proses sebelum mesin *palletizer* juga berpengaruh untuk mengoptimalkan mesin. Dari hasil pengamatan dan pengolahan serta analisa data dapat dicari akar masalah tidak optimal mesin *palletizer*.

Dari pengamatan yang dilakukan, ada beberapa penyebab mesin tidak optimal (produksi < 4000 *bag*/jam). Yang pertama sering terjadinya alarm, sering terjadinya alarm karena laju material yang tidak stabil, dari kerusakan komponen mesin, dan sensor yang abnormal. Yang kedua karena laju material tidak stabil, material tidak stabil ini karena jarak antara *bag* yang tidak stabil, dan yang menentukan jarak antar *bag* adalah kecepatan mesin packer, spout tidak full, dan saat penjatuhan di conjunction belt. Dan yang ketiga karena pallet kosong, adanya pallet yang rusak itu mengurangi ketersediaan pallet di gudang, sehingga berakibat kekosongan palet.

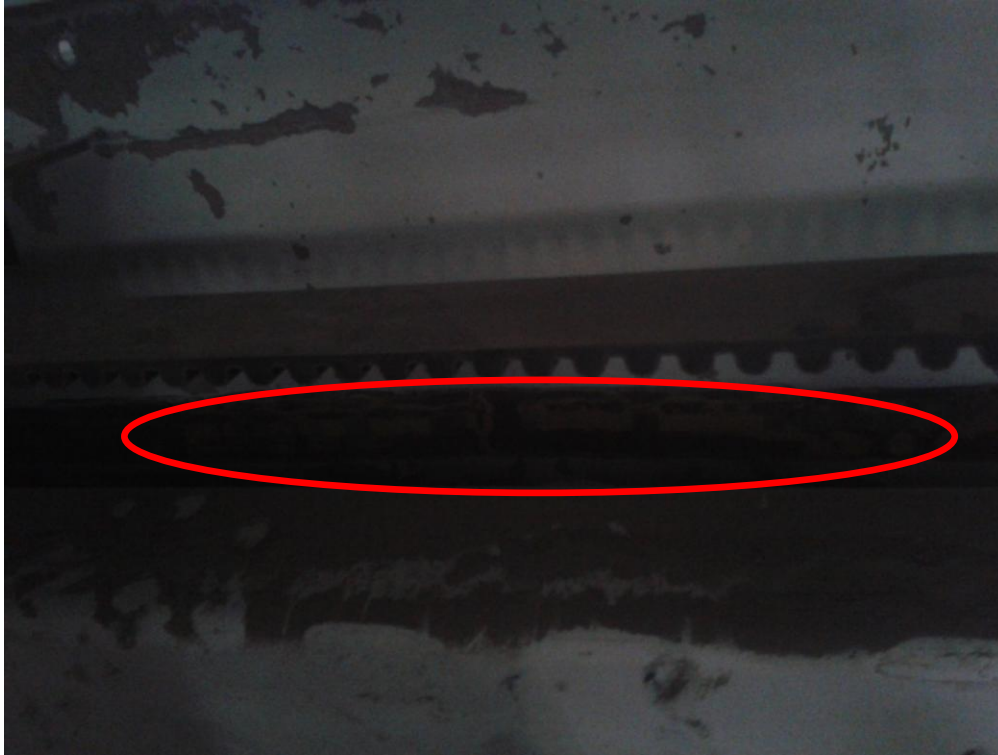


Gambar 2. Diagram akar masalah

Dan peneliti akan fokus melakukan penelitian mengapa material tidak stabil, Sehingga mengakibatkan mesin tidak optimal (produksi < 4000 *bag*/jam).

2. Hasil pengamatan pada 27 Januari 2015

Hasil pengamatan banyak terjadi alarm table layer pusher, dikarenakan sensor saat mendorong *bag* tidak terdeteksi. Ini disebabkan karena ada beberapa roller table layer pusher ada yang abnormal, dan pada rell lintasan roller terdapat sisa hard facing welding yang bisa menghambat laju dari roller.

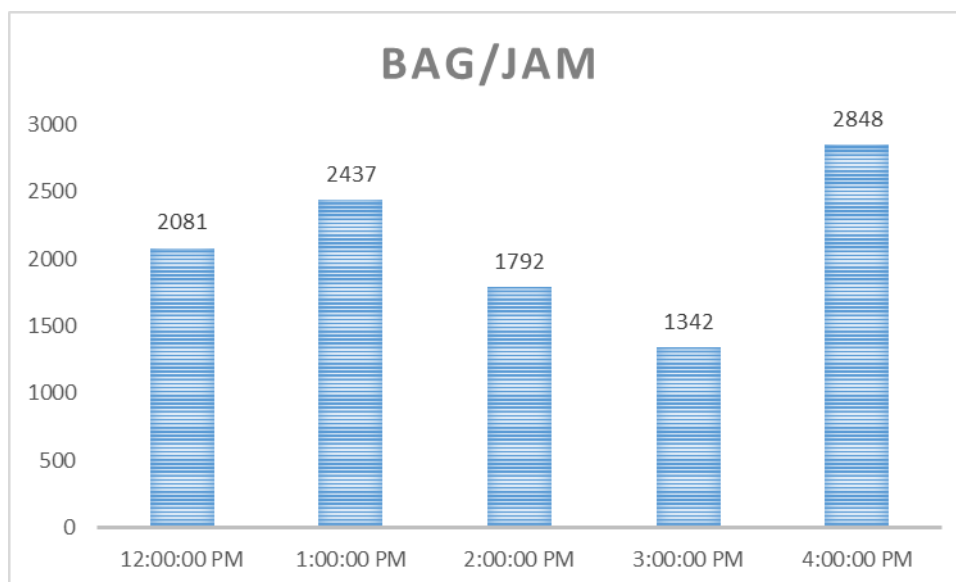


Gambar 3. Sisa *hard facing welding*

3. Pengamatan pada tanggal 12 Mei 2015

Pengamatan ini dilakukan selama 10 jam, dari jam 12.00 sampai jam 21.00, dengan dilakukan pengujian rekomendasi parameter pengoperasian. 5 jam tidak menggunakan rekomendasi dan 5 jam setelah menggunakan rekomendasi.

Berikut adalah grafik yang terjadi selama pengamatan.



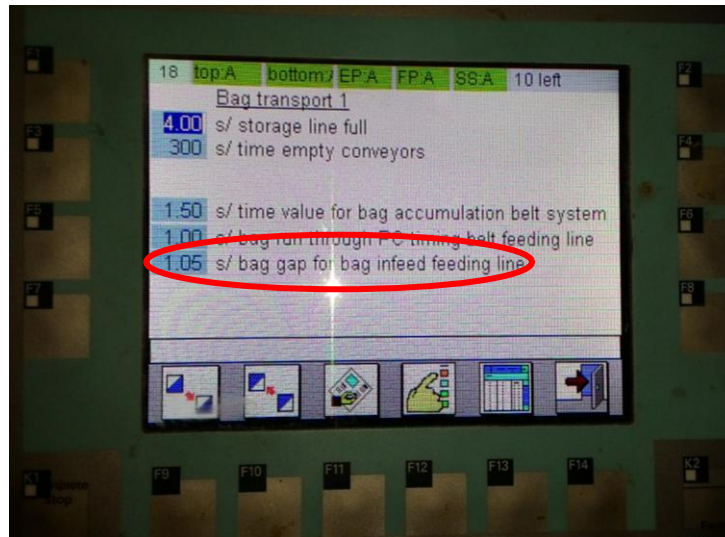
Gambar 4. Grafik sebelum penerapan rekomendasi parameter

4. Pengamatan dan penerapan rekomendasi parameter pengoperasian

Pada pengamatan kali ini akan diterapkan rekomendasi parameter pengoperasian berdasarkan hasil pengamatan sebelumnya dan dari akar masalah yang terjadi.

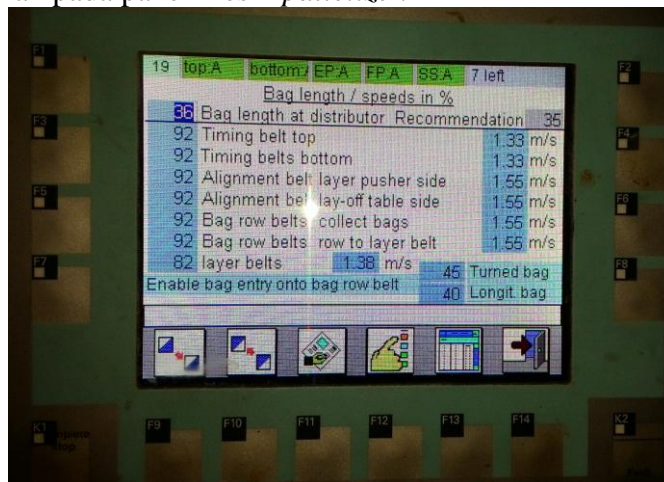
Berikut rekomendasi parameter pengoperasian yang diterapkan pada pengamatan.

- 1) Pada waktu pengamatan dilakukan mesin *palletizer* dilayani oleh 2 mesin packer yaitu:
Packer 2 dengan speed 50
Packer 8 dengan speed 50
- 2) Ke dua mesin *packer* menggunakan 8 *spout*
- 3) Pengaturan di *conjunction belt* diatur pada angka 1.05. Seperti gambar berikut:

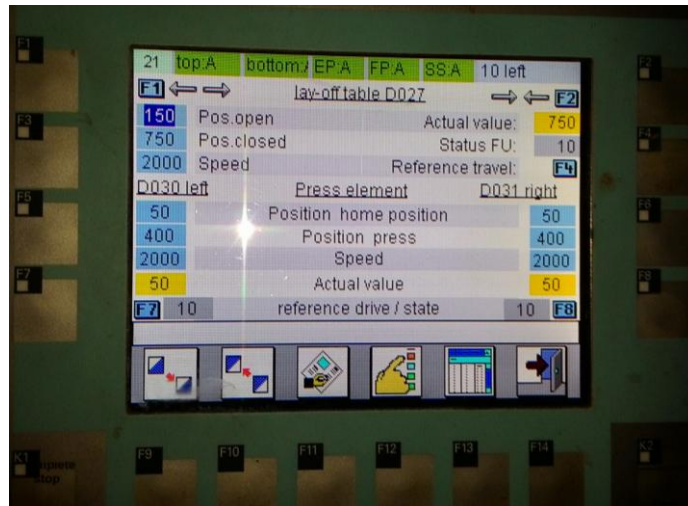


Gambar 5. Pengaturan *bag gap feeding*

Dan berikut adalah pengaturan pada panel mesin *palletizer*.



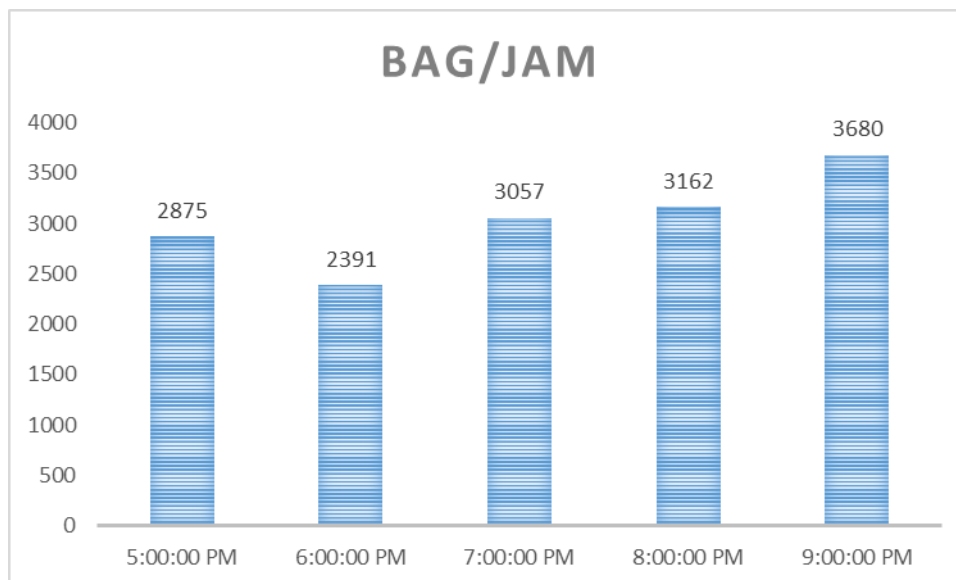
Gambar 6. Pengaturan *bag length*



Gambar 7. Pengaturan *lay off table*

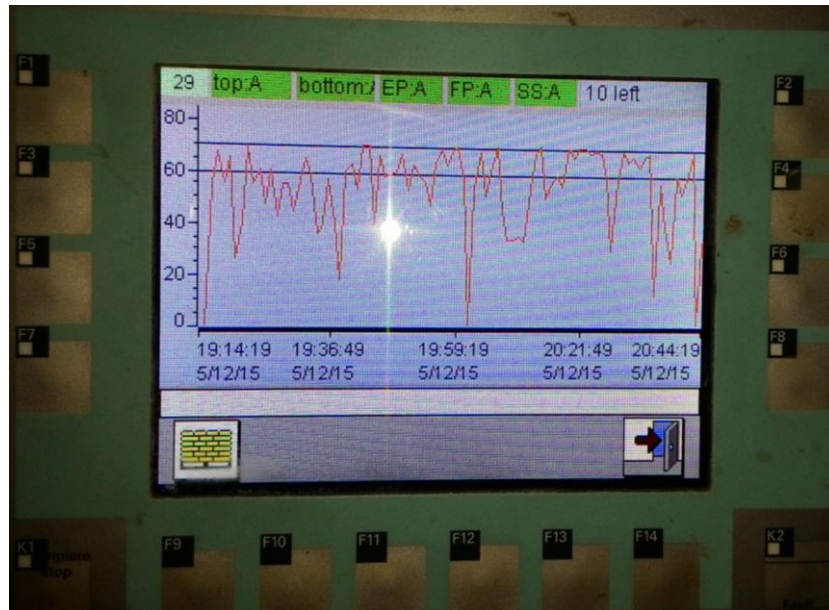
5. Hasil dari penerapan rekomendasi parameter.

Hasil dari pengamatan setelah diterapkan rekomendasi parameter selama 5 jam.



Gambar 8. Grafik setelah penerapan rekomendasi parameter

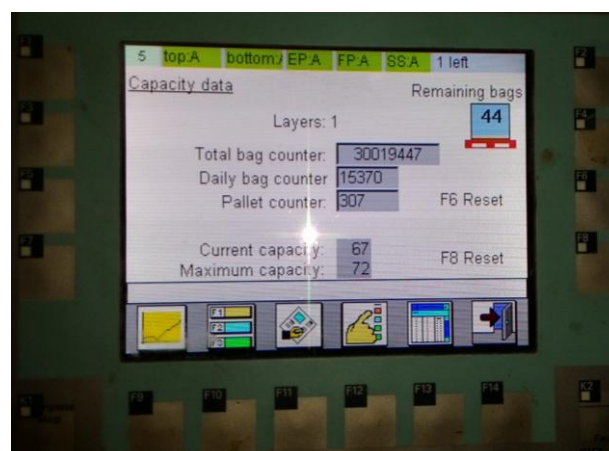
Pada saat penerapan rekomendasi selama 5 jam ini bisa dilihat ada peningkatan dalam produksi mesin *palletizer*, dan dalam durasi 5 jam bisa didapatkan *maximal current cappacity* 72 dan stabil di antara angka 60-70. Berikut gambar grafik pencapaian *current cappacity*.



Gambar 9. Grafik *current capacity*



Gambar 10. Grafik *current capacity*



Gambar 11. Pencapaian *current capacity maximal*

IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa optimalnya mesin *palletizer* dipengaruhi juga dari proses sebelumnya. Yaitu kecepatan mesin packer, karena dapat mempengaruhi jarak antar *bag*.
2. Dengan diterapkannya rekomendasi parameter pengoperasian ini bisa meningkatkan produksi dari 2600 *bag*/jam menjadi 3600 *bag*/jam.
3. Rekomendasi parameter pengoperasian sebagai berikut
 1. *Speed packer* berkisar 50-52Hz.
 2. Pengaturan *bag gap* pada *panel palletizer* untuk *conjunction belt* 1.05s.
 3. Jarak antar *Bag* setelah *conjunction belt* 30-35cm.
 4. Mesin *Palletizer* dilayani 2 *Packer* mesin dengan 8 *spout*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ABB Group, "Knowledge Manager," in Section: KM Report, 2009.
- [2] ABB Group, "Knowledge Manager," in Section: Signals, 2009.
- [3] ABB Group, "Knowledge Manager," in Section: Logs, Maintenance Counters and Stop Definition, 2009.
- [4] J. Li, S.H. Masood, Modelling High-Speed Dynamic Material Flow in Palletizing Process with Queuing Theory, *Industrial Engineering Research - An International Journal of IE Theory* 5/1 (2008) 20-27.
- [5] M. Kavoussanos, A. Pouliezios, An intelligent robotic system for depalletising and emptying polyethylene sacks, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 14/5 (1998) 358-362.
- [6] Dokumen no BA-612-000023-PP-EN proyek PT Holcim Indonesia Tbk Cilacap Plant, "BEUMER paletpac® SCSSBBQA", 2012
- [7] *Palletizer* Performance, Accessed on 2 Dec 2014. Available: <http://hc-cc-tis-srv/km/>
- [8] Use and maintenance manual, "Packer Giromat GE Plus", 2004
- [9] Anonim, "Production Log book patroller packhouse area", PT. Holcim Indonesia Cilacap plant, Cilacap, 2015.

Modifikasi scrapper chain conveyor 561-cv1

Ahmad Dimasqi Zhafirin¹ ; Nanang Suyanto²; Mochammad Sholeh³
1. Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri, Politeknik Negeri Jakarta,
2. Mechanic Finish Mill, Departemen Maintenance, PT. Holcim Indonesia Tbk.,
3. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
dimasqizh@gmail.com

Abstrak

Chain Conveyor merupakan salah satu alat transportasi material yang memanfaatkan rantai untuk meneruskangerakan dari motor. Pergerakan rantai akan menggerakkan *scrapper*. *Scrapper* difungsikan sebagai alat pengangkut material. Pada sistem reject Finish Mill Pabrik Tuban 1 PT. Holcim Tbk., *scrapper Chain Conveyor* sering mengalami bengkok. Bengkoknya *Scrapper* disebabkan beban material reject yang diterima *scrapper* melebihi kekuatan *scrapper*. Banyaknya *scrapper* yang mengalami bengkok setidaknya dua *scrapper* dalam satu bulan . Modifikasi pada *scrapper* diperlukan untuk mengurangi masalah yang timbul pada *Chain Conveyor*. Bengkoknya *scrapper* dapat menyebabkan *hinge link* patah. Jika salah satu dari *hinge link* patah maka akan menyebabkan *scrapper* tidak tertahan sempurna. Dalam modifikasi menggunakan perhitungan tegangan bengkok yang terjadi pada *scrapper* sebagai acuan kekuatan *scrapper*. Modifikasi yang dilakukan terhadap *scrapper Chain Conveyor* dengan cara menambahkan penguat pada *scrapper*. Penguat / *stiffner scrapper* ini menggunakan material mild steel. Dengan ditambahkan *stiffner* , maka momen tahanan bengkok yang mampu diterima *scrapper* akan bertambah sebesar 6043,52 mm³ .

Kata Kunci : *Chain Conveyor*, *Scrapper*, Momen Bengkok

Abstract

Chain Conveyor is an tranport equipment that utilize chain to distributed power from the motor. Chain movement will drive scrapper. Scrapper used as material carrier. Scrapper Chain Conveyor on the PT. Holcim Tbk. Finish Mill Tuban 1 plant reject system often bend. These bending on scrapper caused by overweight material that exceed the scrapper strength. The amount of scrapper that get bend per month at least 2 scrapper. There will be needed a modification on the scrapper to decrease problems on Chain Conveyor. Bended scrapper can break the hinge link. If one of the hink link broke, the scrapper will not stay on its place. In a modification using bending stress calculations on the scrapper as a reference scrapper strength. Modification were made to the scraper Chain Conveyor by adding an stiffner at a scrapper. The stiffner is a mild steel. By adding a stiffner, bending moment that can be received by the scrapper will increase at 6043,52 mm³ .

Key words : Chain Conveyor, scrapper, bending moment

I. PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Cement Mill merupakan alat yang digunakan dalam proses penggilingan tahap akhir pada industri pembuatan semen PT.X Tbk.. Clinker, gypsum dan filler diumpan ke dalam Cement Mill 561-RM1. Hasil penggilingan Mill akan dihisap oleh ID Fan 561-FN1 dan harus melewati Separator 561-SR1 yang terdapat dalam Mill. Material yang tidak bisa melewati separator merupakan material reject dan harus dilakukan penggilingan ulang.

Material reject akan jatuh menuju dasar Mill dan akan digaruk oleh scrapper keluar Mill menuju Chain Conveyor 561-CV1. Chain Conveyor / CV akan memindahkan material reject menuju Bucket Elevator 531-BE1 untuk proses penggilingan ulang.

Chain Conveyor 561-CV1 menggunakan scrapper sebagai media penggerak material. Scrapper pada Chain Conveyor 561-CV1 sering mengalami bengkok. Scrapper bengkok akan menyebabkan salah satu hinge link patah sehingga menyebabkan scrapper tidak kencang. Jika terjadi hinge link patah maka bengkoknya scrapper semakin parah dan harus dilakukan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan pada CV akan mengurangi waktu produksi semen.

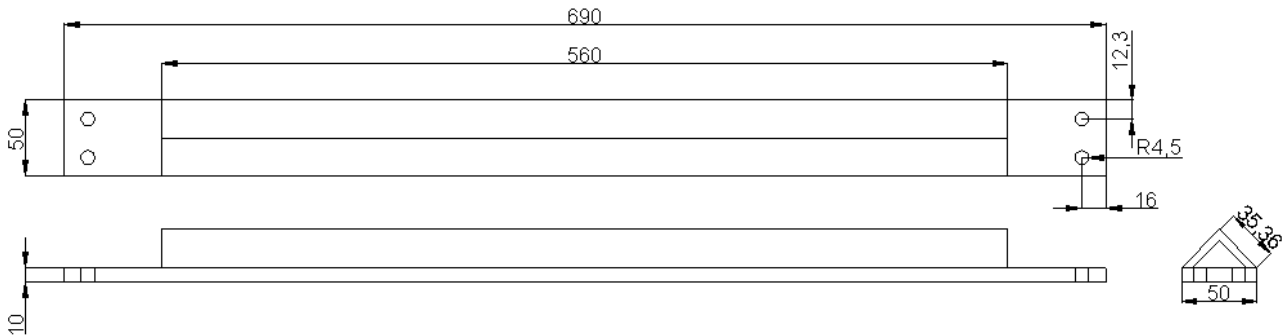
II. EKSPERIMEN

1. Observasi Lapangan

Melakukan observasi pada equipment *Chain Conveyor 561-CV1*. Observasi equipment untuk mengetahui penyebab bengkoknya *scraper Chain Conveyor 561-CV1*. Pengambilan data juga dilakukan untuk mendukung pengerjaan project.

2. Pengukuran *Scraper*

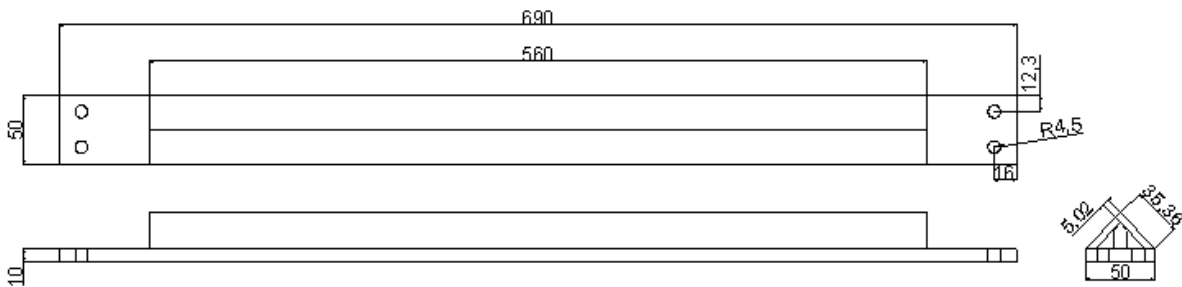
Pengukuran *scraper* bertujuan untuk mengetahui dimensi *scraper*. Setelah mengetahui dimensi *scraper*, kita bisa menentukan modifikasi yang diperlukan. Berikut adalah gambar desain *scraper* sebelum dimodifikasi.



Gambar 1 Desain *Scraper Chain Conveyor* sebelum modifikasi

3. Perhitungan Modifikasi

Perhitungan modifikasi dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari modifikasi yang telah dilakukan. Modifikasi yang telah dilakukan adalah penambahan plat ditengah *scraper* dan penggantian spesifikasi angle steel. Berikut gambar desain *scraper* yang telah dimodifikasi.



Gambar 2 Desain *Scraper Chain Conveyor 561-CV1* setelah dimodifikasi.

4. Pemasangan *Scraper*

Pemasangan *scraper* yang telah dimodifikasi pada *Chain Conveyor 561-CV1*.

5. Evaluasi

Melakukan evaluasi pada modifikasi *scraper* yang telah terpasang pada *Chain Conveyor*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Perhitungan Modifikasi

Modifikasi diperlukan untuk memperkuat kemampuan *scraper* menahan beban material reject. Modifikasi *scraper* dengan ditambahkan plat 10 mm. Dengan ditambahkan plat ini akan

menambah kekuatan scrapper sehingga mampu menahan beban material reject. Penggantian juga dilakukan pada angle steel. Angle steel menggunakan ketebalan 5 mm dari yang sebelumnya 4 mm.

Material reject yang dihasilkan Finish Mill selalu fluktuasi. Maka berat material reject perdetik yang masuk kedalam Chain Conveyor dapat diasumsikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume Material} &= \text{Panjang Scrapper} \times \text{Tinggi Scrapper} \times \text{Jarak antar Scrapper} \\ &= 639 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 175 \text{ mm} \\ &= 5591250 \text{ mm}^3 = 5591,25 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Material} &= \text{Volume Material} \times \text{Berat Jenis Material} \\ &= 5591,25 \text{ cm}^3 \times 1,2 \text{ g/cm}^3 \\ &= 6709,5 \text{ g} = 6,7095 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gaya Material} &= \text{Berat} \times \text{percepatan gravitasi} \times \sin \theta \\ &= 6,7095 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times \sin (15^\circ) \\ &= 6,7095 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,259 \\ &= 17,03 \text{ N} \end{aligned}$$

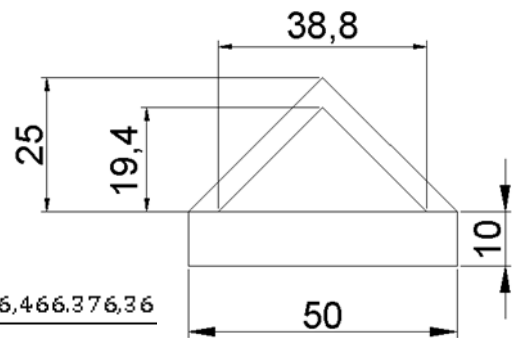
Perhitungan sebelum modifikasi sebagai berikut :

Titik Tahanan berat:

$$\begin{aligned} A_1 &= p \cdot l = 50 \cdot 10 = 500 \\ Y_1 &= h / 2 = 10 / 2 = 5 \\ A_2 &= (a \cdot t) / 2 = (50 \cdot 25) / 2 = 625 \\ Y_2 &= (1/3 \cdot t) + 10 = (1/3 \cdot 25) + 10 = 18,33 \\ A_3 &= (a \cdot t) / 2 = (19,4 \cdot 38,8) / 2 = 376,36 \\ Y_3 &= (1/3 \cdot t) + 10 = (1/3 \cdot 19,4) + 10 = 16,466 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= \frac{Y_1 \cdot A_1 + Y_2 \cdot A_2 + Y_3 \cdot A_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{5 \cdot 500 + 18,33 \cdot 625 + 16,466 \cdot 376,36}{500 + 625 + 376,36} \\ &= \frac{2500 + 11456,25 + 6197,143}{748,64} = \frac{7759,107}{748,64} = 10,36 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_1 &= y - y_1 = 10,36 - 5 = 5,36 \\ a_2 &= y_2 - y = 18,33 - 10,36 = 7,97 \\ a_3 &= y_3 - y = 16,466 - 10,36 = 6,106 \end{aligned}$$



Gambar 3 Penampang sebelum modifikasi

Momen Inersia :

$$\begin{aligned} I_{z1} &= \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{50 \cdot 10^3}{12} = \frac{50000}{12} = 4166,66 \\ I_{z2} &= \frac{b \cdot h^3}{36} = \frac{50 \cdot 25^3}{36} = \frac{781250}{36} = 21701,38 \\ I_{z3} &= \frac{b \cdot h^3}{36} = \frac{38,8 \cdot 19,4^3}{36} = \frac{283293,69}{36} = 7869,27 \end{aligned}$$

$$I_x = I_z + (a)^2 \cdot A$$

$$I_{x1} = I_{z1} + (a_1)^2 \cdot A = 4166,66 + (5,36)^2 \cdot 500 = 4166,66 + 14387,69 = 18554,35$$

$$I_{x2} = I_{z2} + (a_2)^2 \cdot A = 21701,38 + (7,97)^2 \cdot 625 = 21701,38 + 39658,05 = 61359,43$$

$$I_{x3} = I_{z3} + (a_3)^2 \cdot A = 7869,27 + (6,106)^2 \cdot 376,36 = 7869,2694 + 14012,31 = 21881,58$$

$$\begin{aligned} I_x &= I_{x1} + I_{x2} - I_{x3} = 18554,35 + 61359,43 - 21881,58 \\ &= 58032,2 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Momen Tahanan Bengkok:

$$W_b = \frac{I_x}{e} = \frac{58032,2}{10,36} = 5599,257 \text{ mm}^3$$

Tegangan Bengkok yg diterima *scrapper* :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{869216}{5599,257} = 155,2378 \text{ N/mm}^2$$



Gambar 4 Scrapper Chain Conveyor sebelum dimodifikasi.

Perhitungan setelah modifikasi sebagai berikut:

Titik Tahanan berat:

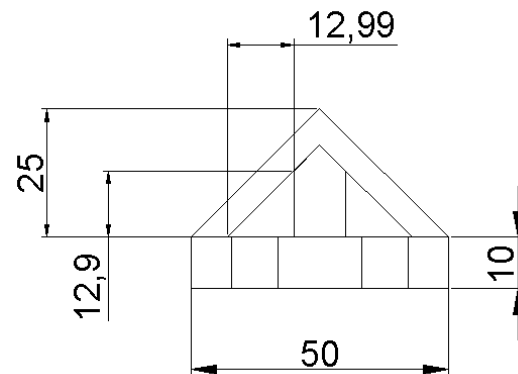
$$\begin{aligned} A_1 &= p \cdot l = 50 \cdot 10 = 500 \\ Y_1 &= h / 2 = 10 / 2 = 5 \\ A_2 &= (a \cdot t) / 2 = (50 \cdot 25) / 2 = 625 \\ Y_2 &= (1/3 \cdot t) + 10 = (1/3 \cdot 25) + 10 = 18,33 \\ A_3 &= (a \cdot t) / 2 = (12,99 \cdot 12,9) / 2 = 83,78 \\ Y_3 &= (1/3 \cdot t) + 10 = (1/3 \cdot 12,9) + 10 = 14,3 \\ A_4 &= (a \cdot t) / 2 = (12,99 \cdot 12,9) / 2 = 83,78 \\ Y_4 &= (1/3 \cdot t) + 10 = (1/3 \cdot 12,9) + 10 = 14,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{Y_1 \cdot A_1 + Y_2 \cdot A_2 - Y_3 \cdot A_3 - Y_4 \cdot A_4}{A_1 + A_2 - A_3 - A_4} \\ &= \frac{5 \cdot 500 + 18,33 \cdot 625 - 14,3 \cdot 83,78 - 14,3 \cdot 83,78}{500 + 625 - 83,78 - 83,78} \\ &= \frac{2500 + 11456,25 - 1198,05 - 1198,05}{957,44} = \frac{11560,14}{957,44} = 12,07 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_1 &= e - y_1 = 12,07 - 5 = 7,07 \\ a_2 &= y_2 - e = 18,33 - 12,07 = 6,26 \\ a_3 &= y_3 - e = 14,3 - 12,07 = 2,23 \\ a_4 &= y_4 - e = 14,3 - 12,07 = 2,23 \end{aligned}$$

Momen Inersia :

$$I_z 1 = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{50 \cdot 10^3}{12} = \frac{50000}{12} = 4166,66$$



Gambar 5 Penampang setelah modifikasi

$$I_z 2 = \frac{b \cdot h^3}{36} = \frac{50 \cdot 25^3}{36} = \frac{781250}{36} = 21701,38$$

$$I_z 3 = \frac{b \cdot h^3}{36} = \frac{12,99 \cdot 12,9^3}{36} = \frac{28275,94}{36} = 774,59$$

$$I_z 4 = \frac{b \cdot h^3}{36} = \frac{12,99 \cdot 12,9^3}{36} = \frac{28275,94}{36} = 774,59$$

$$I_x = I_z + (a)^2 \cdot A$$

$$I_{x1} = I_{z1} + (a1)^2 \cdot A = 4166,66 + (7,07)^2 \cdot 500 = 4166,66 + 25020,82 = 29187,48$$

$$I_{x2} = I_{z2} + (a2)^2 \cdot A = 21701,38 + (6,26)^2 \cdot 625 = 21701,38 + 24460,87 = 46162,25$$

$$I_{x3} = I_{z3} + (a3)^2 \cdot A = 774,59 + (2,23)^2 \cdot 83,78 = 774,59 + 415,132 = 1189,722$$

$$I_{x4} = I_{z4} + (a4)^2 \cdot A = 774,59 + (2,23)^2 \cdot 83,78 = 774,59 + 415,132 = 1189,722$$

$$I_x = I_{x1} + I_{x2} - I_{x3} - I_{x4} = 29187,48 + 46162,25 - 1189,722 - 1189,722 = 72970,3 \text{ mm}^3$$

Momen Tahanan Bengkok :

$$W_b = \frac{I_x}{e} = \frac{72970,3}{12,07} = 6043,582 \text{ mm}^3$$

Tegangan Bengkok yg diterima *scrapper* :

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{869216}{6043,582} = 143,8246 \text{ N/mm}^2$$



Gambar 6 *Scrapper Chain Conveyor* yang telah dimodifikasi.

2. Pemasangan *scrapper*

Penggantian *scrapper* bengkok dengan *scrapper* yang telah dimodifikasi pada Chain Conveyor 561-CV1 harus sesuai dengan prosedur. Hal pertama yang dilakukan adalah mengkonfirmasi pekerjaan penggantian dengan pihak produksi.

Yang kedua adalah pembuatan izin kerja untuk equipment Chain Conveyor 561-CV1 di area finish mill. Setelah izin kerja dibuat, pastikan alat pelindung diri sudah dilengkapi. Alat pelindung diri yang harus dilengkapi dalam pekerjaan penggantian *scrapper* antara lain Helm, sepatu safety, kacamata safety, baju berreflector dan kaos tangan.

Bahan yang diperlukan pada saat penggantian adalah *scrapper* yang telah dimodifikasi dan pin lock untuk mengunci *scrapper*. Sedangkan alat yang digunakan adalah kunci inggris, cutting torch dan palu.

Hal yang dilakukan adalah membuka manhole yang terdapat pada tail sprocket Chain Conveyor. Lalu aktifkan local Chain Conveyor hingga menemukan scrapper yang bengkok. Setelah ditemukan, hentikan local Chain Conveyor dan lock pada local isolator Chain Conveyor. Kemudian potong pin scrapper menggunakan cutting torch. Scrapper bisa dilepas.



Gambar 7 Bengkoknya *scrapper* lama

Penggantian dengan scrapper modifikasi dapat dilakukan setelah scrapper lama dilepas. Masukkan pin baru untuk mengunci scrapper pada link. Panaskan link menggunakan cutting torch guna memudahkan pin dibengkokkan. Pin dibengkokkan berfungsi untuk mengunci scrapper. Setelah scrapper terganti, tutup kembali manhole yang telah dibuka.

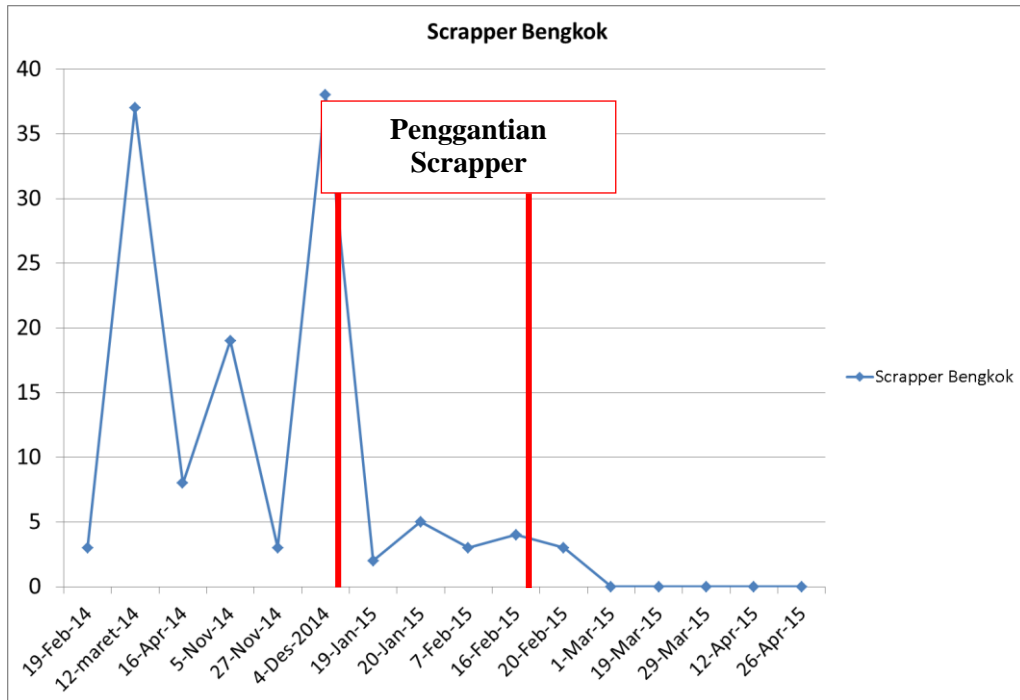
Buka lock pada local isolator switch dan tutup izin pekerjaan yang telah dibuat. Konfirmasikan pada pihak produksi bahwa perbaikan telah dilakukan. Berikut adalah gambar penggantian scrapper.



Gambar 8 Penggantian *scrapper* yang telah dimodifikasi

3. Frekuensi bengkoknya *scrapper*

Modifikasi pada scrapper mengurangi frekuensi bengkoknya scrapper Chain Conveyor 561-CV1. Berikut adalah diagram frekuensi bengkoknya scrapper:



Gambar 9 Diagram jumlah *scrapper* yang bengkok

Diagram menunjukkan tidak adanya *scrapper* yang bengkok setelah diadakannya penggantian *scrapper* modifikasi.

IV. KESIMPULAN

Modifikasi Scrapper Chain Conveyor dengan menambahkan Stiffner dan mengganti spesifikasi angle steel dapat menurunkan tegangan pada scrapper dari 155,2378 N/mm² menjadi 143,8246 N/mm². Penurunan tegangan yang diterima menunjukkan peningkatan kekuatan pada scrapper. Peningkatan kekuatan scrapper mengurangi jumlah scrapper 561-CV1 yang bengkok.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Loesche Mill, Assembly Description, Loesche GmbH Hansaalle 243, Dusseldorf Germany, 2012.
- [2] Aumund, Instruction Manual Drag Chain Conveyor, Loesche GmbH Hansaalle 243, Dusseldorf Germany, 2012
- [3] Taylor and Francis, Standard Handbook of Chains, Chains for Power Transmission and Material Handling, Second Edition, New York 2006.
- [4] Dr. R.K. Bansal, A textbook of Strength of Materials, Laxmi Publications LTD, New Delhi, 2010
- [5] Mechanical and Metal Trades Handbook, 2012

Perancangan alat pelumas otomatis roller apron conveyor 394-ac2

Endin Haryono¹ Sugeng Mulyono² Pomo Agung Kurniawan³

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

2.Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

3.Hydraulic and Lubrication Engineer, Maintenance Departement, PT. Holcim Indonesia. Tbk

endin.haryono21@gmail.com

Abstrak

Apron conveyor merupakan salah satu alat transportasi bahan semen di PT. Holcim Indonesia. Tbk. *Conveyor* jenis ini menggunakan *roller* yang bergerak pada sebuah rel untuk membawa material. Pada *roller* terdapat 2 buah *bearing* jenis *single-row deep groove ball bearing* dan *spherical roller bearing* dengan diameter 45mm. Sampai akhir tahun 2014 pelumasan *roller apron conveyor* ini masih menggunakan cara manual memakai *hand grease pump*. Pekerjaan ini membutuhkan dua orang karyawan dimana satu orang untuk memompakan *grease* dan lainnya memasang *nipple* pada *roller*. Berdasarkan peraturan K3 bahwa setiap benda berputar/bergerak harus memiliki pengaman mesin atau *machine guarding*. Pada kasus ini pekerjaan pelumasan adalah membuka atau melewati pengaman mesin sehingga berpotensi terjadi kecelakaan kerja pada benda berputar/bergerak. Perancangan alat pelumas *apron conveyor* bertujuan untuk merancang alat untuk pelumasan *roller apron conveyor* yang kuat, aman dan praktis, serta mengurangi potensi bahaya bekerja pada benda berputar/bergerak. Alat pelumas menggunakan Silinder pneumatik dan Pompa *grease* dengan udara bertekanan sebagai sumber penggerak. Spesifikasi alat disesuaikan dengan suplai udara yang tersedia yaitu berkisar antara 7 - 8 bar. Konstruksi alat menggunakan bahan baja St 42. Aktuasi silinder dikontrol oleh katup pengarah *3/2-way valve* dan satu buah pegas tarik untuk mengembalikan alat ke posisi awal. Proses kontrol menggunakan sistem elektrik untuk pengaturan *relay timer* untuk buka-tutup katup solenoid sebagai pengaturan keluaran *grease*. Metode penelitian yang dilakukan dengan mengidentifikasi masalah saat pelumasan roller apron dan menentukan solusi yang simple dan tepat guna mengurangi potensi bahaya saat pelumasan.

Hasil perancangan menghasilkan output pompa *grease* berkisar antara 12.5 gr/roller.

Kata kunci : Perancangan, pelumasan, roller.

Abstract

Apron conveyor is one of transportation cement material at PT. Holcim Indonesia. Ltd. This conveyor type is using roller and rail as the track for carrying material. Roller have 2 single-row deep groove ball bearing with 45 mm diameter. Until 2014 Roller lubrication still manually using hand grease pump. This job needs two employees to pump the grease and the other setting the nipple to the roller. Based on K3 safety all of moving/rotating equipment should have machine guarding. In this case, that activity must be open (pass) the guarding surely have potential accident working at moving/rotating equipment. The design of apron conveyor's lubricant tool propose to designing the lubrications tool for apron conveyor strong, safety, and practical. and than participate to minimize potential hazard working at rotating/moving equipment.

Planning lubricant tool are using pneumatic cylinder and grease pump with air pressure powered. Specification of the part appropriated available air supply that is 7 – 8 bar. The construction is using mild steel St 42. Cylinder actuation is controlled by 3/2-way valve directional control valve and a spring tension for return back the tool to the first position. Control process is using electric system for open-closed relay timer control and solenoid valve for output grease. Methods of research done by identifying problems while lubrication roller apron and determine the solution that is simple and effective when lubrication service to reduces the potential hazard.

The result of the design is output grease pump between 12.5 gr/roller.

Keywords : Design, Lubrication, roller.

I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Pada dasarnya semua aspek alat produksi memerlukan adanya preventive maintenance, tak terkecuali pada alat transportasi material clinker semen yaitu apron conveyor. Apron conveyor adalah sebuah alat transportasi yang didisain untuk mengangkut material temperatur tinggi, mengangkut material ke tempat tinggi, dan untuk material yang tidak memungkinkan penggunaan belt conveyor, sebagai contoh clinker semen. Apron conveyor mengangkut clinker semen ke Silo Klinker dimana suhu clinker semen keluaran dari Cooler dapat mencapai 200° C.

Lubrikasi pada roller rutin dilakukan agar menjaga bearing roller tidak cepat aus. Keausan pada bearing roller apron conveyor dapat membuat roller stuck bahkan keluar dari rel. Pemberian

pelumas pada roller apron conveyor masih menggunakan tenaga manual dengan frekuensi satu kali dalam seminggu. Pelumasan dilakukan manual oleh minimal dua orang, satu orang bertindak untuk memasukkan nipple pada nipple roller dan yang lainnya untuk memompakan grease. Potensi kecelakaan pada benda berputar menjadi latarbelakang penulis untuk merancang sebuah alat untuk kemudian dapat membantu saat pemberian pelumas pada roller apron conveyor sehingga, potensi kecelakaan saat bekerja dengan benda berputar dapat diminimalisir. Sesuai standar safety bahwa setiap mesin yang berputar harus memiliki guarding atau cover pengaman, sebagai konsekuensi dari pengaman agar tidak ada pegawai yang menyentuh benda saat berputar.

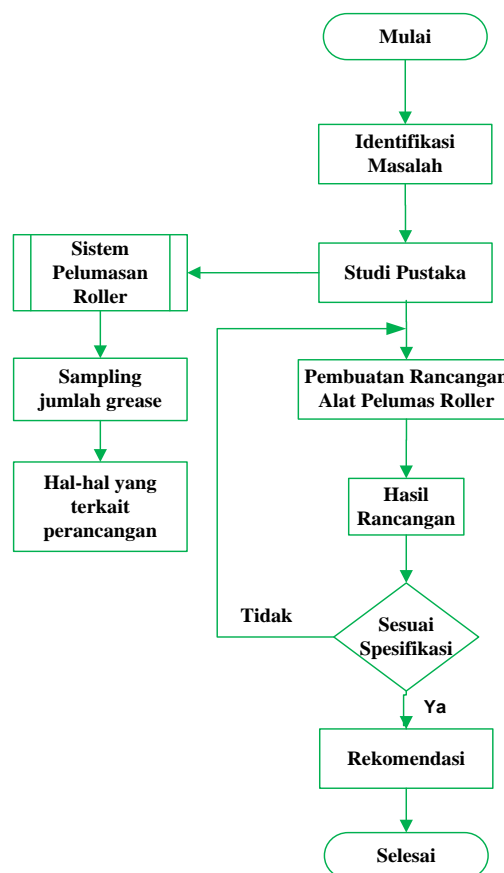
Penulis harap untuk mewujudkan alat pelumas ini yang artinya cukup satu orang untuk mengoperasikan. Masih manualnya pelumasan menjadikan kuantitas pelumas tidak dapat terkontrol sehingga akurasi pelumasan tidak diketahui.

Tujuan

1. Merancang *alat* untuk pelumasan roller afron conveyor.
2. Turut serta dalam mengurangi potensi bahaya bekerja pada benda berputar/bergerak.

II. METODOLOGI

Diagram Alir Pelaksanaan



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Pelaksanaan

Dalam penentuan bahan dan data-data pendukung dilakukan beberapa metode yang bertujuan untuk mendapatkan informasi yang akurat dari segi operasi alat. Data yang terkumpul dapat dijadikan sebagai acuan analisa perancangan alat tersebut.

Dalam penulisan tugas akhir ini metode penulisan data yang digunakan adalah:

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah bertujuan untuk mencari topik yang menjadi objek tugas akhir. Pada proses ini dilakukan diskusi dan observasi mengenai masalah yang terjadi, serta mencari informasi mengenai alat – alat atau mesin yang menggunakan prinsip kerja autolubrication. Khususnya lubrikasi untuk benda bergerak. Dari hasil observasi, penulis mendapatkan banyak masukan dan ide dalam perancangan alat pelumas roller apron conveyor.

2. Studi Pustaka

Pengambilan data mengenai alat transportasi apron conveyor dan data yang berkaitan dengan proses pelumasan yang digunakan. Mempelajari literatur yang berhubungan dengan sistem pneumatic, serta pengambilan sample jumlah grease yang digunakan. Pengukuran jumlah sample ditujukan untuk mengetahui kuantitas grease yang diberikan dan penentuan kapasitas tangki yang akan dibuat. Studi pustaka juga berisi pengumpulan data-data desain dan spesifikasi alat pelumas sebagai referensi perancangan.

2.3.1 Perancangan Alat Pelumas Roller

Hasil dari informasi yang terkumpul dijadikan sebagai landasan dalam proses perancangan. Perancangan harus dilakukan secara detail dan jelas agar pelaksanaan sesuai dengan desain konsep dasar. Juga mengenai perhitungan mengenai kekuatan bahan guna mendapat bahan yang sesuai.

2.3.2 Pengukuran Jumlah Grease

Berdasarkan hasil sampling jumlah grease yang dilakukan selama ini berkisar antara 5-8 gr. Dan apabila tipe bearing pada roller apron yaitu single –row deep groove ball bearing dengan kode 6309 didapatkan jumlah grease yang diperlukan bearing roller.

$$\begin{aligned} G_p &= 0.005 D \times B \\ &= 0.005 \times 100 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \\ &= 12.5 \text{ gr} \end{aligned}$$

Keterangan ;

$$\begin{aligned} G_p &= \text{Kuantitas Grease (gr)} \\ D &= \text{Diameter luar bearing (mm)} \\ B &= \text{Lebar Bearing (mm)} \end{aligned}$$

2.3.3 Perhitungan waktu greasing.

Spesifikasi pompa menjadi acuan untuk menghitung waktu pompa grease aktif untuk memompakan grease. Berdasarkan output pompa jika menggunakan tekanan 7 bar pompa mampu menghasilkan keluaran sebesar 650 cc/min.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Konsep Alat

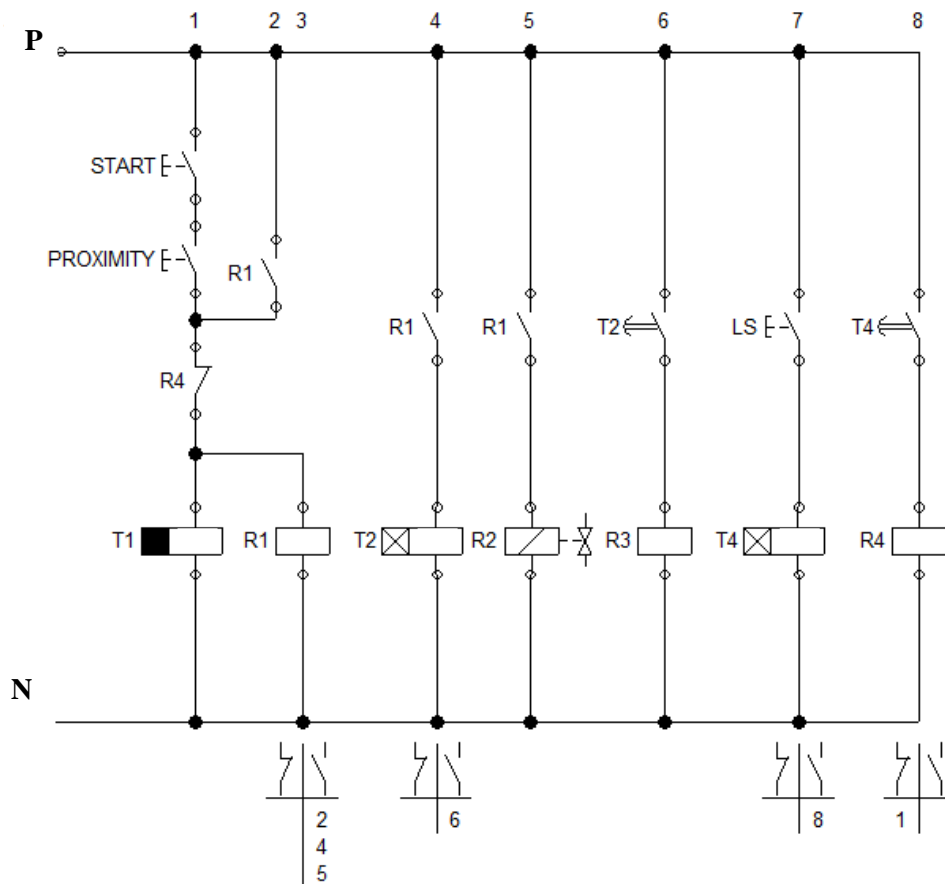
Alat *greasing roller apron conveyor* menggunakan nipple female yang dipasang pada alat dan akan bersentuhan dengan *nipple male* pada *roller apron*. Saat *nipple* bertemu maka *grease* akan dipompakan sebanyak yang dibutuhkan sesuai settingan waktu. setelah waktu *pumping grease* selesai timer lain akan mengaktifkan *solenoid* pada *Directional valve* untuk membuat piston *pneumatic instroke*.

Mekanisme bertemunya kedua nipple akan terjadi apabila piston pneumatik dalam posisi *outstroke*. Pada piston pneumatic dipasang *actuator* tambahan berupa jari yang akan membuat Arm berubah posisi. Perubahan posisi Arm akan memberi inputan kepada *solenoid valve* berupa sinyal digital yang dihasilkan oleh *proximity switch*. *Solenoid valve* akan membuka aliran udara bertekanan untuk menjalankan pompa *grease*.

2. Perancangan sistem kontrol

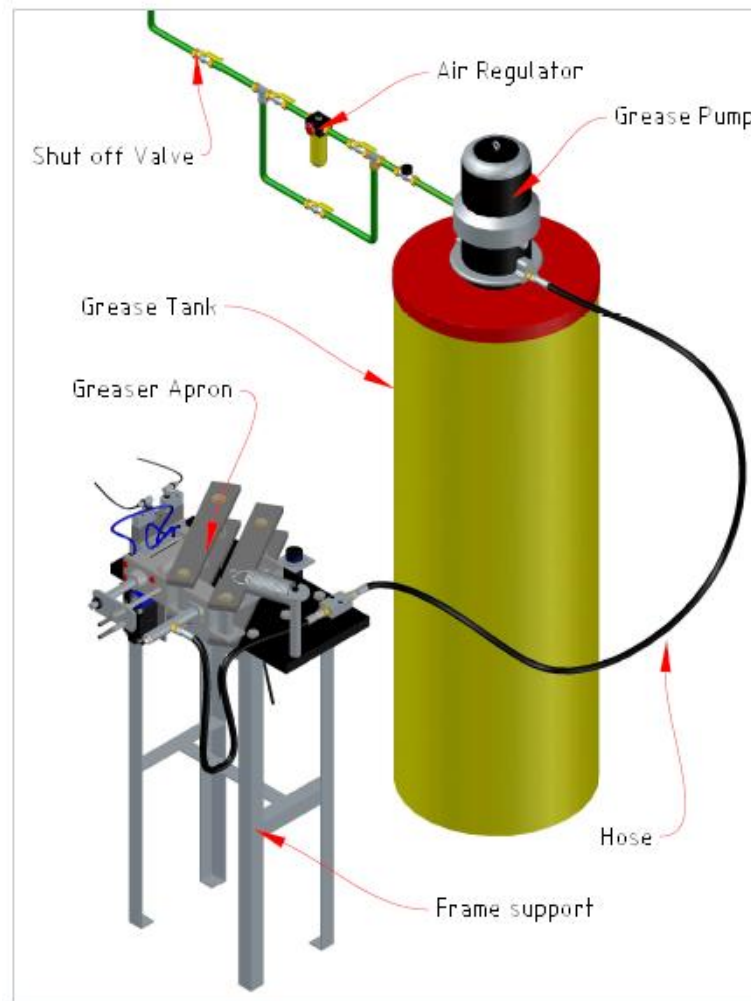
Sistem kontrol untuk mengatur kapan silinder aktif dan pompa *grease* aktif. sistem kontrol terdiri dari :

- a) Timer On delay
- b) Timer off delay
- c) Rellay
- d) Proximity switch
- e) MCB
- f) Limit switch
- g) Pushbutton

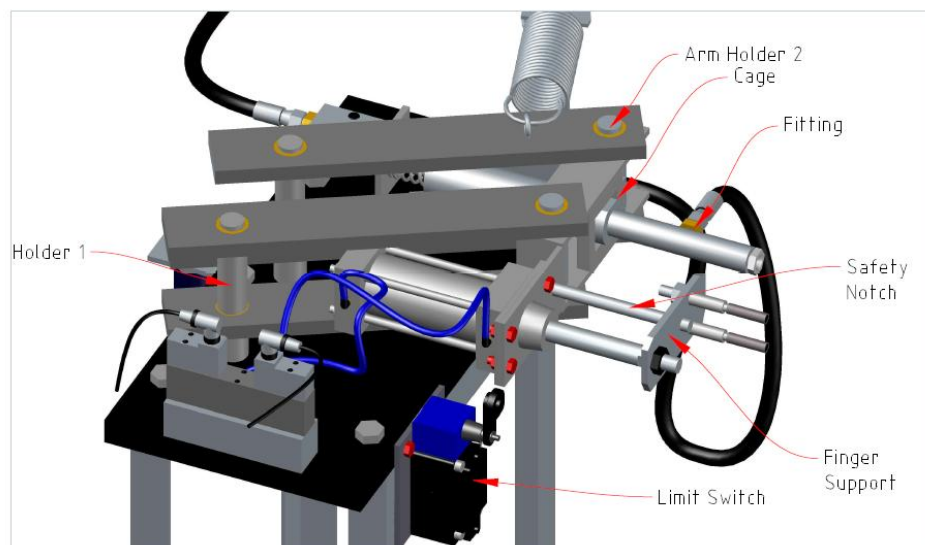


Gambar 2. Rencana Rangkaian Kontrol Greasing

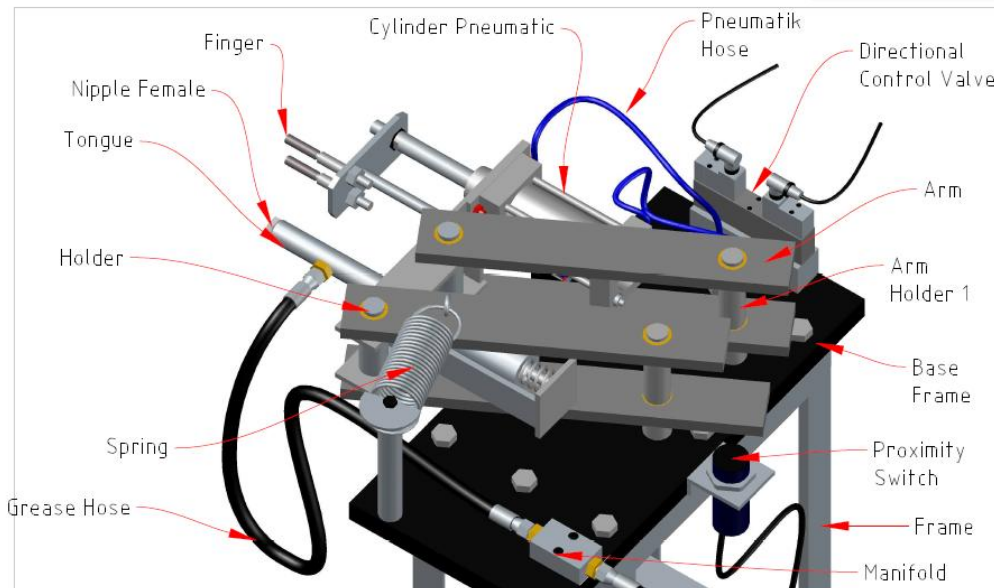
Konsep Alat



Gambar 3. Gambar Komponen Alat



Gambar 4. Komponen Alat



Gambar 5. Komponen Alat

3. Proses Kerja Alat

Mekanisme alat seperti tangan manusia yang memberi *grease* pada *roller* yang sedang berjalan, Ketika *roller* mengenai alat maka kedua *nipple* akan bertemu / terpasang dan itu akan terjadi apabila piston pneumatik dalam posisi *outstroke*. Pada piston pneumatik ini dipasang aktuator tambahan berupa jari akan terbawa oleh *roller* yang berjalan dan akan membuat Arm berubah posisi. Perubahan posisi Arm akan mengaktifkan *proximity* on dan memberi inputan kepada *solenoid valve* berupa sinyal digital untuk mengaktifkan pompa.

Solenoid valve akan membuka aliran udara bertekanan untuk menjalankan pompa *grease* sesuai waktu yang ditentukan. Pada saat arm berada pada posisi 90° akan menyentuh limit switch yang kemudian membuat silinder pneumatik *instroke*. Pada saat silinder instroke timer 3 menghitung untuk membuat silinder pneumatik *outstroke*. Setelah settingan waktu tercapai Silinder pneumatik akan *outstroke* kembali setelah *relay* 4 aktif dan sistem kembali ke situasi semula.

IV. KESIMPULAN

1. Rancangan Lubrikasi roller apron conveyor dapat dijadikan referensi guna mengurangi potensi terjadinya kecelakaan kerja pada benda bergerak.
2. Rancangan sistem alat dengan kerja mekanis dan elektrik berdasarkan timer dapat membantu lubrikasi roller apron menjadi lebih akurasi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sularso, suga. Kiyokatsu, Dasar Perancangan dan Pemilihan Elemen Mesin, Bandung, PT. Pradya Paramita, 1978.
- [2] Patient. Peter, Pickup. Roy, Powell. Norman, Pengantar Ilmu Teknik Pneumatika, Jakarta, PT. Gramedia, 1985
- [3] Ridley. Jhon, Ikhtisar Kesehatan dan Keselamatan Kerja Edisi Ketiga, Jakarta, Erlangga, 2008
- [4] Dokumen Kesehatan dan Keselamatan Kerja PT. Holcim Indonesia. Tbk
- [5] Kobler, K. Meixner, H. Introduction to Pneumatics Text Book, Festo, Germany, Didactic, 1978
- [6] Meixner. H, Kobler. R, Maintenance of pneumatic equipment and system, Germany, Festo Didactic Text Book, 1977.
- [7] Fischer, Ulrich. Gomeringer, Roland. Heinzler, Max. Kilgus, Roland. Naher, Fredrich. Oestarie, Stefan. Paetzold, Heinz. Stephan, Andreas. Mechanical and Metal Trades Handbook, Haan Gruiten, Europa Lehrmittel, 2006

Optimalisasi sistem *pfister feeder* dengan pipa *bypass* untuk meningkatkan *lifetime rotary feeder*

Sanudin Nuralim¹, Sunarto¹, Slamet Waluyo², Aditya Indra³

1. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

2. Mechanic Kiln, Maintenance Departement, PT. Holcim Indonesia Tbk.

3. Process Engineering, Technical Departement, PT. Holcim Indonesia Tbk.

n_sanudin@yahoo.com

Abstrak

Proses pembakaran pada tanur putar (*rotary kiln*) di PT. Holcim Indonesia Tbk, Pabrik 1 Narogong menggunakan batubara, Solar IDO (*industrial diesel oil*), dan BBS (Bahan Bakar Sintetis). Penggunaan batubara sebagai bahan bakar utama menentukan proses pembakaran di tanur putar. Batubara yang sudah dihaluskan di *coal mill*, kemudian ditampung di *pulverize bin*. Transportasi batubara halus dari *binke calciner* dan *kiln burner* menggunakan alat *rotaryfeeder* dan *pfister feeder*. Pada proses tersebut sering terjadi kerusakan *seal* dan *bearing rotary feeder* sehinggga menghambat proses transportasi batubara halus ke *pfister feeder*. METODE PENELITIAN, HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi dan analisa menunjukan penyebab kerusakan *rotary feeder* adalah akibat kegagalan pelumasan bearing dan adanya *backflow* udara. Masalah tersebut membuat suplai batubara ke *pfister feeder* terhenti. Tidak adanya suplai batubara halus ke *pfister feeder* akan meningkatkan pemakaian solar IDO. Kondisi ini berdampak pada peningkatan biaya produksi dan perbaikan alat. Pemasangan pipa *bypass* dilakukan untuk mengurangi *backflow* udara yang masuk ke *rotary feeder*. Pipa *bypass* dipasang pada sistem *pfister feeder*. Pengaturan bukaan pipa *bypass* menjadi parameter kontrol *backflow* udara yang masuk ke *rotary feeder*. Setelah pemasangan pipa *bypass*, terjadi penurunan frekuensi kerusakan *rotary feeder* sebanyak 80%. Data ini merupakan perbandingan periode pengukuran yang sama pada kurun waktu Februari-April 2015 dengan Agustus-Oktober 2014.

Kata kunci : *Rotary feeder* , kerusakan *seal* dan *bearing*, pipa *bypass*

Abstract

Burning process in the rotary kiln in Holcim Indonesia Ltd, Narogong plant 1 using coal, Solar industrial diesel oil, and Synthetic fuel. Coal as the primary fuel determines burning process in the rotary kiln. Coal which has been milled in coal mill system, stored in pulverize bin. Fine coal transportation from bin to calciner and kiln burner using rotary feeder and pfister feeder. Seal and bearing rotary feeder often broke and then inhibit the process of fine coal transportation to the Pfister feeder. The result of analysys and observation showed the cause of the damage of rotary feeder is bearing lubrication failure and air backflow. These problems make the supply of coal to the Pfister feeder halted. The halted of the fine coal supply into pfister feeder increase the use of industrial diesel oil (IDO). This condition have increased the costs of production and repair tools. Installation of a bypass pipe is done to reduce the backflow of air which entering into the rotary feeder. Bypass pipe installed on Pfister feeder system. The setting of bypass pipe opening becomes a parameter control of air backflow which entering into rotary feeder. After the installation of bypass pipe, there is an improvement of rotary feeder's damage become 80% lower than before. This data is a comparison of measurement period between February-April 2015 and August-October 2014.

Keywords: Rotary feeder, Seals and bearing's damage, the bypass pipe

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Proses pembakaran material klinker merupakan tahap inti dari pembuatan semen. Bahan bakar yang digunakan yaitu batubara, solar IDO (Indsutrial Diesel Oil), dan BBS (Bahan Bakar Sintetis). Penggunaan batubara sebagai bahan bakar utama menentukan proses pembakaran di calciner dan kiln burner. Oleh karena itu, kelancaran suplai batubara menjadi bagian dari parameter kontrol kiln. Sebelum dijadikan bahan bakar, batubara dihaluskan terlebih dahulu di coal mill. batubara yang sudah halus (fine coal) kemudian ditangkap oleh dust collector sebelum dialirkan oleh screw conveyor. Pengeluaran batubara halus dari bin ke pfister feeder menggunakan rotary feeder. Pfister feeder mengontrol jumlah umpan bahan bakar ke calciner dan kiln burner.

Sering terjadinya masalah pada peralatan suplai bahan bakar mengganggu proses produksi klinker. Masalah yang sering terjadi adalah kerusakan bearing dan seal rotary feeder. Hal itu mengakibatkan suplai bahan bakar terhenti. Untuk menghindari kiln stop maka digunakan solar sebagai pengganti batubara. Penggunaan solar yang tinggi meningkatkan biaya produksi.

Optimalisasi sistem menjadi solusi untuk mengurangi frekuensi kerusakan bearing dan seal rotary feeder. Salah satunya yaitu dengan pemasangan pipa bypass pada sistem pflister feeder. Dengan pemasangan pipa bypass, udara bertekanan yang masuk ke sistem pflister feeder dapat dioptimalkan. Hal tersebut bertujuan mengurangi backflow udara yang masuk ke rotary feeder. Dengan berkurangnya backflow udara, diharapkan dapat menurunkan frekuensi kerusakan bantalan dan seal rotary feeder.

II. METODE PENELITIAN

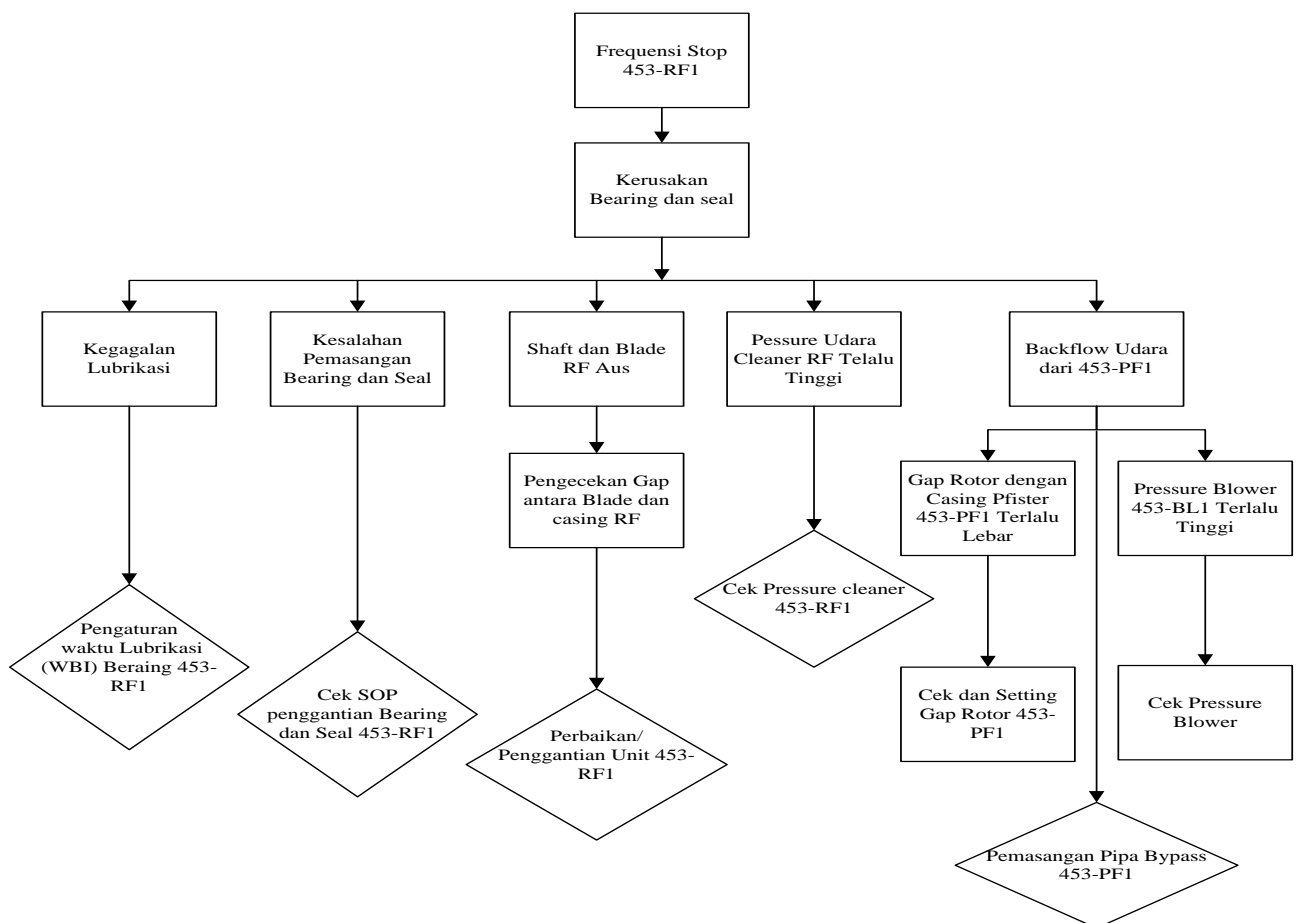
Dalam pelaksanaan tugas akhir, ada beberapa metode yang digunakan. Metode tersebut meliputi:

1. Studi Literatur

Penerapan metode ini digunakan untuk mempelajari dan mendapatkan teori-teori serta data penunjang yang berkaitan dengan permasalahan. *Technical Information system (TIS) PT. Holcim Indonesia Tbk*, Jurnal-jurnal penelitian, buku manual, dan internet menjadi media studi literatur.

2. Identifikasi Masalah

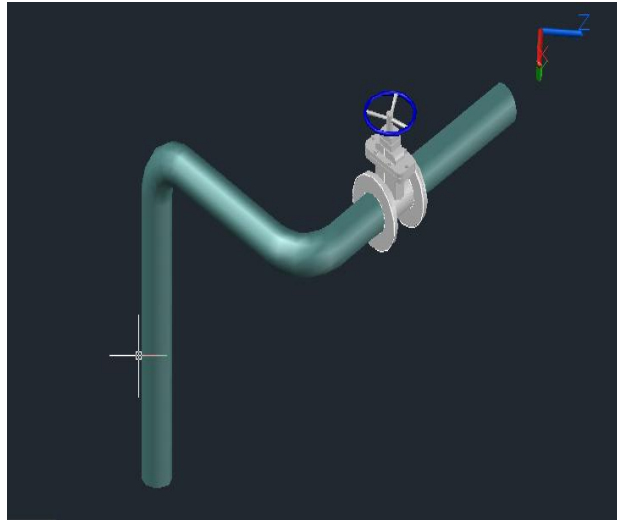
Identifikasi masalah dilakukan untuk mencari tahu akar masalah sehingga dapat merencanakan penyelesaian masalah secara tepat. Untuk mengetahui akar permasalahan objek tugas akhir maka digunakan metode RCA (*Root Cause Analysis*).



Gambar 1. Root Cause Analysis

3. Perancangan Alat

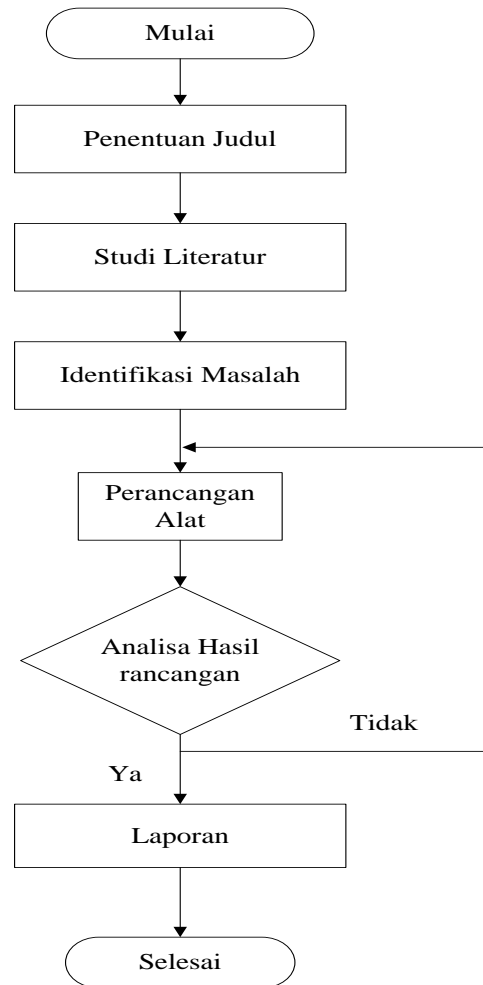
Salah satu hasil RCA frekuensi stop 453-RF1 akibat kerusakan *bearing* dan *seal* yaitu adanya *backflow* udara. Upaya untuk mengurangi *backflow* udara yang masuk ke *rotary feeder* yaitu dengan pemasangan pipa *bypass Pfister feeder 453-PF1*. Pipa *bypass* dipasang *gate valve* untuk mengatur flow udara yang melalui pipa. Material pipa yang digunakan yaitu pipa baja hitam 4 inch dengan Schedule 80.



Gambar 2. Rancangan Pipa *Bypass 453-PF1*

III. ANALISA HASIL RANCANGAN

Hasil rancangan menentukan keberhasilan penyelesaian masalah. Analisa hasil rancangan dilakukan dengan pengaturan bukaan pipa *bypass*. Pengaturan tersebut merupakan upaya untuk mengurangi *backflow* udara yang masuk ke *Rotary Feeder*. parameter kontrol bukaan *bypass* berdasarkan kenaikan KW *blower 453-BL1* dan *ampere Pfister Feeder 453-PF1*. Selain itu jumlah tonase ton/jam *fine coal* dan BBS (Bahan Bakar Sintetis) mempengaruhi bukaan *bypass*. Analisa ini membutuhkan waktu yang lama karena tidak stabilnya jumlah tonase *fine coal* dan BBS.



Gambar 3. Diagram Alir Metode Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemasangan Pipa *Bypass*

Pipa *bypass* dihubungkan pada pipa keluaran *Pfister feeder* 453-PF1. Jalur *bypass* dipasang satu arah dengan aliran material bahan bakar ke *calciner*. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi tabrakan udara dari pipa *bypass* dengan material pada pipa bahan bakar. Gambar 3.2 menunjukkan pemasangan pipa *bypass* 453-PF1.



Gambar 4. Pipa Bypass 453-PF1

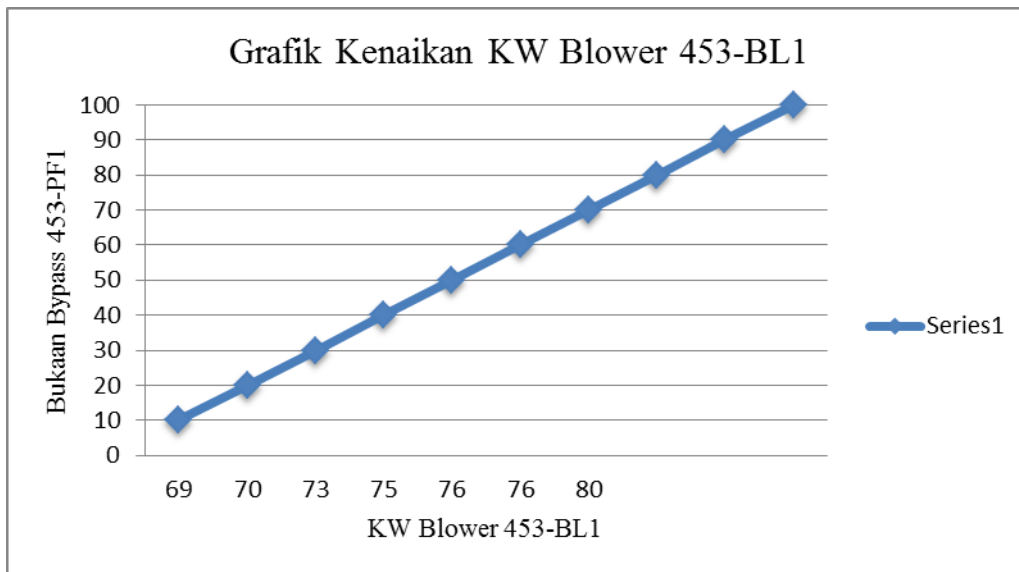
Gambar 4. menunjukkan pemasangan pipa *bypass* yang dihubungkan pada pipa *input* 453-PF1. Udara bertekanan dari blower 453-BL1 yang masuk melalui pipa *input* 453-PF1 akan masuk ke pipa *bypass*. Jumlah *flow rate* udara pada pipa *bypass* diatur dengan katup bukaan *bypass*.



Gambar 5. Pipa Bypass 453-PF1

4.2 Pengaturan Bukaan Pipa Bypass

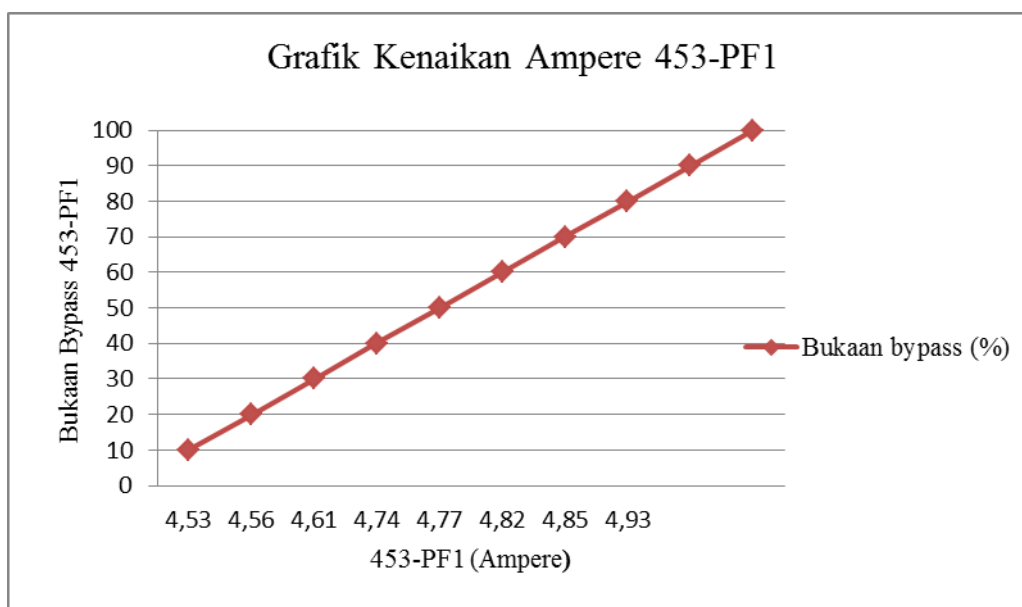
Bukaan pipa *bypass Pfister Feeder* 453-PF1 diatur dengan memonitor kenaikan KW *blower* 453-BL1 di CCR (*Central Control Room*) NAR 1. Selain itu, kenaikan *ampere* motor 453-PF1 juga menjadi parameter kontrol. Hal tersebut untuk memastikan tidak adanya lonjakan arus listrik *blower* dan *Pfister Feeder* yang terlalu tinggi. Karena lonjakan arus listrik yang melebihi *set point* dapat membuat motor 453-PF1 dan 453-BL1 *stop*.



Gambar 6. Perbandingan Bukaannya Bypass dengan KW Blower 453-BL1

Data grafik diatas diambil di TIS (*Technical information System*) PT. Holcim Indonesia Tbk. Bukaannya bypass dibuka mulai 10% sampai 70%. Terjadi kenaikan sebesar 4 KW pada bukaannya 60% ke 70%. Pada bukaannya 70% KW blower sebesar 80 KW. Untuk menghindari lonjakan KW blower yang terlalu tinggi, bukaannya maksimum bypass 453-PF1 dibatasi sampai 70%.

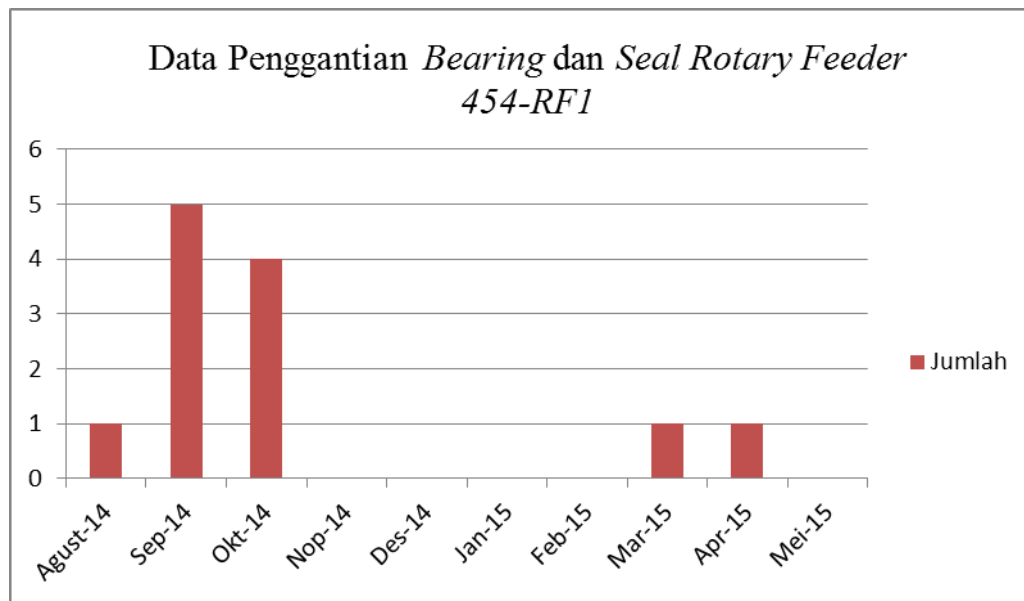
Kenaikan ampere motor 453-PF1 menjadi bagian kontrol saat pengaturan bukaannya bypass. Pfister Feeder 453-PF1 menerima beban material sebanyak 12 ton/jam saat pengaturan bukaannya bypass. Grafik kenaikan ampere motor Pfister Feeder 453-PF1 saat pengaturan bukaannya bypass ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 7. Grafik Kenaikan Ampere 453-PF1

Dari grafik diatas kenaikan ampere motor 453-PF1 berbanding lurus dengan kenaikan bukaannya pipa bypass. Pada bukaannya bypass 70%, ampere motor 453-PF1 sebesar 4.85 A.

4.3 Penggantian Bearing dan Seal Rotary feeder 453-RF1



Gambar 8. Grafik Penggantian Bearing dan Seal Rotary Feeder 453-RF1

Data diatas menunjukkan jumlah penggantian bearing dan seal rotary feeder 453-RF1. Sebelum pemasangan pipa bypass 453-PF1 jumlah penggantian bearing dan seal 453-RF1 sebanyak 10 kali. Jumlah tersebut berkurang setelah pemasangan pipa bypass menjadi 2 kali.

4.4 Perhitungan Efisiensi Biaya

Efisiensi biaya yang dimaksud yaitu perbandingan jumlah biaya sebelum dan sesudah pemasangan pipa *bypass* 453-PF1. Total biaya dihitung dengan menjumlahkan biaya pemakaian solar serta penggantian *bearing* dan *seal* pada saat perbaikan *rotary feeder* 453-RF1.

4.4.1 Total biaya sebelum pemasangan pipa *bypass*

Biaya penggunaan solar :

Jumlah biaya penggunaan solar di *calciner* pada saat suplai batubara halus dari *pfister feeder* 453-PF1 terhenti dapat dihitung sebagai berikut :

$$37.07 \text{ liter/min} \times 120 \text{ min} \times \text{Rp. } 8.371.69 \times 10 = \text{Rp. } 372.406.258$$

Keterangan :

37.07 liter/min = Jumlah rata-rata penggunaan solar di *calciner* saat 453-PF1 *stop*

120 min = Waktu penggantian *bearing* dan *seal rotary feeder* 453-RF1

RP. 8.371.69 = Harga solar per liter

10 = Jumlah penggantian *bearing* dan *seal* periode Agustus-Oktober 2014

Biaya penggantian *bearing* dan *seal* :

Jumlah biaya penggantian *bearing* dan *seal rotary feeder* 453-RF1 dapat dihitung sebagai berikut :

$$2 \times \text{Rp. } 920.000 \times 10 + 6 \times \text{Rp. } 110.000 \times 10 = \text{Rp. } 25.000.000$$

Keterangan :

2 = Jumlah *bearing rotary feeder* 453-RF1

Rp. 920.000	=	Harga 1 <i>bearing rotary feeder</i> 453-RF1
Rp. 110.000	=	Harga solar per liter
6	=	Harga 1 <i>seal rotary feeder</i> 453-RF1
10	=	Jumlah penggantian <i>bearing</i> dan <i>seal</i> periode Agustus- Oktober 2014

Total biaya :
 $Rp. 372.406.258 + Rp. 25.000.000 = Rp. 397.406.258$

4.4.2 Total biaya setelah pemasangan pipa *bypass*

Biaya penggunaan solar :
 $37.07 \text{ liter/min} \times 120 \text{ min} \times Rp. 8.371.69 \times 2 = Rp. 74.481.251,59$

Biaya penggantian *bearing* dan *seal* :
 $2 \times Rp. 920.000 \times 10 + 6 \times Rp. 110.000 \times 2 = Rp. 5000.000$

Total biaya :
 $Rp. 74.481.251,59 + Rp. 5.000.000 = Rp. 79.481.251,59$

Jadi total efisiensi biaya yaitu :
 $Rp. 397.406.258 - Rp. 79.481.251,59 = Rp. 317.925.006,41$

V. KESIMPULAN

Pemasangan pipa *bypass* pada sistem *pfister feeder* 453-PF1 berhasil menurunkan frekuensi kerusakan *bearing* dan *seal rotary feeder* 453-RF1 sebanyak 80%. Data ini merupakan perbandingan periode pengukuran yang sama pada kurun waktu Februari-April 2015 dengan Agustus-Oktober 2014.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nagulmeera, Shaik and Anilkumar M., Design, Modeling and Analysis of Rotary Air-Lock Valve, International Journal Of Computational Engineering Research (ijceronline.com) Vol. 03 Issue. 12, 2013
- [2] Pfister, Rotor weighfeeder TRW-S/D, Highly accurate and reliable gravimetric feeding for a variety of solid secondary fuels, Product brochure 2009, Germany
- [3] Khurmi, R.S., and Gupta, J.K., 2005, A Text Books of Machine Design, Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd, Ram Nagar, New Delhi 110055.
- [4] W.K. Hiromi Ariyaratne, Morten C. Melaaen, Lars-Andrea Tokheim, Optimum Feeding Rate of Solid Hazardous Waste in a Cement Kiln Burner. International Journal Of Energy and environment 3. Volume 4, Issue 5, pp. 777-786, 2013.

Kajian potensi energi listrik mikro hidro pada outfall kanal train e-f kilang badak lng

Ahmad Febrian Ramadhani¹;Cintya Melinda Joni²;Ferri Yohanes³;Eko Wahyu Susilo⁴

1. Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta, Depok, Indonesia
2. Dosen Jurusan Teknik Perawatan Mekanikal Rotating LNG Academy, Bontang, Indonesia
3. Dosen Jurusan Teknik Perawatan Listrik Instrumentasi LNG Academy, Bontang, Indonesia

E-mail : cintya.melinda@gmail.com

Abstrak

Proses pencairan LNG pada *Process Train* Badak LNG menggunakan air laut (*Sea Cooling Water*) sebagai media pendingin. *Sea Cooling Water* dari *Process Train* akan dikembalikan ke laut melalui pipa outfall yang menuju ke kanal. Outfall tersebut memberikan peluang yang bagus untuk pengembangan pembangkit energi listrik dalam skala mikro (mikrohidro) maupun piko (pikohidro).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi energi air di outfall kanal kilang Badak LNG untuk membangkitkan energi listrik. Pembangkit listrik yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber daya bagi lampu penerangan jalan dan gedung SHE-Q. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey lapangan serta pengambilan data.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aliran outfall kanal Train E-F memiliki potensi untuk dijadikan sumber pembangkit listrik tenaga air. Dari data yang terkumpul, dianalisis dan disimpulkan bahwa outfall kanal ini memiliki ketinggian jatuh air sekitar 3 m dan debit aliran air 9,45 m³/s. Diperkirakan dari potensi ini dapat dihasilkan listrik dengan kapasitas daya 320 kW.

Kata kunci : mikro hidro, outfall kanal, debit, daya, head.

Abstract

Liquefaction process at Process Train Badak LNG uses sea water (*Sea Cooling Water*) as refrigerant. *Sea Cooling Water* from Process Train will be discharged to the sea by outfall pipe to canal. The head of outfall has a potential energy as a good chance for the development of microhydro or picohydro power plant.

The purpose of this research is to examine water energy which comes out at outfall canal Train E-F to create hydroelectricity. It can be used as street lighting and also SHE-Q building. The method used in this research is field survey and take data.

The result is the flow of outfall canal train E-F has a potential as hydroelectric source. From the collected and analyzed data, the conclusion is the outfall canal has head around 3 m and the flow is 9,45 m³/s. The output power that can be produced is around 320 kW.

Keywords: micro hydro, outfall canal, flow, power, head.

I. PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

PT Badak Natural Gas Liquefaction lebih dikenal dengan PT Badak NGL adalah perusahaan penghasil LNG (Liquid Natural Gas) terbesar di Indonesia dan di dunia. Berlokasi di Bontang, Kalimantan Timur, perusahaan ini memiliki 8 process train (A - H) yang mampu menghasilkan 22,5 Mtpa LNG (juta metrik ton LNG per tahun).

Untuk menjaga kelancaran dan keandalan produksi dan operasional pengiriman, PT Badak NGL telah menjalankan keselamatan & program pengendalian lingkungan, untuk memantau dan meningkatkan semua aspek kinerja ini, semua karyawan, dan keluarga berpartisipasi dalam pelaksanaan program-program, untuk meningkatkan kesadaran akan keselamatan, kesehatan dan pengendalian lingkungan. Program-program konservasi energi yang dilakukan seperti proses penggantian lampu merkuri dengan lampu LED dan program pemasangan solar cell. Program tersebut dijalankan karena komitmen perusahaan untuk menurunkan konsumsi energi tidak terbarukan.

Program-program merupakan upaya perusahaan dalam mewujudkan bisnis yang berwawasan lingkungan, yang terlahir dari inovasi-inovasi pekerja yang diakomodir dalam bentuk "Quality Improvement Program" yang dilaksanakan setiap tahun. Salah satu program yang disusun adalah Green Electricity. Program pemasangan solar cell yang telah disebutkan diatas merupakan salah satu contoh program yang tersusun dalam program Green Electricity. Dalam pengertiannya Green

Electricity merupakan potensi-potensi yang bisa dijadikan sumber energi pembangkit listrik. Dalam penelitian ini potensi yang ditemukan bahwa energi potensial jatuhnya air di outfall kanal Train E-F kilang Badak LNG.

Pemanfaatan energi tersebut memberi peluang terhadap adanya potensi pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Debit aliran airnya dapat menghasilkan daya keluaran puluhan hingga ratusan watt, tergantung debit air yang keluar. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan suatu kajian tentang potensi energi air yang dimiliki oleh aliran air di outfall kanal Train E-F yang bisa dimanfaatkan untuk membuat suatu pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan acuan untuk pengembangan selanjutnya sehingga dapat direalisasikan suatu pembangkit listrik tenaga mikro hidro.

Debit aliran airnya dapat menghasilkan daya keluaran puluhan hingga ratusan watt, tergantung debit air yang keluar. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan suatu kajian tentang potensi energi air yang dimiliki oleh aliran air di outfall kanal Train E-F yang bisa dimanfaatkan untuk membuat suatu pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Hasil kajian ini diharapkan dapat dijadikan acuan untuk pengembangan selanjutnya sehingga dapat direalisasikan dan dimanfaatkan secara nyata.

TUJUAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah menghasilkan sebuah kajian potensi energi yang dimiliki oleh aliran outfall kanal Train E-F. Tujuan lainnya yaitu :

1. Menganalisis potensi hidrolis yang dapat dihasilkan pada keluaran air outfall kanal Train E-F
2. Menganalisis kapasitas daya yang dapat dibangkitkan
3. Menganalisis tipe turbin dan kemungkinan tipe generator yang dapat digunakan pada instalasi pembangkit outfall kanal Train E-F.

II. PERENCANAAN SISTEM

1. Lokasi

Lokasi potensial untuk PLTMH ini berada pada area kilang Badak LNG yang terletak di kota Bontang, propinsi Kalimantan Timur, Indonesia. Lokasi tersebut berupa sebuah outfall yang digunakan sebagai saluran pembuangan *Sea Cooling Water*. Outfall kanal yang dipilih merupakan outfall kanal Train E-F yang lokasinya lebih dekat dengan gedung SHE-Q sehingga instalasinya akan lebih sederhana.



Gambar 1. Outfall Kanal Train E-F

2. Pengukuran Debit

Debit merupakan jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per unit waktu. Pada analisis ini, debit air berdasarkan data sekunder yang didapatkan, besar flow debit dari pipa keluaran *Sea Cooling Water* adalah $9,45 \text{ m}^3/\text{s}$. Output dari pipa ini akan mengalir mengisi bendungan berukuran $11,2\text{m} \times 5,3\text{m} \times 6\text{m}$ dengan volume $356,10 \text{ m}^3$. Digunakan pipa pesat berukuran 48" untuk mengalirkan air dari bendungan ke turbin. Hal ini ditujukan untuk menambah kecepatan air. Material pipa pesat pada umumnya adalah *stainless steel*.

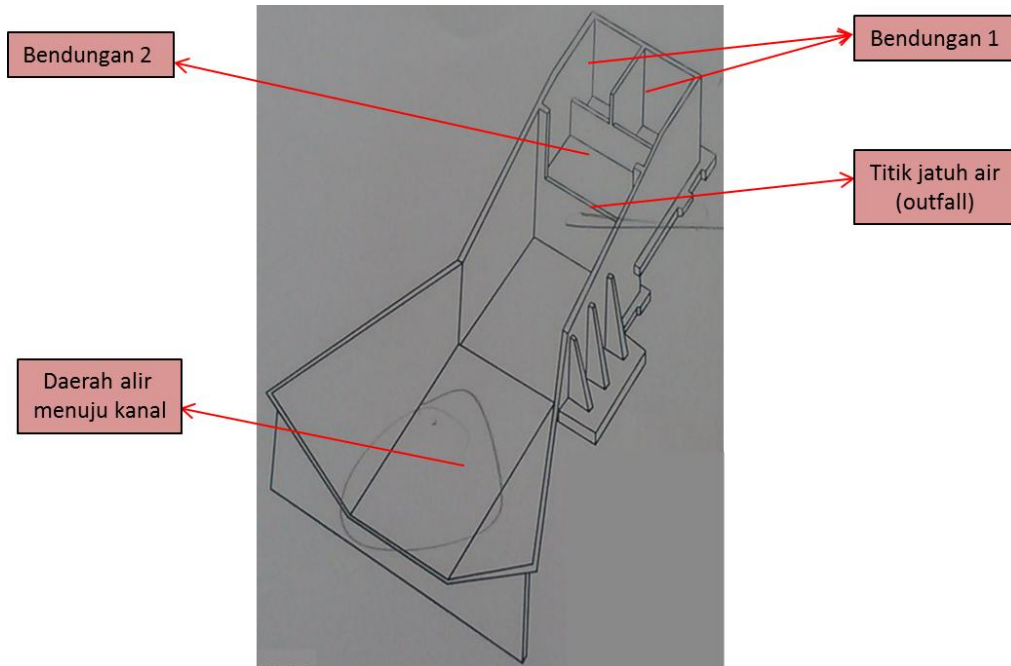
3. Pengukuran Tinggi Jatuh Air

Pengukuran tinggi jatuh air antara keluaran outfall kanal dengan lokasi turbin dapat diketahui dari gambar konstruksi sipil yang didapat dari data yang sudah ada di Badak LNG. Gambar konstruksi tersebut Dari gambar konstruksi tersebut didapat bahwa yang memungkinkan adalah sebesar 3 m.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

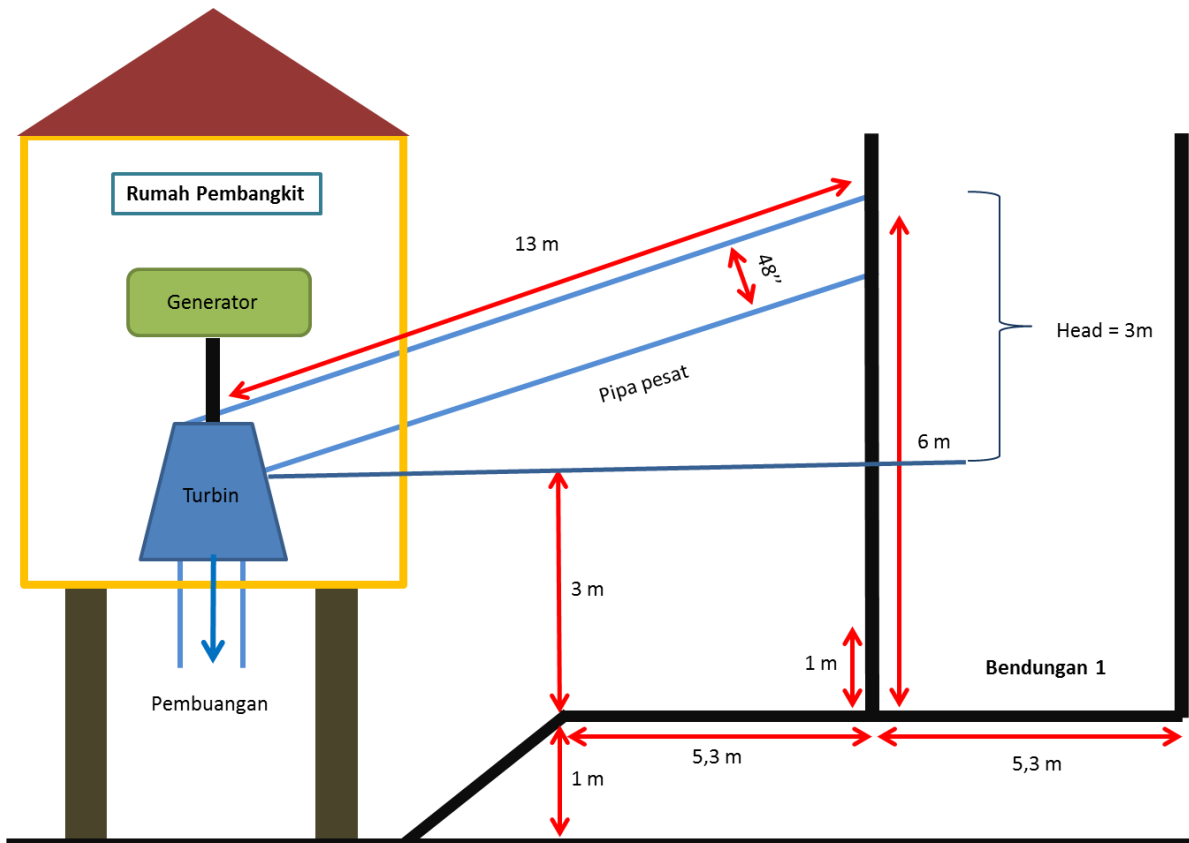
Gambar 1 merupakan gambar konstruksi bendungan outfall kanal Train E-F. Konstruksinya memiliki 2 tahap bendungan. Bendungan 1 terhubung dengan pipa keluaran dari *Process Train* dengan debit air $9,45 \text{ m}^3/\text{s}$. Air akan jatuh ke bendungan 2 ketika ketinggiannya mencapai 10 m dari dasar konstruksi. Bendungan 2 memiliki batas ketinggian air sebesar 7 m dari dasar konstruksi. Air akan jatuh keluar menuju kanal melalui outfall.

Sistem PLTMH untuk analisis ini akan memanfaatkan bendungan 1. Bendungan 1 akan ditutup secara penuh dan air akan mengalir melewati pipa pesat berukuran 48". Panjang pipa pesat ini diestimasikan mencapai 13 m. Head yang digunakan sekitar 3 m berdasarkan perbedaan ketinggian antara bendungan 1, bendungan 2, dan daerah alir menuju kanal. Daerah alir menuju kanal ini memiliki ketinggian air sebesar 5,9 m.



Gambar 2. Desain Konstruksi Kanal Outfall Kanal Train E-F

Turbin akan dikopel dengan generator dimana turbin akan digunakan dalam sumbu vertikal. Bendungan 2 akan ditiadakan untuk memaksimalkan head. Head yang diestimasi pada gambar dibawah ini merupakan head minimum dari range yang ditentukan diatas.



Gambar 3. Sketsa Sederhana Konstruksi PLTMH Outfall Kanal Train E-F

POTENSI HIDROLIK

Potensi hidrolik adalah potensi energi dalam bentuk potensial yang ditimbulkan oleh tekanan air akibat gaya gravitasi bumi. Besarnya potensi hidrolik dapat ditentukan oleh besarnya debit air (Q) dan ketinggian kemiringan sungai atau head (h). Secara matematis, besarnya potensi hidrolik dari suatu potensi energi mikrohidro dapat dijelaskan dengan persamaan berikut:

$$Ph = \rho \times g \times Q \times h \quad (1-1)$$

Keterangan: Ph = Potensi hidrolik (kW)
 H = tinggi jatuh air efektif (m)
 Q = debit air (m^3/s)
 g = gravitasi (m/s^2)
 ρ = massa jenis air (1000 kg/m³)

Nilai dari masing-masing parameter berdasarkan data sekunder yang didapatkan akan dimuat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Parameter Potensi Hidrolik

No.	Parameter	Simbol	Satuan	Nilai
1.	Head	h	m	3
2.	Debit	Q	m^3/s	9,45
3.	Gravitasi	g	m/s^2	9,81
4.	Potensi Hidrolik	Ph	kW	278

KAPASITAS DAYA PEMBANGKIT

Besarnya kapasitas daya yang dibangkitkan tergantung pada efisiensi turbin dan generator. Secara teoritis kapasitas daya pembangkit dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

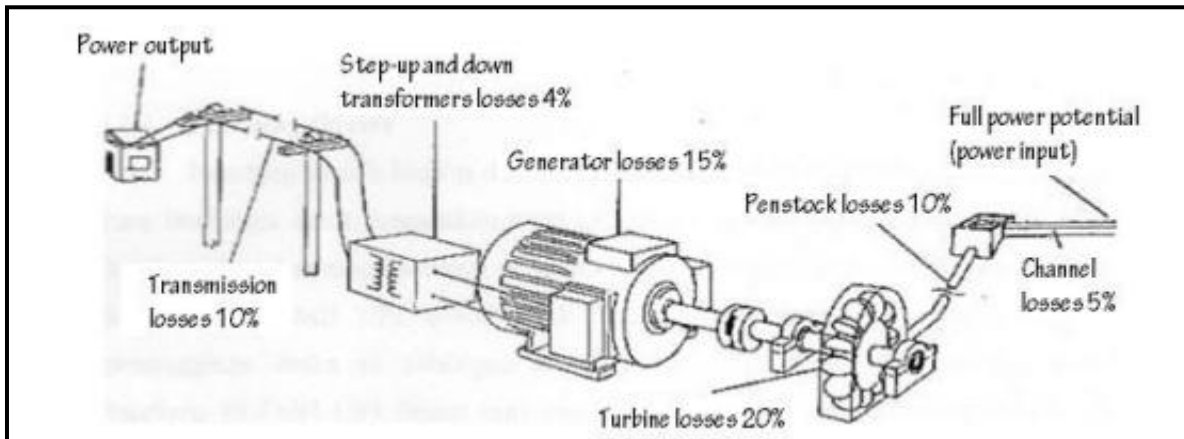
$$P_{el} = \eta_t \times P_h \quad (1-2)$$

Keterangan: P_{el} = Kapasitas daya yang dibangkitkan (kW),
 η_t = Efisiensi total dari generator dan turbin (%),
 P_h = Potensi hidrolik (kW).

Potensi kapasitas daya dari PLTMH outfall kanal Train E-F ini dapat dilihat dalam tabel berikut.

Tabel 2. Parameter Daya Terbangkit

No.	Parameter	Simbol	Satuan	Nilai
1.	Head	H	m	3
2.	Debit Terukur	Q_m	m^3/s	9,45
3.	Potensi hidrolik	P_h	kW	278
4.	Estimasi efisiensi turbin	η_T	%	90
5.	Estimasi efisiensi generator	η_G	%	85
6.	Estimasi efisiensi mekanik	η_M	%	90
7.	Estimasi daya terbangkit	P_{el}	kW	191,4



Gambar 4. Losses Sistem PLTMH

Pada saat konversi energi potensial menjadi energi listrik, sebagian energi akan hilang. Hal ini biasa disebut *losses*. Diasumsikan pada sistem ini tidak terdapat losses pipa (friction losses) sehingga losses hanya terdapat pada turbin dan generator.

PEMILIHAN TURBIN

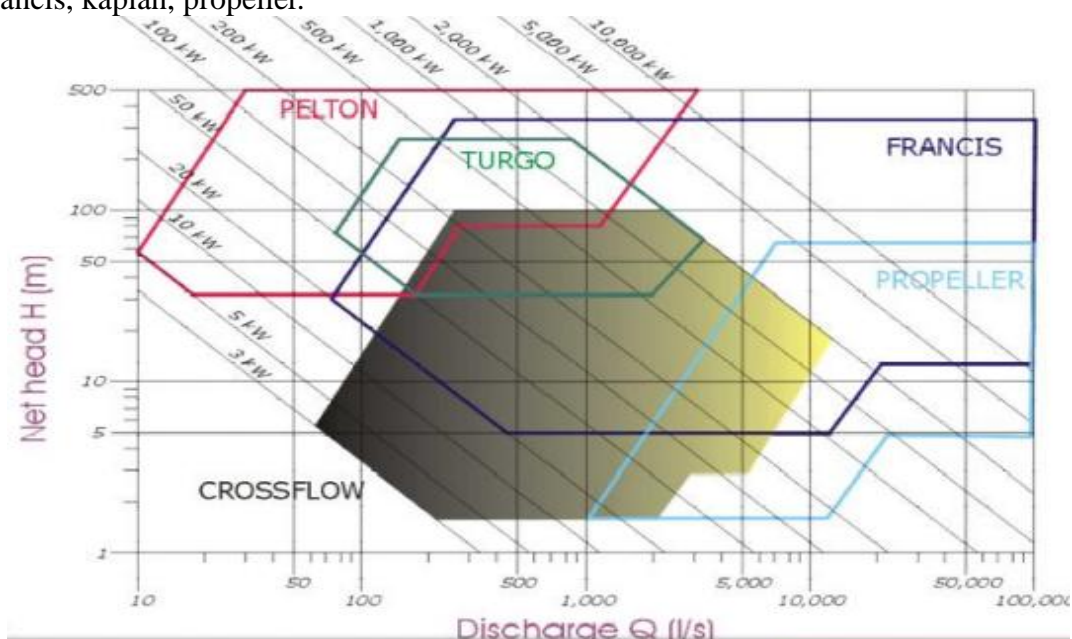
Sistem ini menggunakan 2 buah pipa pesat dan 2 buah turbin. Pemilihan turbin didasarkan pada nilai head dan debit sistem. Berdasarkan aliran air pada sudunya, turbin dibagi menjadi 2 jenis yaitu:

a. Turbin Impuls

Turbin Impuls merupakan turbin tekanan sama karena aliran air yang keluar dari nozzle tekanannya sama dengan tekanan atmosfer. Turbin impuls dibagi menjadi beberapa jenis yaitu, turbin pelton, crossflow, dan turgo.

b. Turbin Reaksi

Turbin Reaksi merupakan turbin yang bekerja berdasarkan prinsip perbedaan tekanan yang disebabkan oleh sudu turbin yang memiliki bentuk khusus. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya pada sudu sehingga dapat menggerakkan turbin. Turbin reaksi dibagi menjadi beberapa jenis yaitu, turbin francis, kaplan, propeller.



Gambar 5. Grafik Pemilihan Turbin

Sistem ini termasuk sistem dengan debit tinggi dan head rendah sehingga tipe turbin yang memungkinkan untuk digunakan adalah Turbin jenis Propeller. Turbin Propeler umumnya memiliki efisiensi antara 72% - 92%.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data-data, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Secara teori, potensi hidrolik yang dihasilkan oleh sistem PLTMH outfall kanal Train E-F adalah 278 kW. Sistem ini memiliki debit sebesar 9,45 m³/s head sebesar 5m.
- b. Berdasarkan data debit dan head, besarnya kapasitas daya terbangkit mencapai 191,4 kW oleh karena itu pembangkit ini termasuk kedalam jenis pembangkit listrik tenaga mikro hidro.
- c. Pemilihan turbin dilakukan berdasarkan debit dan head desain. Turbin yang cocok untuk digunakan pada sistem dengan kondisi tersebut adalah Turbin Propeller dengan efisiensi 90%. Serta digunakan generator didasarkan pada daya listrik yang mampu dibangkitkan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firmansyah, Ifhan. dkk. Studi Pembangunan Pembangkit Tenaga Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) Dompjong 50 kW di Desa Dompjong, Bendungan, Trenggalek untuk Mewujudkan Desa Mandiri Energi (DME). Surabaya. FTI-ITS.
- [2] Ratnata, I Wayan. dkk. 2013. Analisis Potensi Pembangkit Energi Listrik Tenaga Air di Saluran Air Sekitar Universitas Pendidikan Indonesia. Bandung. Universitas Pendidikan Indonesia.
- [3] Desmiwarman dan Valdi Rizki Yandri. 2015. Pemilihan Tipe Generator yang Cocok untuk PLTMH Desa Guo, Kecamatan Kuranji, Kota Padang. Padang. Politeknik Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis.
- [4] European Small Hydropower Association – ESHA. 2004. Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant. Brussels. ESHA.

Perancangan suplai tegangan cadangan untuk mengantisipasi supaya baterai ups di *electric room 5* tidak kehabisan daya

Narko¹; Fatahula²; Sagi³

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
2. Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
3. *Electrical Maintenance Department*
narkoelectric@gmail.com

Abstrak

Uninterruptible Power Supply (UPS) adalah komponen penting dalam sistem kontrol yang berguna menyimpan energi listrik sementara. Penyimpanan energi ini dilakukan di dalam baterai UPS dimana baterai ini memiliki kapasitas tertentu sesuai dengan kebutuhan beban. Baterai UPS hanya bisa bertahan rata-rata 2 jam jika tidak mendapat suplai tegangan dari luar. Kegagalan dalam proses suplai tegangan ini dapat menyebabkan daya baterai UPS habis sehingga beberapa komponen dalam sistem kontrol tidak dapat bekerja. Hal ini dapat dihindari dengan melakukan penambahan suplai tenaga listrik cadangan pada sistem UPS. Sumber tegangan cadangan ini diambil dari *generator set* yang sudah ada. Pengambilan tegangan cadangan untuk suplai UPS ini disertai dengan sistem kontrol untuk menjamin keamanan ketika terjadi pengalihan tegangan dari sumber utama ke sumber tegangan cadangan. Sistem kontrol yang digunakan adalah sistem kontrol konvensional dengan menggunakan kontaktor. Sistem kontrol ini diharapkan dapat mempermudah pengalihan sumber listrik untuk UPS ketika terjadi masalah pada sumber utama.

Kata kunci: UPS, baterai UPS, tegangan cadangan, efisiensi, keamanan.

Abstract

Uninterruptable Power Supply (UPS) is an important component in the control system. It is useful for temporarily storing electrical energy. Energy storage is carried out in the UPS batteries. These batteries have a certain capacity according to the load requirements. UPS batteries only last an average of 2 hours if it does not get a supply voltage from the outside. Failure in the distribution of this voltage can cause exhaustion of the UPS batteries so some components in the control system can not work. To avoid this, the UPS system should get a backup voltage source. Backup voltage source is taken from an existing generator set. Making backup voltage is accompanied by a control system to ensure security in the event of transferring voltage from the main voltage source to the backup voltage. The control system used is conventional control system using the contactor. We hope it can transfer voltage from main to the backup voltage easily if there is problem with main voltage from main power.

Key words: UPS, UPS battery, backup voltage, efficiency, safety.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pendistribusian tenaga listrik dari sumber utama baik dari PLN maupun dari Main Generator Set tidak selalu dapat menyuplai energi listrik secara terus menerus. Hal ini dikarenakan adanya kemungkinan kerusakan dalam sistem distribusi tenaga listrik, sehingga ketika pasokan listrik dari sumber utama terhenti maka komponen di pabrik, terutama di area kiln membutuhkan suatu suplai cadangan untuk menjamin berlangsungnya proses produksi. Suplai cadangan ini berupa Generator Set (Genset) yang ada di masing-masing Electric Room.

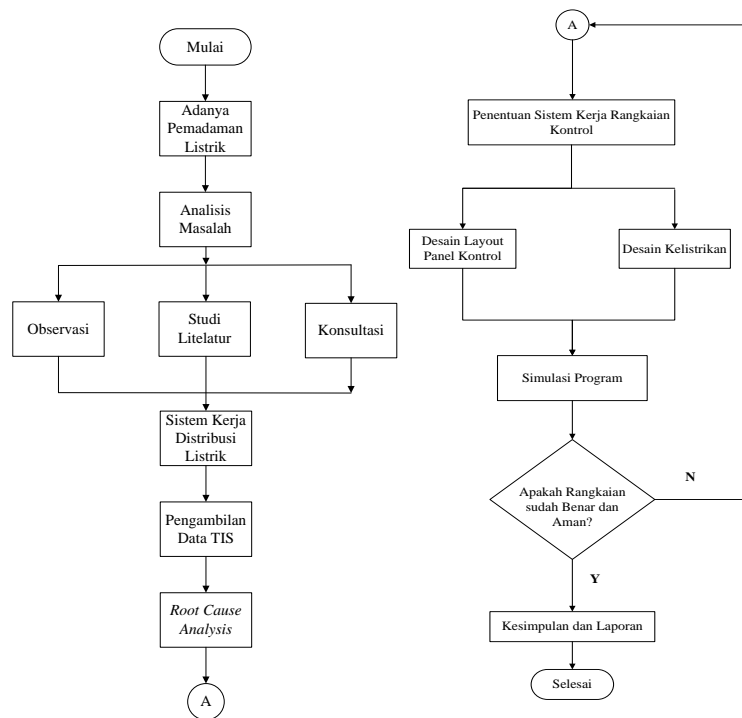
UPS merupakan alat untuk menyediakan daya listrik sementara jika terjadi pemutusan pasokan energi listrik dari sumber utama [2;3;5]. Namun UPS ini hanya bisa bertahan maksimal 2 jam. Sebelum mencapai 2 jam harus di suplai oleh sumber energi lain yaitu Generator Set. Terdapat tiga UPS yaitu: UPS 421 (area Kiln), 422 (area Cooler) dan 423 (area Coal Mill) di Electric Room (ER) 5, tetapi dua buah UPS diantaranya (UPS 422 dan 423) belum mendapatkan suplai dari Generator Set. Sehingga jika terjadi pemadaman atau kegagalan sistem distribusi yang lebih dari 2 jam, dua buah UPS tadi akan kehabisan daya baterai.

Pengalihan pasokan energi listrik dari sumber utama ke Generator Set harus dilakukan seefektif dan seefisien mungkin. Beberapa peralatan di area kiln seperti: sistem kontrol, indikasi alat, motor inching kiln, Bag Filter, Butterfly Valve harus mendapatkan pasokan daya secara terus menerus. Data dan indikasi pada alat tersebut akan hilang jika pasokan daya tiba-tiba terputus. Kehilangan

indikasi alat dapat mengkacaukan keseluruhan sistem produksi. Indikasi ini juga sangat menentukan keselamatan pengguna, operator atau bahkan alat itu.

II. METODE PENELITIAN

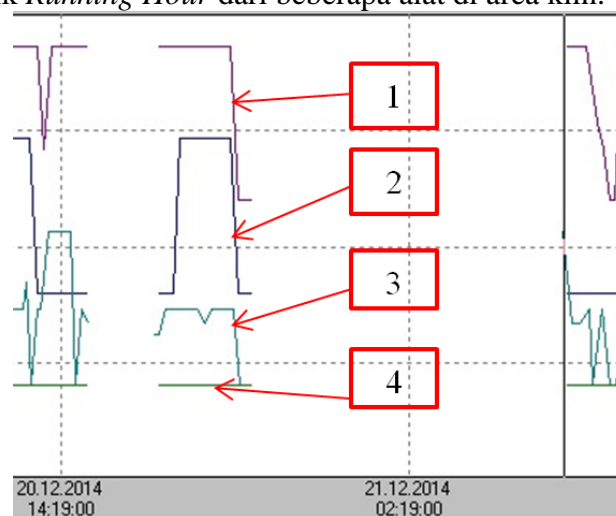
1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2. Root Cause Analysis (RCA)

Selama satu tahun terakhir ini banyak dijumpai masalah dalam proses produksi semen baik yang disebabkan oleh mekanik maupun listrik. Masalah ini mengakibatkan terhentinya proses produksi. Di bawah ini adalah grafik *Running Hour* dari beberapa alat di area kiln.



Gambar 2. *Running Hour* Alat di Area Kiln

Keterangan gambar:

1. 481-BL2.M1:R_RHR (*Blower* untuk udara pematik)
2. 471-FN1.M1:R_RHR (*Cooler ID Fan*)
3. 461-AD1.M1:R_RHR (Penggerak tambahan untuk kiln)
4. 461-MD1.M1:R_RHR (Penggerak utama untuk kiln)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa beberapa alat di area kiln telah mati selama 10 jam 45 menit akibat sumber listrik yang bermasalah. Kegagalan distribusi sumber listrik tersebut tidak hanya mematikan alat-alat diatas melainkan semua komponen dengan sumber listrik yang sama. Hal ini tentu berdampak pada beberapa alat yang seharusnya tidak diperbolehkan mati selama waktu tersebut. Jika hal itu terjadi maka suplai cadangan yang dapat digunakan adalah baterai UPS. Namun demikian baterai UPS hanya mampu menyuplai bebannya selama 2 jam.

3. Penentuan Sistem Kerja Rangkaian

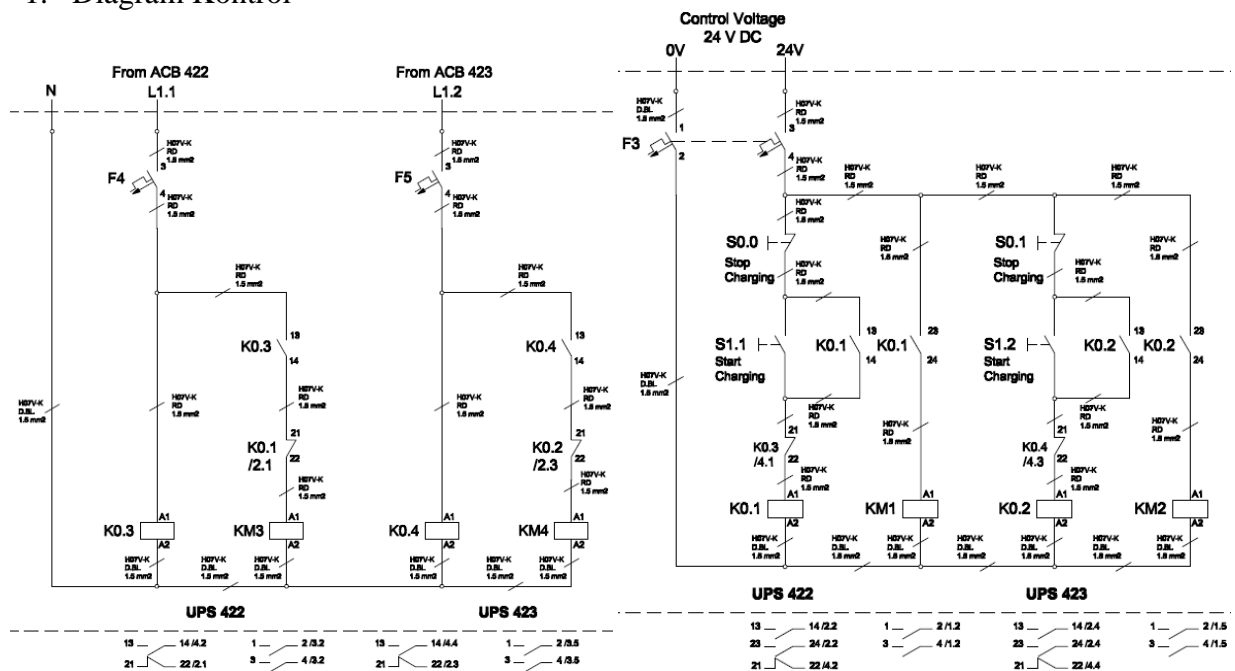
UPS 422 dan 423 dapat dilakukan pengisian dari *Generator Set* jika sumber listrik utama off. Dan jika sumber utama on maka pengisian UPS harus berganti ke sumber utama secara otomatis. Jika sumber utama on maka pengisian UPS dari *Generator Set* tidak dapat dilakukan. Ini adalah sistem *interlock* untuk keamanan UPS dari hubung singkat antara sumber listrik utama dengan sumber listrik dari *Generator Set*.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambar Perancangan

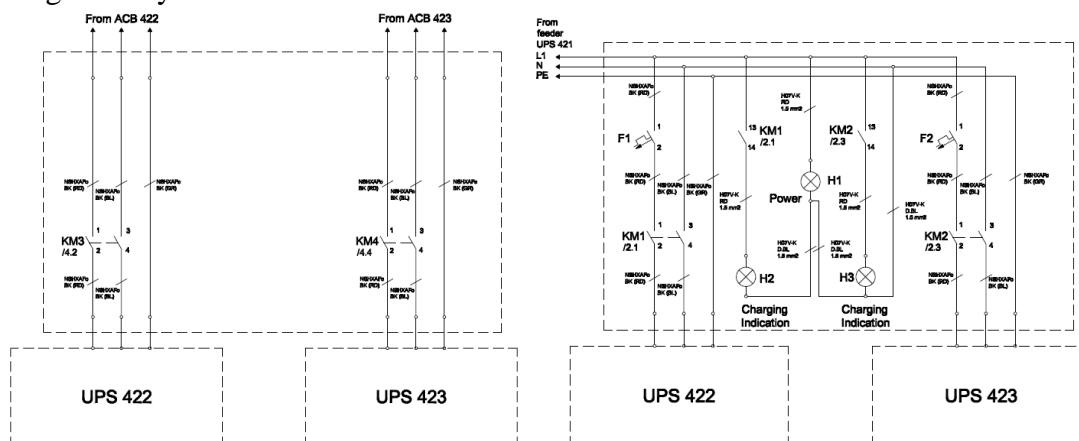
Gambar diagram pengawatan ini dibuat berdasarkan pengujian yang dilakukan dengan *Software Fluidsim*. Dari pengujian tersebut dapat dilihat bahwa rangkaian ini bisa bekerja dengan baik tanpa adanya hubung singkat. Di bawah ini adalah gambar rangkaian yang dibuat dengan *Software Autocad*.

1. Diagram Kontrol



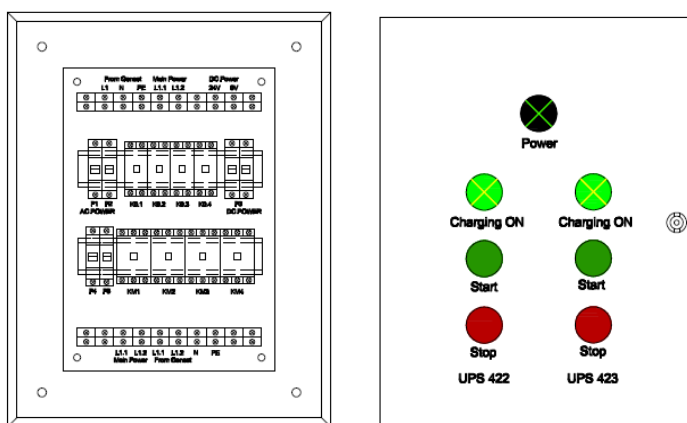
Gambar 3. Diagram Kontrol UPS 422 dan 423

2. Diagram Daya



Gambar 4. Diagram Daya UPS 422 dan 423

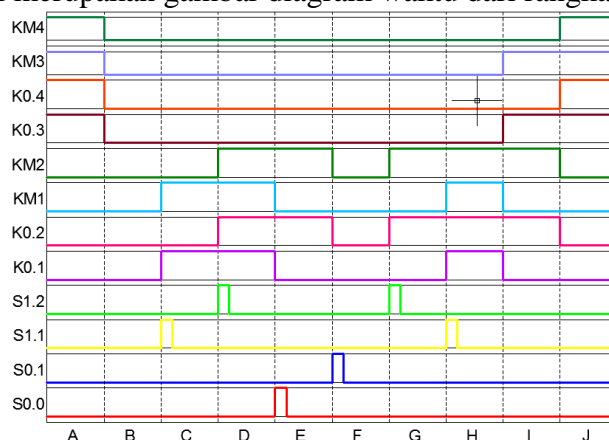
3. Panel Kontrol



Gambar 5. Panel Kontrol

4. Diagram Rangkaian kontrol

Diagram waktu adalah diagram yang menunjukkan komponen kontrol (tombol tekan dan kontaktor) sedang on atau off. Diagram ini dapat mempermudah pembacaan prinsip kerja dari rangkaian pengawatan. Di bawah ini merupakan gambar diagram waktu dari rangkaian yang sudah dibuat.



6. Diagram Waktu Rangkaian Kontrol

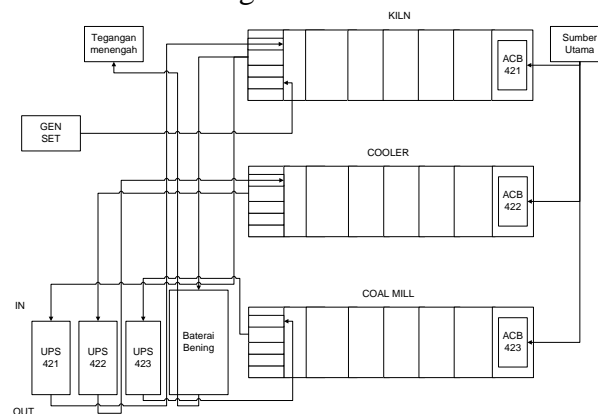
Keterangan gambar:

- A. Sumber utama ON
- B. Sumber utama OFF

- C. Mulai pengisian UPS 422 dari *generator set*
- D. Mulai pengisian UPS 423 dari *generator set*
- E. Stop pengisian UPS 422 dari *generator set*
- F. Stop pengisian UPS 422 dari *generator set*
- G. Mulai pengisian UPS 423 dari *generator set*
- H. Mulai pengisian UPS 422 dari *generator set*
- I. Sumber utama ON untuk UPS 422
- J. Sumber utama ON untuk UPS 423

2. Desain Sistem Kelistrikan ER 5

1. Sistem Kelistrikan sebelum Perancangan

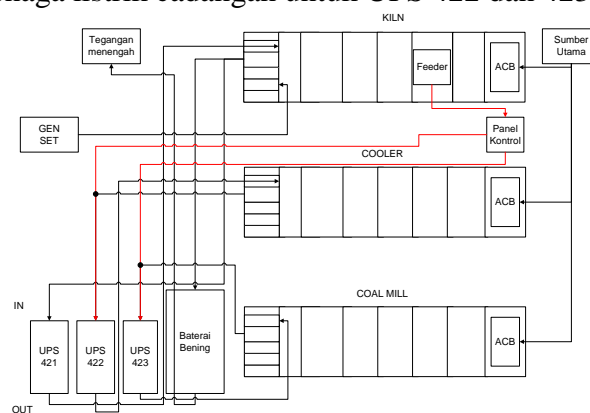


Gambar 7. Sistem Kelistrikan sebelum Perancangan

Gambar di atas menunjukkan bahwa UPS 422 dan UPS 423 hanya mendapatkan suplai tegangan dari sumber utama melalui busbar masing-masing. Sedangkan UPS 421 mendapatkan suplai tegangan dari sumber utama melalui busbar kiln dan dari generator set. Sehingga jika terjadi masalah pada sumber utama maka UPS 422 dan UPS 423 tidak mendapatkan suplai tegangan cadangan. Hal ini yang menyebabkan UPS 422 dan UPS 423 mengalami kehabisan daya baterai ketika terjadi masalah pada sumber utama selama 2 jam atau lebih.

2. Sistem Kelistrikan sesudah Perancangan

Di bawah ini adalah desain sistem kelistrikan ER 5 setelah perancangan. Garis merah menunjukkan jalur perancangan suplai tenaga listrik cadangan untuk UPS 422 dan 423.



Gambar 8. Sistem Kelistrikan setelah Perancangan

Gambar di atas menunjukkan bahwa UPS 422 dan UPS 423 mendapatkan suplai tegangan dari sumber utama melalui busbar masing-masing dan dari generator set melalui busbar kiln. Sehingga jika terjadi masalah di sumber utama maka kedua UPS ini masih mempunyai suplai tegangan

cadangan dari generator set. Hal inilah yang dapat mengantisipasi habisnya daya baterai UPS di ER 5 jika terjadi masalah pada sumber utama.

IV. KESIMPULAN

- a. Perancangan suplai tegangan listrik cadangan ini mampu mengantisipasi habisnya baterai UPS di ER 5 dengan memanfaatkan Generator Set yang ada. Sehingga semua alat maupun indikasi yang tersuplai oleh UPS tetap bisa bekerja sesuai fungsinya meskipun sumber utama bermasalah. Hal ini akan meningkatkan keamanan pada alat maupun penggunaannya.
- b. Perancangan sistem kontrol ini mampu melakukan pengalihan pasokan tegangan untuk UPS dengan efektif dan efisien.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aprilawati, Hidayah. Perancangan Instalasi Genset di PT. Aichi Tex Indonesia. Bandung
- [2] Hendrawan, Herman, dkk. (2013). Analisis Back-up System sebagai Penyuplai Daya Listrik di Gedung Bertingkat Bogor Trade Mall (BTM). Bogor
- [3] Fajar, Muhamad Cesar. (2014). Electrical Sizing Calculation pada Uninterruptible Power Supply (UPS) di North Duri Development Area-13 (NDD-13) Project-Chevron Pacific Indonesia. Semarang
- [4] Purhadi, Ignatius Agus, Khoiri, M. (2009). Rancang Bangun Simulasi Otomasi Catu Daya Darurat Tanpa Terputus. Yogyakarta
- [5] Suryawan, Maman. (2012). Perakitan dan Pengujian Panel Automatic Transfer Switch (ATS)-Automatic Main Failure (AMF) Produksi PT. Berkat Manunggal Jaya. Semarang

Kajian *fly ash dispersion* dengan metode *computational fluid dynamics*

Candra Damis Widiawaty¹; Ahmad Indra Siswantara²; Adi Syuriadi¹

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta,
2. Dept. Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia,
candamis@gmail.com

Abstrak

Fly ash dispersion adalah kajian terhadap sebaran partikulat yang dihasilkan oleh *stack* pada sistem pembangkit listrik tenaga uap. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh ketinggian *stack* terhadap sebaran gas SO₂, NO₂, dan partikel pada PLTU Parit Baru CFSPP 2x50 MW Kalimantan Barat. Ada dua desain yaitu S80 dan S100. S80 adalah *stack* berdiameter 3,15m dan tinggi 80m sedangkan S100 berdiameter 3,15m dan tinggi 100m.

Penelitian ini menggunakan metode *computational fluid dynamics*. Tahapannya adalah pembangkitan *grid*, validasi *grid*, kondisi sempadan, dan analisis hasil. Parameter input adalah laju volum gas 377000m³/h dengan komposisi SO₂=375mg/m³, NO₂=650mg/m³, dan partikulat 150mg/m³.

Hasil penelitian menunjukkan desain S100 lebih baik dibandingkan desain S80. Pada jarak 5950 m dari S80, polutan SO₂, CO₂, dan partikulat mulai mengkontaminasi udara, sedangkan S100 pada jarak 6250m. S80 menghasilkan konsentrasi polutan lebih tinggi sebesar 20% dibandingkan dengan S100.

Kata kunci : *stack*, sebaran gas, polutan, *computational fluid dynamics*, SO₂, NO₂, partikulat

Abstract

Fly ash dispersion is one of the applied science that analysis the particulate dispersion from *stack* in power plant. The purpose of this research is to analyze the effect of *stack* height concerning in *fly ash dispersion* of SO₂, NO₂, and particulate at PLTU Parit Baru CFSPP 2x50 MW West Kalimantan. There are two design S80 and S100. S80 has 3,14m diameter and 80m height, where as S100 has 3,14m diameter and 100m height.

This research used *computational fluid dynamics* method. The procedures are *grid* generation, *grid* validation, boundary condition, and analysis. Input parameter are volume flow 377000m³/h which is consist of SO₂=375mg/m³, NO₂=650mg/m³, and particulate 150mg/m³.

The result shows performance of S100 is better than S80. The pollutant of SO₂, NO₂, and particulate contaminated the air in 5950m from the S80. Where as the pollutant contaminated air in 6250m from S100. In spite of that the S80 produced 20% higher pollutant than S100.

Keyword : *stack*, *fly ash dispersion*, pollutant, *computational fluid dynamics*, SO₂, NO₂, particulate

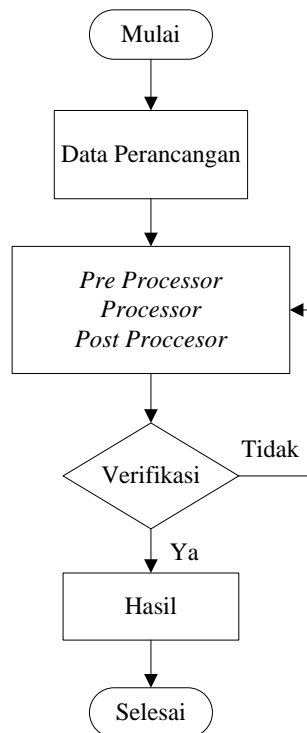
I. PENDAHULUAN

Seiring dengan peningkatan jumlah pembangkit listrik tenaga uap, maka diprediksikan konsumsi batubara untuk pembangkit listrik akan meningkat dengan pertumbuhan rata-rata 8,2% per tahun, sehingga kebutuhan batubara dari 53 juta ton pada tahun 2012 menjadi 321 million ton pada tahun 2035[1]. Sisa pembakaran batubara akan dilepaskan ke lingkungan melalui *Stack*. Sisa pembakaran batubara mengandung NO_x, SO_x, dan partikel yang dapat berdampak negatif jika konsentrasinya di atas ambang batas. Konsentrasi ambang batas SO₂ maksimum 750mg/Nm³, NO₂ maksimum 850 mg/Nm³, dan partikel maksimum 150mg/Nm³[3].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian *fly ash dispersion* dengan metode CFD pada dua rancangan *stack* yaitu S80 diameter dalam 3m serta tinggi 80m, dan S100 diameter dalam 3m dan tinggi 100m. Parameter input adalah laju volum gas 377000m³/h dengan komposisi SO₂=375mg/m³, NO₂=650mg/m³, dan partikulat 150mg/m³. Hasil penelitian ini adalah perbandingan konsentrasi SO₂, NO₂, dan partikel pada ketinggian 10m dan 2m dari permukaan tanah pada S80 dan S100.

II. METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Computational fluid dynamics* dengan tahapan sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan awal adalah verifikasi data perancangan *stack* dan gas buang. Tahapan kedua adalah *pre processor* meliputi pembangkitan *grid*, validasi *mesh*, dan kondisi sempadan. *processor* adalah perhitungan yang dilakukan oleh software CFDSOF. *Post processor* adalah penampilan hasil berupa kontur dan grafik. Tahapan ketiga adalah verifikasi hasil jika tidak sesuai dengan fenomena secara teoritik maka harus diulang proses *pre processor*, *processor*, dan *post processor*.

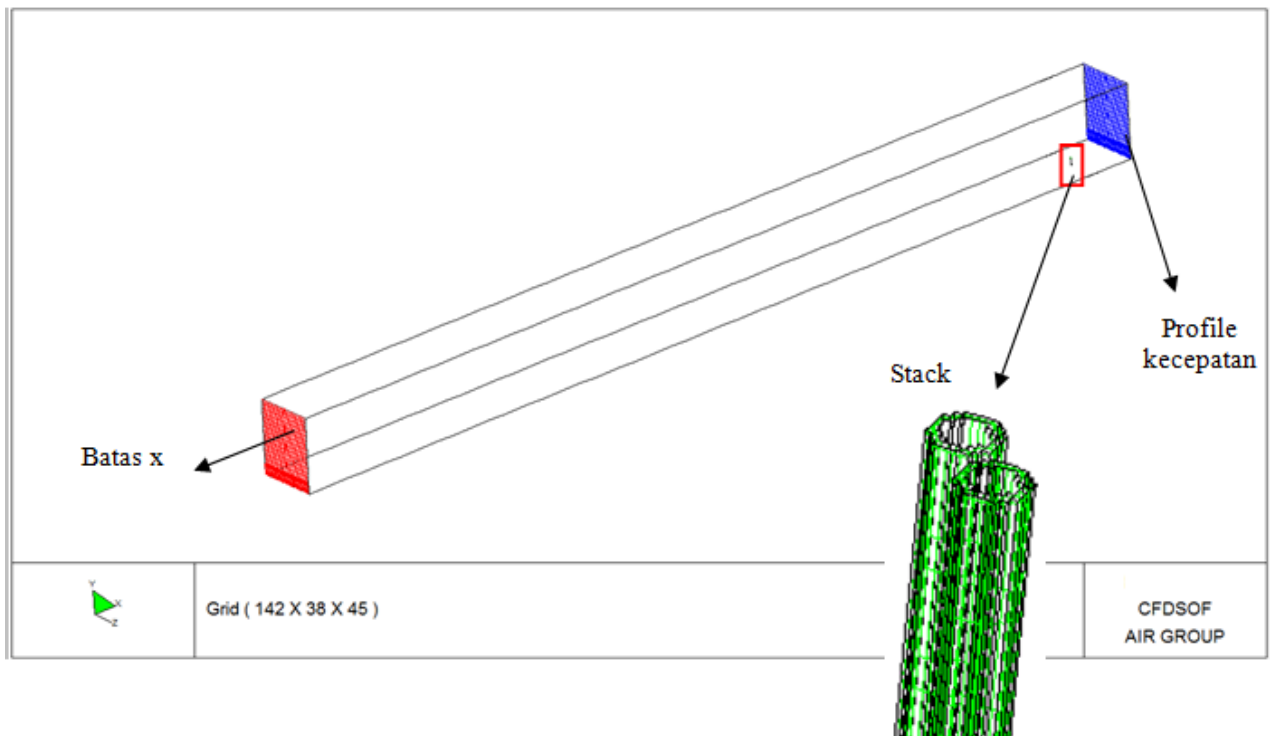
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter simulasi yang digunakan sebagai berikut :

Input parameter :

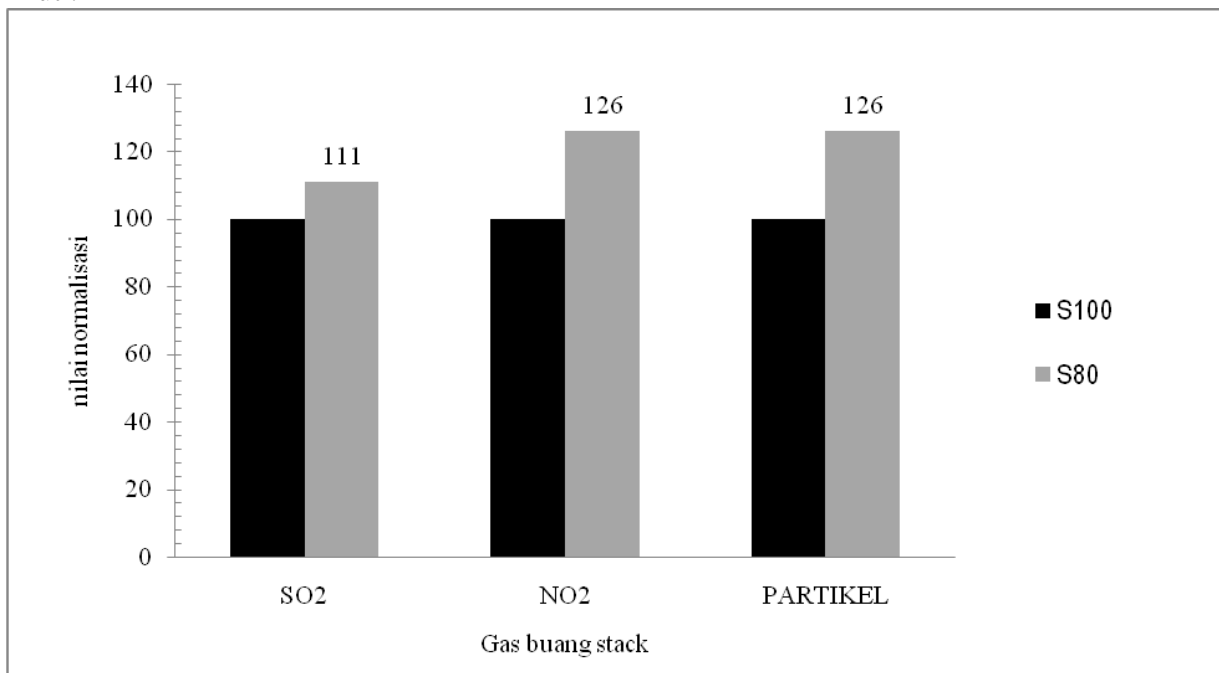
1. Kecepatan angin : 3 m/s
2. Volume flow gas buang : 377000 m³/h
2. Gas buang temperatur : 128°C
3. Temperatur ambient : 29°C
4. Spesies : SO₂ = 375 mg/m; NO₂ = 650mg/m; Partikel = 150 mg/m³
5. Domain of x : x_{min} = -500m, x_{max} = 12500 m; y_{min} = 0m, y_{max} = 1000 m;
z_{min} = 0m, z_{max} = 800 m
6. Dimensi *Stack* : S100 diameter dalam 3m, tinggi 100m; S80 diameter dalam 3m, tinggi 80 m

Skema simulasi



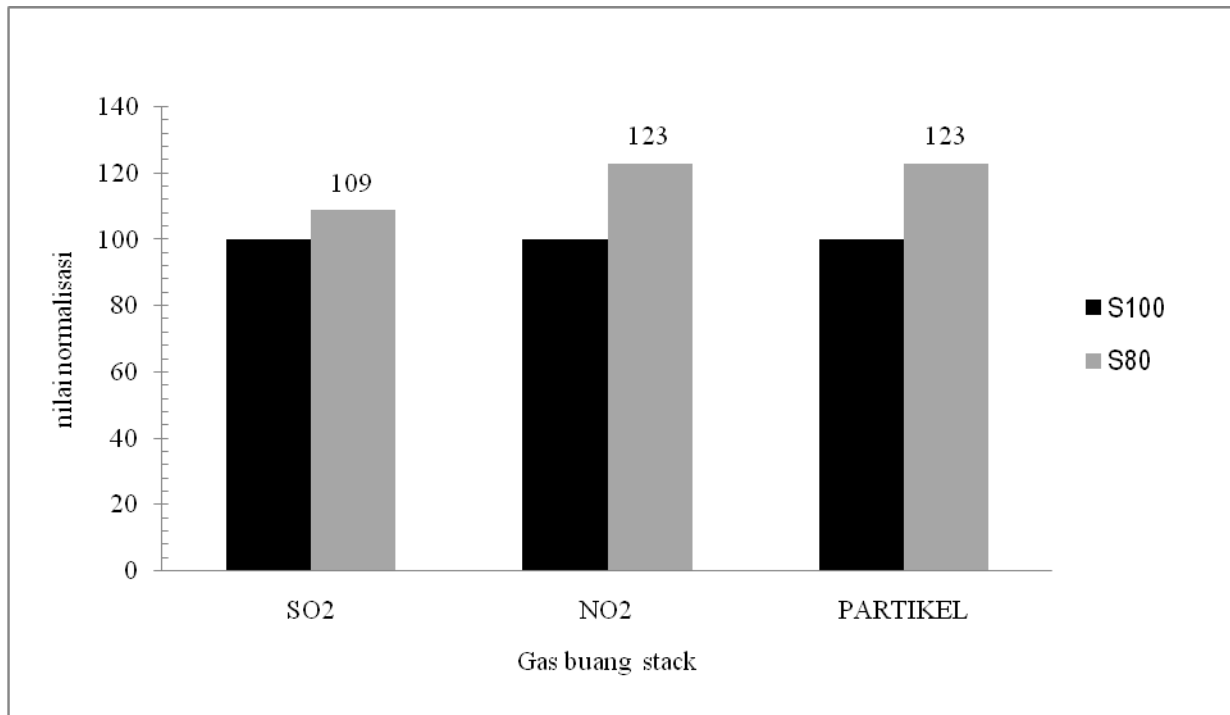
Gambar 2. Skema Simulasi

Simulasi ini tiga dimensi dengan domain $x=13000$, $y=1000m$, dan $z=800m$. Sisi inlet diaktifkan profile kecepatan karena kecepatan berubah terhadap tinggi sesuai dengan data perancangan. Adanya perbedaan temperatur ambient dengan gas buang *stack* maka diaktifkan perpindahan panas. Gas buang satek terdiri dari SO_2, NO_2 , dan partikel maka diaktifkan spesies. Hasil Simulasi sebagai berikut :



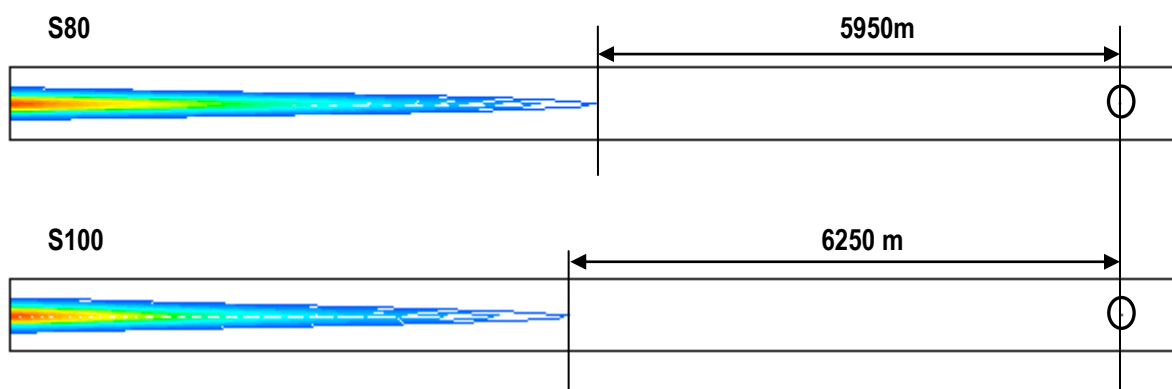
Gambar 3. Nilai normalisasi konsentrasi polutan S100 dan S80 pada 2 m dari *ground level*

Pada ketinggian 2 m dari ground level, konsentrasi polutan yang dihasilkan S80 lebih besar dibandingkan S100, yaitu SO₂ 26% lebih tinggi dari S100, NO₂ 26% dan partikel 26% lebih tinggi dari S100.



Gambar 4. Nilai normalisasi konsentrasi polutan S100 dan S80 pada 10 m dari ground level

Pada ketinggian 10 m dari ground level, konsentrasi polutan yang dihasilkan S80 juga lebih besar dibandingkan S100, yaitu SO₂ 9% lebih tinggi dari S100, NO₂ 23% dan partikel 23% lebih tinggi dari S100.



Gambar 5. Jarak jatuh polutan dari stack pada ketinggian 2 m dari ground level

Ketinggian stack juga mempengaruhi jarak jatuh polutan dari stack, pada S80 polutan mulai terdispersi ke lingkungan pada jarak 5950m dari stack sedangkan S100 mulai terdispersi ke lingkungan pada jarak 6250m dari stack.

Pada ketinggian 10 m dari *ground level* polutan yang keluar dari S100 untuk SO₂ 9% lebih kecil dibandingkan S80, NO₂ 23% lebih kecil dibandingkan S80, dan partikel 23% lebih kecil dibandingkan S80. Pada ketinggian 2 m dari *ground level* polutan yang keluar dari S100 untuk SO₂ 11% lebih kecil dibandingkan S80, NO₂ 26% lebih kecil dibandingkan S80, dan partikel 26% lebih kecil dibandingkan S80. Polutan mulai terdispersi ke lingkungan pada jarak 5950m dari S80 sedangkan pada S100 pada jarak 6250m. Ketinggian *stack* mempengaruhi jumlah polutan dan area yang terdispersi ke lingkungan.

Saat polutan keluar dari *stack* memiliki temperatur lebih tinggi dibandingkan lingkungan sekitar sehingga polutan pada awalnya bergerak ke atas kemudian turun sesuai dengan fenomena bouyant. S100 memiliki tinggi 100 m dimana polutan memiliki waktu dispersi lebih lama dibandingkan S80. sehingga polutan yang dihasilkan oleh S100 lebih kecil dibandingkan S80. Begitu pula jarak jatuh polutan dari *stack*, S100 lebih jauh dibandingkan S80 yaitu S100 6250 m sedangkan S80 5950m.

IV. KESIMPULAN

Kinerja S100 lebih baik dibandingkan S80. Pada ketinggian 10 m dari *ground level* polutan yang keluar dari S100 untuk SO₂ 9% lebih kecil dibandingkan S80, NO₂ 23% lebih kecil dibandingkan S80, dan partikel 23% lebih kecil dibandingkan S80. Pada ketinggian 2 m dari *ground level* polutan yang keluar dari S100 untuk SO₂ 11% lebih kecil dibandingkan S80, NO₂ 26% lebih kecil dibandingkan S80, dan partikel 26% lebih kecil dibandingkan S80. Polutan mulai terdispersi ke lingkungan pada jarak 5950m dari S80 sedangkan pada S100 pada jarak 6250.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh PT.CCIT GROUP INDONESIA yang telah memberikan ijin menggunakan *software* CFDSOF untuk melakukan *flow simulation* perancangan *Stack*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Sugiona, et al. Outlook Energi Indonesia 2014. Jakarta.
- [2] CFDSOF *User Guide and Technical Reference*
- [3] Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 21 Tahun 2008
- [4] PT.CCIT GROUP. Laporan Analysis of fly ash dispersin with CFD Method at PLTU Parit Baru CFSPP 2x55 MW West Kalimantan.2014.
- [5] Toncu D.Cristina, Bogoi Alina, Stanciu V, dan Danaila S. Solving SO₂ Dispersion from Combustion Stack gas Using Plume Reflection On The Ground For Continous Point Source Model. 2011. ISSN 1454-2358. Vol.73, Iss 3.

Modifikasi sampler hot meal pada preheater cilacap plant

Bobi Rasyiid Ar Razzaaq¹, Rudi Edial²
Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta
Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
bobi.rasyiid@gmail.com

Abstrak

Secara umum pembuatan klinker pada pabrik semen dimulai dari mencampur dan menggiling semua bahan baku dan dilanjutkan dengan tahap pemanasan awal di *preheater* sebelum dibakar di dalam *kiln*. *Hot meal* merupakan sebutan material panas dalam *preheater* yang diambil untuk mengetahui kualitas pertukaran panas dan kandungan kimianya. Pada Cilacap plant pengambilan dilakukan pada *preheater* lantai 6 (30 m) dengan metode *snap*, yaitu memasukan lengan bantu berupa pipa galvanis 1" sepanjang 730 mm secara manual, dimana terdapat potensi bahaya semburan api dengan suhu 800°C dan gas CO₂ dari *preheater* yang dapat menimbulkan cedera fatal, walaupun mereka harus menggunakan baju tahan api dan alat pelindung diri lainnya. Untuk itu penulis memiliki ide untuk mengganti metode pengambilan dari manual menjadi otomatis. Dengan menerapkan konsep *gripping and rolling*, modifikasi ini menggunakan dua *V-grooved roller* yang terhubung dengan motor DC yang berfungsi menjepit dan menggerakkan lengan bantu. Modifikasi ini bertujuan agar pengambilan sampel akan menjadi lebih cepat dan efektif karena contoh sampel yang sudah siap dibawa. Kecelakaan fatal yang disebabkan semburan api dan gas dapat dihilangkan karena tidak melibatkan aktifitas langsung pada proses pengambilan.

Kata kunci : *Hot meal*, *Preheater*, *Sampler*, metode *Snap*, Otomatis,

Abstract

Modification hot meal sampler at preheater Cilacap plant – Generally, The manufacturing process of clinker at cement plant is begun with mixing and milling raw materials, then continued with preheating at preheater before burned inside of kiln. Hot meal is hot materials inside of preheater that should be taken for monitoring heat exchange and chemical compounds. At Cilacap plant, sampling is taken at preheater 6th floor (30m), using snap method which is manually taken by using galvanized pipe 1" 730mm length as extended arm into preheater, it means there are potential hazards from fire at 800°C and CO₂ that possibility cause fatal injury although they also wear fire-proof cloth and the other personal protective equipments. To solve the problem, writer have an idea to change sampling method from manual to automatic. Based on Gripping and rolling, modification is using two V-grooved roller that connected to DC motor to gripping and moving extended arm. As the result, sampling process will be faster and more effective because the sample is ready. No more fatal accident from fire and chemical gas because there are no direct activity at sampling process.

Keywords: Hot meal, Preheater, Sampler, Snap method, Otomatic,

I. PENDAHULUAN

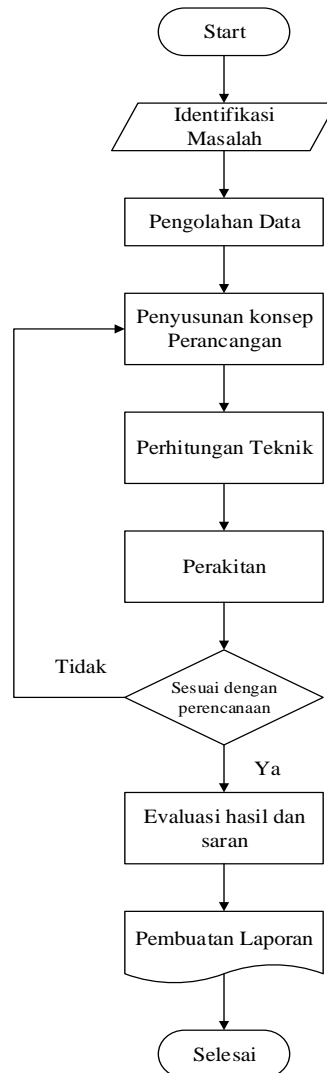
Latar Belakang

Sample hot meal atau raw meal panas diambil satu kali setiap awal shift oleh seorang PQC member yang berkompeten. Pengambilan dilakukan pada lantai 6 Preheater dengan ketinggian $\pm 30m$ dengan sistem pengambilan menggunakan metode snap, yaitu alat sampler dimasukan untuk menangkap jatuhnya material yang ada di dalam kalsiner. Proses pengambilannya, karyawan tersebut harus memasukan lengan sampler secara manual, selain itu disamping harus mengenakan seragam lapangan lengan panjang, helem dan sepatu safety mereka juga harus mengenakan baju dan sarung tangan tahan api, masker kimia, dan full face mask, sebagai APD (Alat Perlindungan Diri) mereka terhadap paparan panas dan gas CO₂ dengan suhu pembakaran mencapai 800° C yang terdapat pada preheater. Dimana hal ini dapat menimbulkan bahaya yang fatal apabila preheater mengalami masalah sewaktu waktu dan menyebabkan gas yang terdapat didalamnya menyembur keluar. Untuk lokasi pengambilan sampler itu tersendiri penulis rasa cukup susah disamping posisinya yang rendah dimana karyawan tersebut harus menundukan badanya untuk mengambil sampel hot meal, sehingga ada potensi bahaya dari kondisi dan lingkungan bagi karyawan yang bertugas mengambil sample tersebut.



Gambar1. Proses pengambilan sampel Hot Meal secara manual pada Preheater lantai 6 Kalsiner ILC dan SLC

II. METODE PENELITIAN



Gambar2. Diagram alir proses modifikasi

Dari bagan tersebut dapat dijelaskan metodologi pelaksanaan program sebagai berikut :

- a. Identifikasi Masalah
Pada tahap ini, dilakukan survey langsung pada tempat pengambilan sample dan menganalisis potensi bahaya yang ada dan kemungkinan modifikasi yang dapat diaplikasikan. Lalu semua data tersebut didiskusikan kepada pembimbing untuk memperkuat teori.
- b. Pengolahan Data
Berdasarkan identifikasi yang diperoleh, penulis mengolah data data lapangan dan menyesuaikan dengan kebutuhan konsumen yang akan memakai alat tersebut.
- c. Penyusunan Konsep Perancangan
Setelah data diperoleh dikembangkan konsep konsep modifikasi yang di dapat dan menentukan spesifikasi yang dibutuhkan pada modifikasi sampler yang diinginkan. Lalu pembuatan sketsa gambar teknik untuk mempermudah perancangan modifikasi alat tersebut.
- d. Perhitungan Teknik

Pada tahap ini, penulis menghitung dan menentukan spesifikasi secara detail tentang material dan alat yang dibutuhkan, terutama dalam menahan beban kerja dan penggerak yang dipakai.

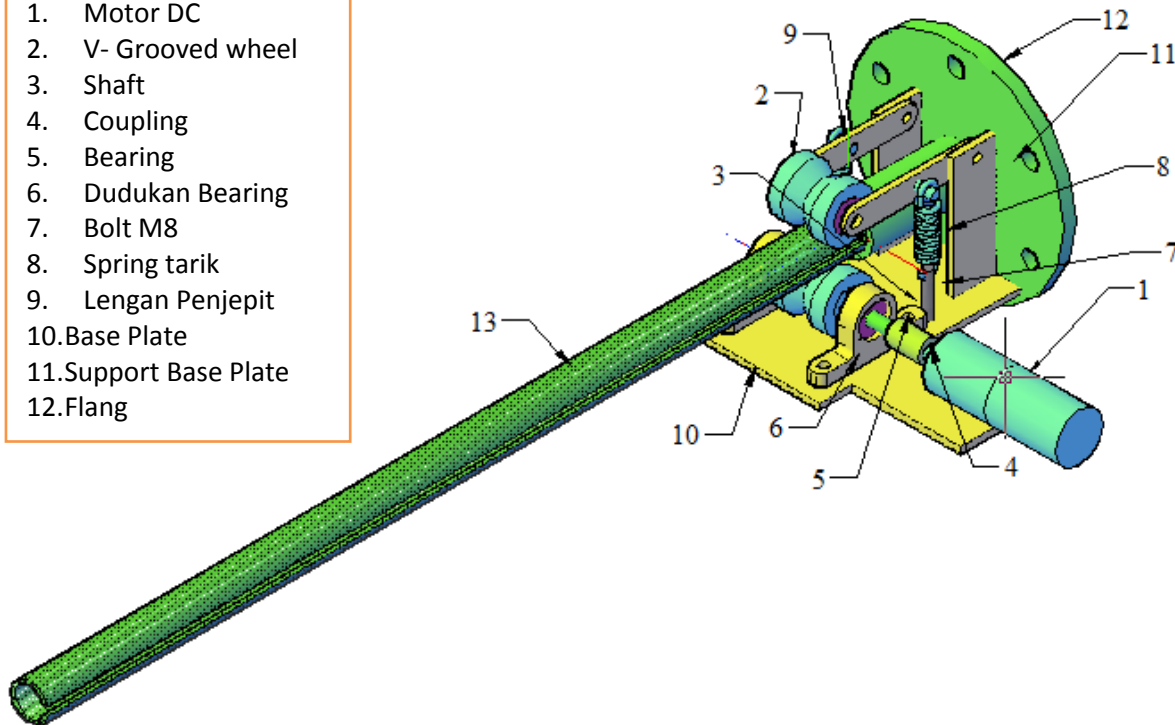
- e. Perakitan
Dari penghitungan teknik dan gambar yang telah terbentuk penulis mulai membangun alat tersebut
- f. Uji coba
Dilakukan uji coba tentang alat yang sudah penulis buat dan dibandingkan dengan tujuan apakah sudah sesuai dengan permintaan konsumen atau tidak.
- g. Evaluasi hasil dan saran
Dilakukan evaluasi hasil setelah pembuatan modifikasi alat tersebut dan mengumpulkan data tentang proses pembuatan alat serta menambahkan saran untuk kedepannya apabila akan dibuat / diperbaharui lebih lanjut.
- h. Pembuatan Laporan
Setelah semua aspek terbentuk, penulis membuat laporan akhir dan dibukukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Modifikasi Alat

Keterangan:

1. Motor DC
2. V- Grooved wheel
3. Shaft
4. Coupling
5. Bearing
6. Dudukan Bearing
7. Bolt M8
8. Spring tarik
9. Lengan Penjepit
10. Base Plate
11. Support Base Plate
12. Flang



Gambar3. Modifikasi alat pengambil sampelhot meal

2. Bagian-Bagian Mesin

Peralatan / komponen utama pada sistem modifikasi alat *samper* seperti yang ditunjukkan pada gambar, terdiri dari :

1. Motor dengan *gear box*

- Motor listrik bertenaga tegangan DC dengan torsi yang cukup tinggi yang berfungsi sebagai penggerak roda yang membentuk gerakan maju mundur pada alat pengambil sampel tersebut.
2. *V-Grooved Wheel*
Roda yang terbentuk dari round bar dengan dimensi $x 50 \text{ mm}$ yang telah di machining dengan bentuk V- grooved dengan sudut 120° yang berfungsi mencengkram lengan pengambil sampel untuk menggantikan kinerja tangan manusia.
 3. *Shaft*
Berupa besi pejal ST 37 berdimensi Bergungsi sebagai poros roda penjepit yang terhubung ke motor.
 4. *Coupling*
Berfungsi mentransmisikan gaya yang terbentuk dari motor ke shaft roda agar roda tersebut dapat berputar.
 5. *Bearing*
Bergungsi untuk mengurangi koefisien gesek antara shaft dengan roda.
 6. *Dudukan Bearing*
Berfungsi sebagai tempat dudukan dari bearing untuk *shaft* roda
 7. *Bolt M8*
Berfungsi untuk menarik spring untuk mendapatkan gaya tekan yang menjepit roda bawah.
 8. *Spring Tarik*
Berfungsi untuk membuat gaya jepit pada proses pencengkraman roda
 9. *Lengan penjepit*
Sebagai lengan penghubung antara roda atas dengan spring untuk proses pencengkraman roda
 10. *Base Plate*
Berfungsi sebagai plat dasar sebagai tempat pemasangan alat penunjang modifikasi *sampler*
 11. *Support Base Plate*
Berfungsi sebagai tumpuan bantu pada base plat yang terhubung ke *flang*.
 12. *Flang*
Berfungsi untuk menghubungkan lengan pengambil dengan bagian utama dari pengambil sampler.
 13. *Lengan sampler*
Bagian ini berupa pipa galvanis dengan *travel length* sepanjang 760 mm yang berfungsi sebagai lengan bantu pengambil sampel dengan gerakan maju dan mundur untuk memasukan sampler ke dalam preheater.

3. Mekanisme Kerja Alat

Mekanisme kerja modifikasi ini cukup sederhana dimana keseluruhan alat ini ditujukan untuk mengganti kinerja tangan yang mengambil sampel secara manual. Yaitu ketika motor bekerja, motor tersebut akan menggerakkan roda bawah yang sudah mencengkram lengan sampel. Ketika roda tersebut digerakan maju maka lengan sampel tersebut juga akan maju untuk mengambil material. Lalu setelah material terambil, maka arah putaran motor akan dibalik yang menyebabkan gerakan mundur pada lengan sampler untuk menuju tempat penuangan sampler tersebut. Untuk proses penuangan material tersebut, lengan sampler dimodifikasi sehingga memiliki memutar 180° , sehingga apabila ketika lengan bergerak maju, maka posisi sampler menghadap atas untuk menerima sampel, dan ketika lengan digerakan mundur maka posisi sampler akan menghadap bawah untuk menuangkan sampel tersebut.

IV. KESIMPULAN

1. Proses pengambilan sampel yang dibantu dengan sistem roda penjepit lengan berfungsi untuk mempermudah proses pengambilan sample hot meal dimana sebelumnya

pengambilan diambil secara manual kemudian digantikan dengan sistem berpengerak motor.

2. Dengan adanya modifikasi ini, proses pengambilan mengurangi aktifitas manusia disekitar alat sampler, dimana terdapat potensi bahaya tersembur gas panas dan sisa pembakaran dalam preheater yang dapat menyembur sewaktu waktu apabila terdapat permasalahan pada preheater.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] *Cement Kiln*. January 10, 2015. http://www.wikipedia.org/wiki/Cement_kiln.
- [2] Ghosh, S.N. *Advances in Cement Technology: Chemistry, Manufacture and Testing*. CRC Press, 2003.
- [3] Gosh, S.N. *Cement And Concrete Sience Technology*. Thomas Telford, 1991.
- [4] Holcim Group Support Ltd. *Holcim Group Regional Support*. Vol. 1. 2003.

Rancang bangun *steam curing box* untuk mempercepat laju hidrasi semen

Akhmad Febri Romadon¹, Hamdi²

1. Mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen
2. Dosen Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
akhmadfebriromadon@gmail.com

Abstrak

Prosedur yang direkomendasikan untuk mengukur kuat tekan beton adalah melakukan uji kuat tekan beton silinder. Metode perawatan beton memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton. Perawatan dengan uap adalah sebuah teknik untuk memperoleh strength awal yang tinggi dalam produksi beton pracetak. Saat ini, Laboratorium Beton Holcim Indonesia Pabrik Cilacap belum memiliki steam curing box yang dapat mempercepat proses hidrasi semen. Metode perawatan beton yang digunakan adalah normal curing. Oleh karena itu, diperlukan steam curing box untuk menerapkan metode perawatan uap.

Pembuatan steam curing box menggunakan stainless plate tebal 3 mm dan steel plate tebal 1,2 mm sebagai cover. Terdapat glasswool yang berfungsi sebagai peredam panas. Periode pemanasan dan periode penguapan dikontrol oleh sebuah temperature controller berdasarkan pembacaan sensor suhu.

Hasil rancang bangun adalah sebuah steam curing box untuk menampung benda uji beton silinder berukuran Ø150mm x 300mm. Benda uji tersebut diletakkan pada sebuah screen yang terbuat dari stainless round bar diameter 8 mm. Kapasitas maksimum adalah sembilan benda uji beton dengan daya elemen pemanas 2000 Watt. Selain itu, ada dua cara pengoperasian (manual dan auto) yang dilengkapi dengan emergency switch sebagai alat pengaman.

Kata kunci : beton, kuat tekan, perawatan uap, pracetak, suhu

Abstract

The recommended procedure to measure the concrete strength is to perform compressive strength cylinder test. The method of curing has the effect to the concrete compressive strength. Steam curing is a technique for obtaining high early strength in precast concrete production. Nowadays, Concrete Laboratory Holcim Indonesia Cilacap Plant doesn't have the steam curing equipment which can accelerate the hydration process of cement. The curing method used is normal curing. Therefore, it needs a steam curing equipment for applying the steam curing method.

The manufacturing of steam curing box used stainless plate 3 mm thickness and steel plate 1,2 mm thickness. There is glasswool for heat shock. Heating and steaming period are controlled by a temperature controller based on temperature sensor readings.

The result of the design and construction is a steam curing box for containing cylindrical concrete test specimens which have the size Ø150mm x 300mm. Those are placed on the screen which made from stainless round bar 8 mm diameter. The maximum capacity is nine concrete specimens and it has power 2000 Watt for heating element. In addition, there are two ways of operation (manual and auto) which equipped by emergency switch as a safety device.

Keywords: concrete, compressive strength, steam curing, precast, temperature

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam acuan yang ada, yaitu ASTM C 684 – 99 (Reapproved 2003) tentang Standar Metode Tes untuk Membuat, Mempercepat Perawatan, dan Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Beton, terdapat beberapa metode perawatan benda uji yang digunakan. Metode perawatan dengan uap (steam curing) dalam proses perawatan beton dapat menghasilkan strength awal yang tinggi pada beton usia muda. Metode ini juga digunakan oleh perusahaan – perusahaan precast concrete dalam membuat produknya.

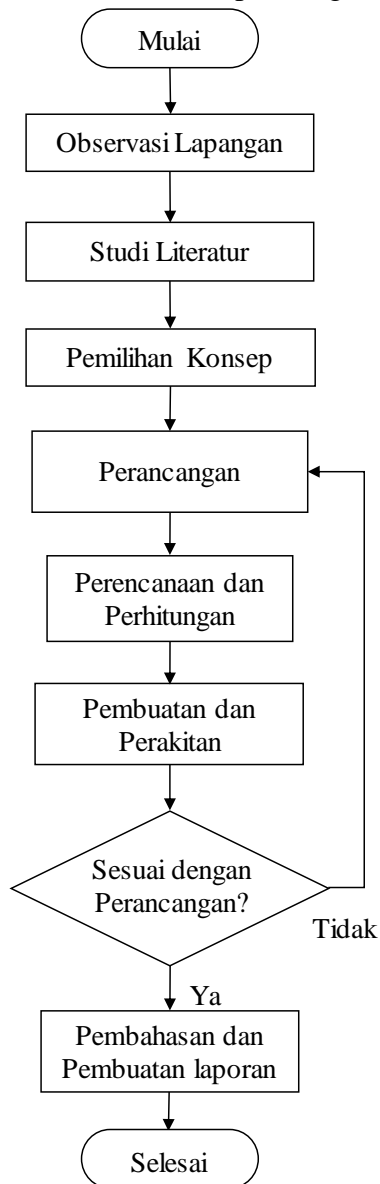
Beton pracetak/ precast concrete adalah beton yang dibuat di cetakan dengan ukuran yang sudah ditentukan atau disesuaikan dengan kebutuhan. Agar beton tersebut dapat segera dibuka dari cetakan dan tidak menunggu waktu yang lama, maka diperlukan steam curing sehingga bisa menghemat biaya dan efisien waktu.

Steam curing box merupakan alat yang digunakan untuk mempercepat laju hidrasi semen seiring dengan peningkatan temperatur. Saat ini concrete laboratory PT Holcim Indonesia Tbk Pabrik Cilacap belum mempunyai steam curing box yang dapat mempercepat laju hidrasi semen. Oleh karena itu, dilakukan rancang bangun steam curing box agar concrete laboratory PT Holcim

Indonesia Tbk Pabrik Cilacap dapat menerapkan metode perawatan uap pada benda uji kuat tekan beton seperti pada precast concrete industrial.

II. METODE PENELITIAN

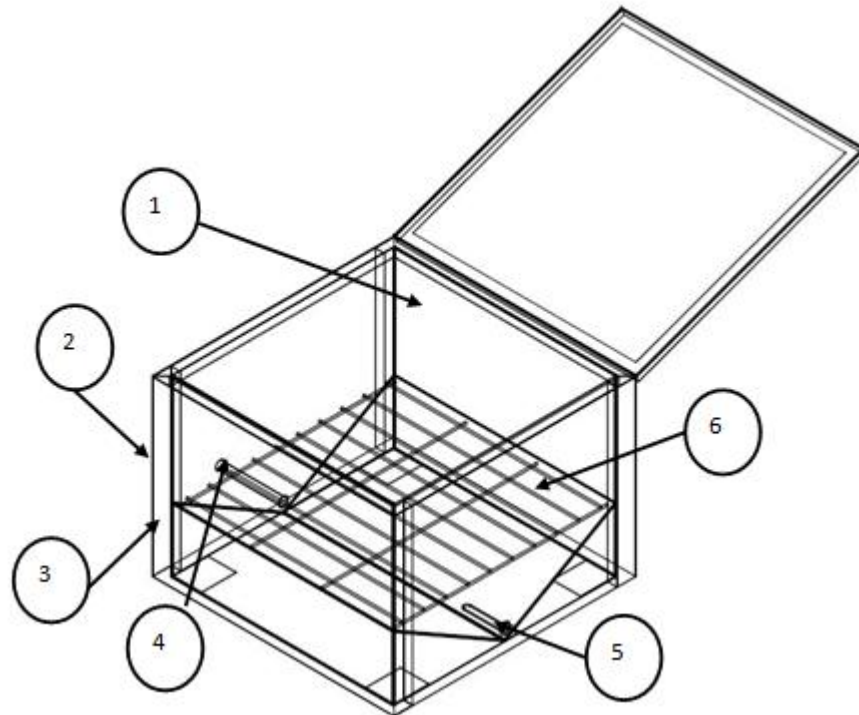
Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Penyelesaian Masalah

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

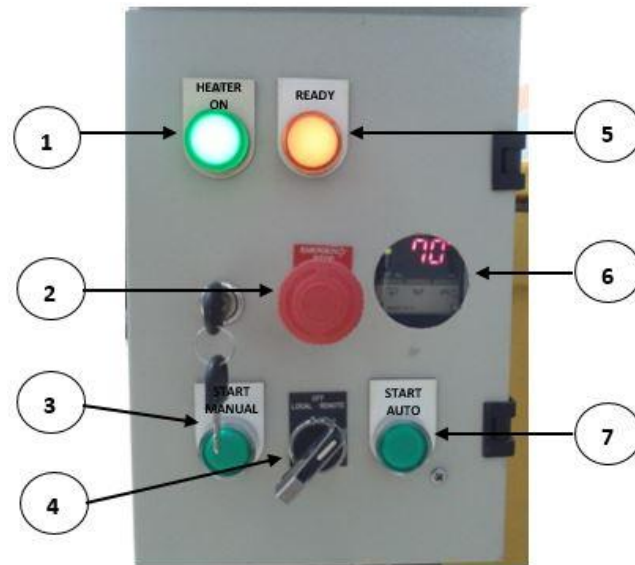
1. Hasil Rancang Bangun



Gambar 2. Steam Curing Box Overall

Keterangan gambar :

- 1 = *stainless plate* tebal 3 mm
- 2 = *steel plate* tebal 1,2 mm
- 3 = lapisan *glasswool*
- 4 = *drain water*
- 5 = *water heater*
- 6 = *stainless round bar screen*



Gambar 3. Electrical Panel of Steam Curing Box

Keterangan gambar :

- 1 = *Indicator Lamp* (sebagai tanda ketika *heater* dalam keadaan *on*)
- 2 = *Emergency Switch* (alat pengaman untuk mematikan *steam curing box*)
- 3 = *Push Button* (*start* secara *manual* dan tidak ada batasan waktu *steaming period*)
- 4 = *Selector Switch* (terdapat tiga pilihan: *manual*, *off*, dan *auto*)
- 5 = *Indicator Lamp* (sebagai tanda ketika *steam curing box* telah siap *running*)
- 6 = *Display Temperature* (untuk menampilkan suhu di dalam *steam curing box*)
- 7 = *Push Button* (*start* secara *auto* dan ada batasan waktu *steaming period*)

2. Spesifikasi Steam Curing Box

Steam curing box yang telah dibuat memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Steam Curing Box

No.	Aspect	Spesifikasi	
1	Power Heater	2000 W	
2	Temperature Sensor	Thermocouple type K	
3	Temperature Controller	OMRON E5CS-R1KJ	
4	Timer	OMRON H3CR	
5	Operation Mode	Manual	Auto
6	Temperature Curing Cycle	Rising temperature up to set point Maximum temperature holding time	Rising temperature up to set point Maximum temperature holding time Automatically turned off based on the selected time
7	Maximum Capacity	9 cylindrical concrete test specimens (9 x Ø150 mm x 300 mm)	
8	Overall Dimension	766 x 766 x 700 mm	

3. Perhitungan Perpindahan Panas

Steam curing box yang dibutuhkan adalah memiliki kemampuan untuk memanaskan sejumlah air hingga mencapai suhu uap air 60°C – 70°C dalam waktu kurang lebih satu jam. Untuk mengetahui kebutuhan *power heater*, jumlah air, dan waktu pemanasan yang dibutuhkan, dilakukan sebuah perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = m_1 \cdot c \cdot \Delta T + m_2 \cdot L \quad [3]$$

Keterangan :

Q = jumlah kalor (J)

m1 = massa air keseluruhan (kg)
m2 = massa air yang menguap (kg)
c = kalor jenis air (J/kgK)
ΔT = perubahan suhu (K)
L = kalor laten (J/kg)
P = Q.t^[3]

Keterangan :

P = daya (Watt)
Q = jumlah kalor (J)
t = waktu (s)

Sehingga :

$$P \cdot t = m1 \cdot c \cdot \Delta T + m2 \cdot L$$

Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu uap air 70°C dengan 10 liter air dan *power heater* 2000 W adalah sebagai berikut :

Power (P) = 2000 Watt
Volume air (m1) = 10 liter
Kalor jenis air (C) = 4200 J/kg°C
Suhu awal (°C) = 30°C
Suhu akhir (°C) = 70°C
Perubahan suhu (ΔT) = 40°C
Kalor laten (L) = 2260000 J/kg
Volume air yang menguap (m2) = 0,6 liter

$$t = \frac{m1 \cdot c \cdot \Delta T + m2 \cdot L}{P}$$

$$t = 51 \text{ min}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, dapat diketahui bahwa *power heater* 2000 W dapat digunakan untuk memanaskan 10 liter air hingga mencapai suhu uap air 70°C selama 51 menit.

4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil yang diharapkan adalah *steam curing box* dapat digunakan untuk mempercepat laju hidrasi semen pada benda uji beton berbentuk silinder dengan ukuran Ø150 mm x 300 mm. Untuk mengetahui pengaruh *steam curing box*, maka dilakukan pengujian kuat tekan beton yang telah melalui perawatan uap dan beton yang tidak melalui perawatan uap.

Untuk mengetahui hasil perawatan uap pada beton, dilakukan tiga kali percobaan perawatan uap pada beton dengan *steaming period* yang berbeda – beda (4 jam, 6 jam, dan 8 jam). Dalam percobaan ini diawali proses *mixing* dengan *mix design* yang sudah ditentukan. Berikut tabel *mix design* yang digunakan pada percobaan :

Tabel 2. Mix Design per m³ Beton

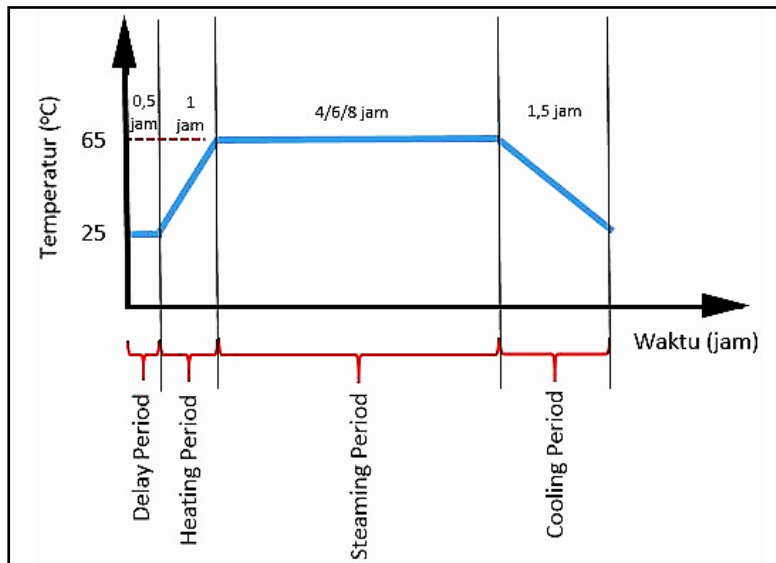
No.	Material	Jumlah	Satuan
1	Semen GU	370	kg
2	Air	185	liter
3	Pasir Fraksi 1	135,5	kg
4	Pasir Fraksi 2	434,9	kg
5	Pasir Fraksi 3	142,6	kg
6	Split 1/2	801	kg
7	Split 2/3	343	kg
8	Retarder	0,37	liter

Adapun komposisi material yang digunakan untuk membuat enam benda uji beton silinder dalam satu kali percobaan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Komposisi Beton per 43 liter Beton

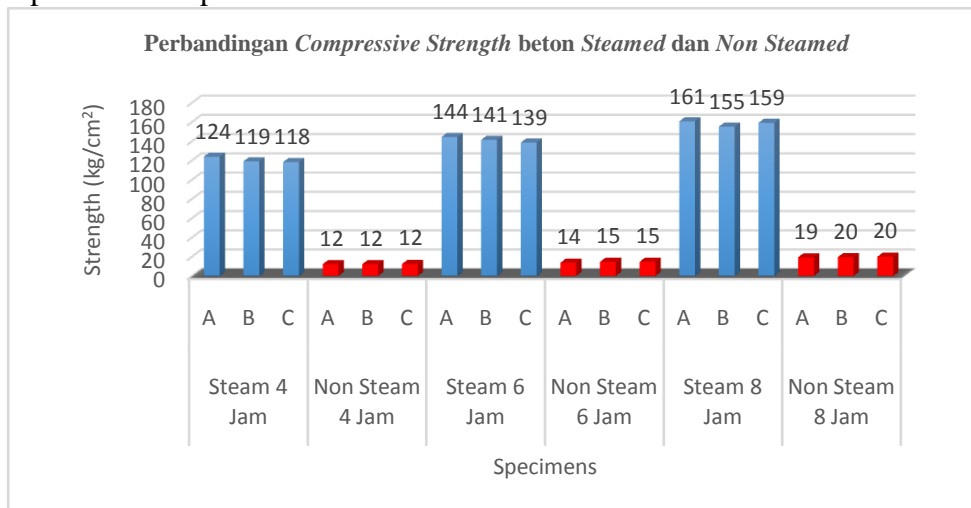
No.	Material	Jumlah	Satuan
1	Semen GU	16	kg
2	Air	7,5	liter
3	Pasir Fraksi 1	5,85	kg
4	Pasir Fraksi 2	18,79	kg
5	Pasir Fraksi 3	6,16	kg
6	Split 1/2	34,62	kg
7	Split 2/3	14,84	kg
8	Retarder	0,16	liter

Siklus perawatan uap terdiri dari delay period, heating period, steaming period, dan cooling period.[2] Berikut grafik siklus perawatan uap yang dilakukan dalam tiga percobaan pada benda uji beton silinder berukuran Ø150 mm x 300 mm :



Gambar 3. Siklus Perawatan Uap

Berikut grafik perbandingan *compressive strength* beton yang telah melalui perawatan uap dan tidak melalui perawatan uap :



Gambar 4. Perbandingan Compressive Strength beton Steamed dan Non Steamed

Berikut tabel hasil pengujian kuat tekan beton yang telah melalui perawatan uap dan tidak melalui perawatan uap :

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Steamed dan Non-Steamed

No.	Trial	Specimen	Massa (kg)	Strength (kg/cm ²)	Steam Period	Non Steam Period	Average Strength (kg/cm ²)
1	I	A	12,77	123,98	4 jam	-	120,48
2		B	12,75	119,16	4 jam	-	
3		C	12,79	118,31	4 jam	-	
4		A	12,85	12,29	-	4 jam	12,33
5		B	12,87	12,29	-	4 jam	
6		C	12,83	12,41	-	4 jam	
7	II	A	12,68	144,46	6 jam	-	141,53
8		B	12,66	141,45	6 jam	-	
9		C	12,70	138,67	6 jam	-	
10		A	12,73	13,73	-	6 jam	14,42
11		B	12,77	14,70	-	6 jam	
12		C	12,80	14,82	-	6 jam	
13	III	A	12,66	160,72	8 jam	-	158,35
14		B	12,64	155,18	8 jam	-	
15		C	12,77	159,16	8 jam	-	
16		A	12,82	19,40	-	8 jam	19,64
17		B	12,87	19,52	-	8 jam	
18		C	12,78	20,00	-	8 jam	

Berdasarkan perbandingan data tersebut dapat diketahui bahwa *steam curing box* dapat mempercepat laju hidrasi semen pada beton setelah melalui perawatan uap.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancang bangun *steam curing box* yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Rancang bangun *steam curing box* untuk mempercepat laju hidrasi semen telah berhasil dilakukan.
- b. Dengan adanya *steam curing box*, *concrete laboratory* PT Holcim Indonesia Tbk Pabrik Cilacap dapat menerapkan perawatan uap pada benda uji beton.
- c. *Steam curing box* memiliki daya elemen pemanas air 2000 Watt yang cukup untuk mempercepat laju hidrasi semen pada sembilan benda uji beton silinder berukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- d. *Steam curing box* memiliki dua cara pengoperasian yang berbeda (*manual* dan *auto*) serta memiliki *emergency switch* sebagai *safety device*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM C 684-99 (Reapproved 2003), "Standard Test Method for Making, Accelerated Curing, and Testing Concrete Compression Test Specimens". Annual Book of ASTM Standards.
- [2] Neville A.M., Brooks J.J., "Concrete Technology", London, Longman Group UK Limited, 2010, 2nd ed., p.188.
- [3] Widodo Tri, "Fisika untuk SMA/MA Kelas X", Jakarta, Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, 2009, p.100-104.

Meminimalkan penurunan *feed rateraw mill* melalui peningkatan *availability 311-re1*

Hengki Setiawan¹, Djedjen Ahmad², Junaedi³

1. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.
2. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta
3. RMK Production,,Production Departement, PT. Holcim Indonesia. Tbk
Jamal.s.hengky@gmail.com

Abstrak

311-BC1 adalah alat transport utama penyuplay material *Premix* ke 331-3B1. Matinya 311 BC1 akan berpengaruh pada *Availability 311-RE1*. Sering matinya 311-BC1 diharapkan bisa diminimalkan frekuensinya. Salah satu penyebab matinya BC1 adalah jatuhnya material *Premix* dan menarik *Rope Switch*. Untuk mengurangi banyaknya jatuhnya material *Premix* di luar proses *Reclaiming*, perlu dilakukan modifikasi pada *Reclaimer*. Pada bagian bawah *PlatformReclaimer* harus dipasang pemecah material *Deadstock* dan pengarah material ke *outlet Chute*. Fungsi dari pemecah material *Deadstock* ini adalah untuk membuat bentuk cekungan pada *Deadstock Stockpile* sehingga material yang jatuh di luar proses *Reclaiming* akan tertahan pada cekungan tersebut dan tidak jatuh ke BC. Selain pemecah material, pada *Outlet Chute* akan ditambahkan *Additional Chute* yang berfungsi sebagai penerima material *Deadstock* yang sudah pecah dari pengarah material yang sudah dipasang. Metode penelitian Jika hasil modifikasi ini masih belum maksimal, *action* yang harus dilakukan adalah pemasangan Cover pada *Rope Switch*. Diatas *Rope Switch* akan dipasang cover untuk mencegah material yang jatuh dari *stockpile* langsung mengenai *Rope Switch* dan mematikan BC. Hasil dari modifikasi ini diharapkan mampu mengurangi Frekuensi matinya BC akibat *Rope Switch* yang tertimpa material.

Kata kunci: *Rope Switch*, *Availability*, *Additional Chute*

Abstract

311-BC1 is main transporting equipment that supply *Premix* material to 331-3B1. *Availability* of 311-RE1 is depend on 311-BC1. Its expected to reduce the frequency of 311-BC1 Unavailability. 311-BC1 is usually shuted off by falling material which pulled the *Rope Switch*. To reduce amount of material falling outside of reclaiming process, we need to modificate the *Reclaimer*. Below the *Plateform* of *Reclaimer*, we need to install *Deadstock Material Breaker* and *Material way Outlet Chute*. The function of *Deadstock material Breaker* is to make *Concave Shape* on the *Deadstock of Stockpile*, So the falling material outside of reclaiming process will endured on the *concave Shape* and didn't fall through the *Rope Switch*. We also need to install *additional Chute* on the *outlet chute* of *Reclaimer*, which the function is to receive *Deadstock material* which already *Broke* from material ways. If the modification result isn't good enough, we need to install *Cover* above *Rope Switch*. So the falling material from *stockpile* didn't get the *Rope Switch* and pull it. We expect the result of this modification can Reduce the frequency on unavailability 311-BC1 which cause of material falling from the *Stockpile*.

Key word: *Rope Switch*, *Availability*, *Outlet Chute*.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Material *Premix* yang akan digiling di *Raw Mill* memiliki proporsi 98% dari total material yang digiling. Jika suplai material *Premix* ke Bin 331-3B1 terganggu, maka akan berpengaruh pada *Feed Rate Raw Mill*. Ketika suplai material ke Bin terganggu dan kapasitas *Feeding* ke *Raw Mill* stabil, maka level material di Bin akan semakin menurun. Operator *Raw Mill* akan menurunkan *Feed Rate Raw Mill* selama suplai material ke Bin 331-3B1 masih terganggu. Jika suplai material *Premix* ke *Binterganggu* dalam waktu yang cukup untuk menurunkan level material pada batas terendah, maka operator akan mematikan *Raw Mill*.

Beberapa masalah yang sering mengganggu suplai material *Premix* ke 331-3B1 antara lain:

- 1) Matinya 311-BC1 akibat material yang jatuh dan menarik *Rope Switch* BC.
- 2) 311-BC1 miring dan mengakibatkan sensor *Belt Drift* tersentuh.
- 3) Turunnya *pressure Rail Clamp* yang mengakibatkan *Rake* tidak bergerak sehingga mematikan *Reclaimer*.

- 4) Longsoran material Stockpile hasil penggarukan Rake yang mengakibatkan motor Main Chain Overload.
- 5) Scraper 311-RE1 yang sering patah/rusak.

Dari beberapa masalah di atas, sering matinya 311-BC1 akibat material yang jatuh menjadi masalah yang harus segera ditemukan solusinya. Matinya 311-BC1 sangat mengganggu suplai material ke 311-3B1. Untuk merestorasi kembali 311-BC1 membutuhkan waktu yang tidak menentu. Jika operator segera mengetahui 311-BC1 mati, maka BC tersebut bisa segera dijadikan Available kembali sebelum level material di Bin sampai pada batas terendah. Namun, jika operator tidak segera mengetahui matinya 311-BC1, level pada Bin akan mencapai batas terendah dan akan otomatis mematikan Raw Mill.

II. METODE PELAKSANAAN

1. Observasi Masalah

Observasi yang dilakukan berupa analisis *Visual* di lokasi *Equipment* dan dari *display CCR*. Untuk mengetahui *311-BC1* dan *311-RE1* dalam kondisi *Unavailable* karena *Rope Switch* yang tertarik, bisa dilihat dari *display CCR*. Ketika *311-BC1* dan *311-RE1* *Unavailable*, tindakan yang harus dilakukan adalah mengaktifkan kembali *Rope Switch* dari *local* (lokasi *Equipment*). Dalam melakukan pengaktifan *Rope Switch*, kita sekaligus melakukan analisis dari bagian *Rope Switch* nomor berapakah yang tertarik. Kita bisa mengetahui penyebab tertariknya *Rope Switch* tersebut dengan melihat kondisi di *local*. Dari hasil observasi, disimpulkan beberapa penyebab tertariknya *Rope Switch*, antara lain :

1. Tertimpa longsoran material dari *Stockpile* ketika proses *Stacking*. Kasus yang pertama ini bisa diamati dari posisi *Rope Switch* yang tertarik apakah masuk dalam *Range Travel* dalam proses *Stacking*. Jika masuk dalam *Range*, penyebab tertariknya *Rope Switch* bisa dipastikan berasal dari longsoran material *Stacking*.
2. Tertimpa tumpahan material dari atas *Belt Conveyor*. Kondisi ini bisa terjadi jika *Load* material dari *Reclaimer* terlalu banyak sehingga material akan tumpah dari *BC*.
3. Ditarik secara manual karena sedang ada kegiatan di sekitar *Belt Conveyor* untuk memastikan keselamatan kerja.

Dalam kasus matinya *311-BC1* penyebab yang paling sering terjadi adalah longsornya material ketika proses *Stacking*. Ukuran batu kapur maupun *Clay* yang masih terlalu besar ketika dicurahkan dari *Stacker* akan langsung tergelincir menuju ujung *Deadstock*. Kondisi ujung *Deadstock* yang tanpa penghalang akan menyebabkan batu kapur maupun *Clay* akan tetap tergelincir dan jatuh menuju *BC*. Jika material jatuh tepat di atas *BC*, maka hal itu tidak menjadi masalah, namun ketika material jatuh di luar *BC* dan mengenai *Rope Switch*, *Belt Conveyor* akan mati dan mengakibatkan *Reclaimer* menjadi mati.

2. Penentuan Penyelesaian Masalah

Berdasarkan observasi yang dilakukan di lokasi *Equipment*, untuk mendapatkan solusi dari permasalahan matinya *BC*, mahasiswa melakukan diskusi dengan beberapa pembimbing *Plant*. Untuk mengurangi frekuensi matinya *BC* akibat material yang tergelincir dari *Stockpile* ditetapkan untuk membuat *Trap* material yang meluncur melewati ujung *deadstock*. *Trap* yang dibuat berupa cekungan di ujung *Deadstock*. Untuk membuat bentuk cekungan di ujung *Deadstock* diperlukan alat untuk memecah material *Deadstock* yang telah mengeras. Selain pemecah material, pemasangan pengarah material juga diperlukan sebagai alat pembuang material *Deadstock* yang telah terpecah. Material yang diarahkan oleh pengarah material akan dimasukkan ke *Outlet Chute* tambahan (*Additional Chute*) yang akan dipasang satu paket dalam proyek ini.

3. Fabrikasi Alat.

a. Tahap Persiapan

Tahap yang pertama yaitu persiapan alat. Persiapan alat dilakukan ketika akan melakukan fabrikasi alat di workshop. Berikut alat-alat yang digunakan untuk proses pekerjaan modifikasi di *Reclaimer*:

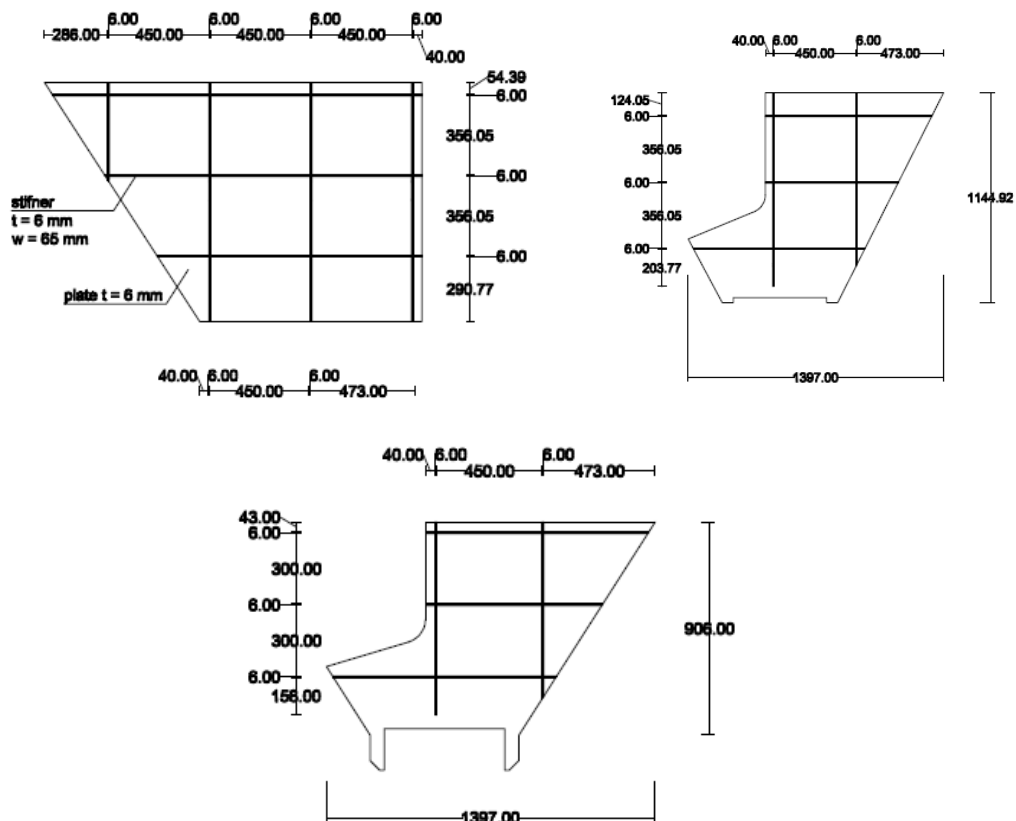
- Tabung *acetylene* dan oksigen - *Blanket*
- Mesin las portable - *Hand gloves*
- *Welding mask* - *Full mask*
- Gerinda - *Roll kabel*
- Kawat Las RD718, diameter 3.2 mm

Selain mempersiapkan alat-alat, material yang akan digunakan juga dipersiapkan, antara lain :

- Mildsteel dengan tebal 6mm, 1200x3200 sebanyak 5 lembar.
- *C beam* 150mm
- Besi Siku

b. Tahap Fabrikasi

Proses Fabrikasi seluruhnya dilakukan di *Workshop* mekanik. Dalam tahap fabrikasi, yang dilakukan pertama kali adalah melakukan pemotongan material yang akan dipakai. Pemotongan *Mildsteel* dilakukan dengan menggunakan *Cutting Torch* sesuai dengan bentuk yang dibutuhkan. Setelah dilakukan pemotongan, material digerinda untuk menghilangkan permukaan kasar pada ujung bekas pemotongan. Hasil pemotongan material yang telah digerinda kemudian dirangkai dan disatukan menggunakan mesin las. Pengelasan menggunakan *system SMAW* dengan kawat las RD718 diameter 3,2mm. Proses fabrikasi dilakukan bertahap, yaitu menyelesaikan 1 part dilanjutkan dengan *part* yang lain.



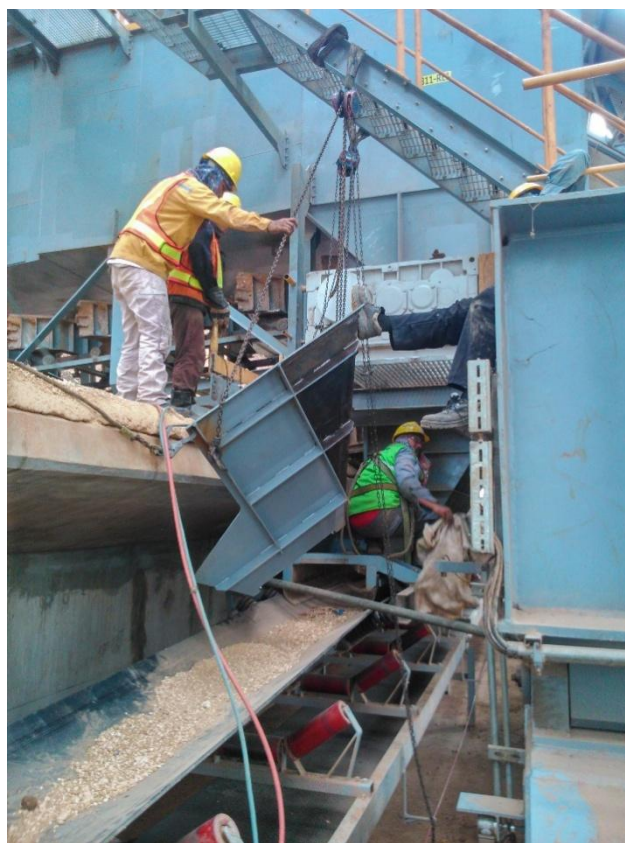
Gambar 1. Desain *Additional Chute*

c. Tahap Pemasangan

Tahap Pemasangan dilakukan di lokasi *Equipment* yang dimodifikasi. *Part-part* modifikasi yang telah selesai difabrikasi diangkut ke lokasi *Reclaimer*. Proses pemasangan yang dilakukan pertama kali adalah pemasangan *additional Chute*. Dalam pemasangan *additional Chute*, ada beberapa alat tambahan yang digunakan, antara lain :

- *Chainblock*
- *Webbing Sling*
- *Full Body Hardness*
- Besi penyangga.

Dalam pemasangan *additional chute*, pekerja harus mendapatkan *Hot work permit* karena melakukan pengelasan diatas *Belt Conveyor*. Pemasangan *additional chute* harus diangkat menggunakan *chainblock* karena *additional chute* memiliki ukuran besar dan berat. Setelah *additional chute* terpasang, *part* yang dipasang selanjutnya adalah Pemecah material. Pemecah material dipasang pada bagian samping *platform* dan terpendam setengah bagian pada material *deadstock*. *Part* terakhir yang dipasang adalah pengarah material yang berbentuk menyerupai huruf Y. Pengarah material dipasang pada frame yang ada dibawah *platform*. Pengarah material ini diharapkan mampu membersihkan material *deadstock* yang terpecah menuju *outlet chute*.



Gambar 2. Pemasangan *Additional Chute*

d. Tahap Pengetesan *Equipment*

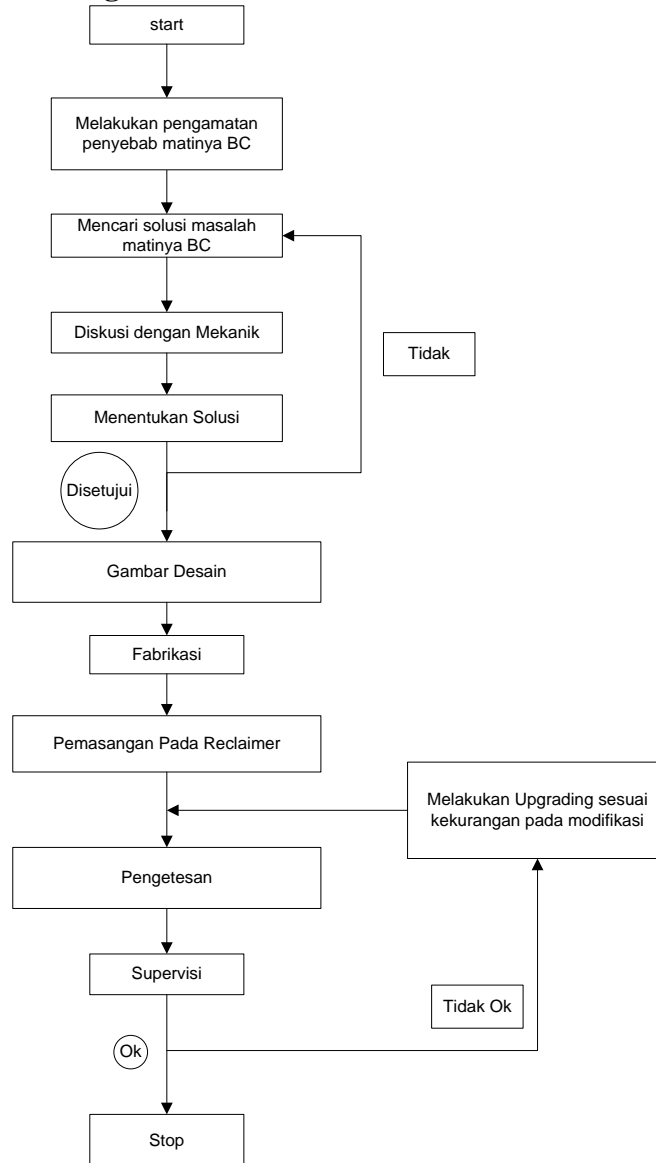
Setelah semua *part* modifikasi terpasang, harus dilakukan *test run* pada *equipment* untuk memastikan modifikasi berhasil dan tidak mengganggu *system equipment*. Pada saat *test run*, *system equipment* berjalan normal dan tidak ada yang terganggu akibat modifikasi.

4. Evaluasi Modifikasi dan Pengaruh terhadap masalah

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui efek dari modifikasi yang telah dilakukan, apakah berfungsi sesuai dengan tujuan dan memberikan solusi dari permasalahan matinya *BC* akibat *Rope Switch*

yang tertarik. Selain itu, evaluasi juga dimaksudkan untuk mengontrol kondisi *equipment* setelah dilakukan modifikasi. Hasil dari Evaluasi akan dimasukkan ke dalam hasil dari Tugas Akhir ini.

Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir :



Gambar 3.

III.HASIL & PEMBAHASAN

1. Pengaruh Pemasangan Pemecah Material

Tujuan dari pemasangan pemecah material adalah untuk membuat bentuk cekungan pada ujung *deadstock*. Pembuatan bentuk cekungan dilakukan dengan cara memecah material *Deadstock* yang telah mengeras menggunakan pemecah material dari *Mildsteel*. Pemecah material dipasang pada sisi selatan *Platform Reclaimer* dengan posisi setengah terpendam, sehingga ketika *Reclaimer* bergerak, pemecah material akan menabrak Material *Deadstock* yang telah mengeras. Pemecah material diharapkan mampu memecahkan material *Deadstock* dan membuat bentuk cekungan.

Dari hasil pemasangan pemecah material yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa material *Deadstock* berhasil dipecahkan dan mulai terbentuk Cekungan pada ujung *Deadstock*. Hasil pecahan material *Deadstock* tidak semuanya langsung masuk ke dalam *Additional Chute*, melainkan ada beberapa yang masih tertinggal di ujung *Deadstock*

2. Pengaruh Pemasangan Pengarah Material

Pemasangan pengarah material yang awalnya di tujukan untuk membersihkan material yang telah terpecah mengalami beberapa kendala. Hasil pecahan material *deadstock* yang terbentuk memiliki ukuran yang cukup besar. Dengan ukuran pecahan material yang besar, pengarah material tidak mampu mengakomodasi dan fungsinya menjadi hilang. Material dengan ukuran yang besar menjadi tersangkut diantara pengarah material dan platform, sehingga pecahan material yang lain pun tidak dapat diarahkan menuju *Outlet Chute*. Selain tidak dapat diarahkan menuju *Outlet Chute*, akibat dari material yang tersangkut ini adalah menjadikan material yang lain dengan ukuran besar jatuh langsung di atas *BC* tanpa melalui *Outlet Chute*.

3. Pengaruh Pemasangan *Additional Chute*

Dari pengamatan yang telah dilakukan, hasil pemasangan *additional chute* menunjukkan bahwa *chute* tambahan mampu menampung dan mengarahkan material pecahan *deadstock* ke dalam *BC*. *Additional Chute* akan berfungsi optimal ketika hasil pecahan *deadstock* berukuran kecil dan berhasil digaruk oleh pengarah material. Ada kondisi yang menyebabkan fungsi *additional chute* tidak tercapai, yaitu ukuran material pecahan *deadstock* terlalu besar sehingga tertahan di *additional Chute*.

4. Pengaruh Modifikasi Terhadap Frekuensi Matinya 311-BC1

Pengamatan yang dilakukan mulai tanggal 14 Mei 2015 sampai tanggal 18 Mei 2015 setelah dilakukan modifikasi menunjukkan Frekuensi matinya 311-BC1 menjadi menurun. Namun, hasil pengamatan tersebut belum dapat dijadikan acuan sebagai bentuk keberhasilan Tugas Akhir ini. Pengamatan masih akan dilakukan pada saat dilakukan proses *Stacking*. Karena, kasus matinya 311-BC1 lebih sering terjadi ketika sedang dilakukan proses *Stacking*. Sampai tanggal 20 Mei 2015 proses *Stacking* belum dilakukan karena material yang ada di *Stockpile* belum sepenuhnya digiling. Lamanya proses penghabisan material di *Stockpile* adalah terjadinya masalah pada *Reclaimer* yang menyebabkan *Stop* produksi.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil modifikasi yang telah dilakukan, tujuan Tugas Akhir yang pertama berhasil dicapai, yaitu membuat bentuk cekungan pada ujung *Stockpile* untuk menahan material yang jatuh agar tidak mengenai *Rope Switch 311-BC1*. Sedangkan, tujuan Tugas Akhir yang kedua mengurangi Frekuensi matinya 311-BC1 belum didapatkan datanya karena proses *stacking* yang belum dilakukan sampai saat *Full Paper* ini ditulis.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Vossloh Kiepe Gmbh, Manual Book “*Component for Pull Rope Systems*”
- [2] Robins, ThyssenKrupp (2006). *Reclaiming system and Equipments*.
- [3] McTruck, J R. *Portal and Bridges Scraper Reclaimers- a Comparison*.
- [4] Tenova Takraff Manual Book, *Scraper Reclaimer Technology Optimal solutions for Bulk Materials Handling*.
- [5] FLSmidth manual Book. *Stacker and reclaimer systems for cement plants*.

BIDANG KONVERSI ENERGI DAN PERAWATAN DAN PERBAIKAN

Rancang bangun sentralisasi kwh meter untuk optimalisasi sistem dan perhitungan key performance indicator (kpi)

Ahmad Fauzi Basri¹; Fatahula², M Avid Fasyamsi³, Achmad Arief⁴

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen

2. Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta

3. Engineering Support, PT Holcim Indonesia Narogong

4. Electric Utility team Leader, PT. Holcim Indonesia Narogong

ahmadfauzi.basri@yahoo.com

Abstrak

Pembagaan power distribusi mempengaruhi nilai KPI (*Key Performance Indicator*) untuk konsumsi power per ton grup di masing-masing area. (*Vacuum Circuit Breaker*) VCB 22B merupakan suplai ER2 untuk *power area Crusher*. Perhitungan KPI produksi area *Crusher* tidak akurat dikarenakan power terbagi untuk beberapa equipment pada produksi area *Raw Mill*. Perhitungan KPI sangatlah penting karena menjadi acuan kinerja produksi masing-masing area. Pengukuran kWh yang tergabung merugikan produksi area *Crusher* karena nilai KPI penggunaan *power* per ton menjadi lebih besar. Pembuatan sentralisasi kWh meter di ER2 (*Electric Room*) adalah cara yang diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan ini. kWh meter yang digunakan adalah PowerLogic Series PM800 tipe digital. kWh meter tipe ini dapat langsung menampilkan hasil pengukuran dengan jelas pada layar. Hasil pengukuran digital juga dapat dihubungkan dengan sistem CCR (*Central Control Room*). Pengukuran yang ditunjukkan merupakan pengukuran langsung dari CT (*Current Transformer*) pada setiap fasa sumber pada equipment. kWh meter ini akan menunjukkan pengukuran beban masing-masing *equipment*. Sehingga pengukuran konsumsi *power area Crusher* produksi dan *Rawmill* produksi dapat dipisahkan. Proses monitoring beban aktual saat *test run* juga dapat dilakukan dengan lebih efektif. Hal ini dikarenakan tidak membutuhkan pengukuran manual satu persatu pada masing-masing *equipment*.

Kata Kunci : KWH meter, Power, KPI, Crusher

Abstract

Power distribution system influences to the result of KPI (Key Performance Indicator) for power consumption group in production area. (*Vacuum Circuit Breaker*) VCB 22B supplies power to ER2 for power source *Crusher* area. KPI calculation of *Crusher* production area can not be measured correctly because power distribution is divided to several equipment in *Rawmill* production area. KPI is very important because it is a reference to know about performance in every production area. Power calculation in ER2 (*Electric Room*) has combined so it harms *Crusher* Production area. Because the result of power measurement for KPI *Crusher* area is wrong so KPI value for calculation power per ton is high. Making Centralisation of kWh meter in ER2 is done for solving the problem. PowerLogic Series PM800 is used for this project. This digital type can directly show the value of measurement clearly on the screen. The result of measurement also can be connected to the CCR (*Central Control Room*) system. The measurement which is showed on screen is directly measure from CT (*Current Transformer*) in every phasa. So, power measurement each equipment in *Crusher* production and *Rawmill* production can be separated. Monitoring process for measuring actual load can be done more effectively. Because it don't need to measure the load in every line phasa manually.

Key Word : KWH meter, Power, KPI, Crusher

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT. Holcim Indonesia Tbk merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang produksi semen. Seluruh proses pembuatan semen dari pertambangan hingga pengepakan semen membutuhkan energi listrik. Listrik di PT. Holcim Indonesia Narogong Plant dibagi menjadi 2 line utama yang disuplai dari PLN Nar 1 sebesar 70 kV dan Nar 2 150 kV. Suplai PLN tersebut dibagi menjadi 3 Switchgear Room, MSS (Main Substation Switchgear) Nar 2, New MSS Nar 1, dan Narogong 1 Room 7. Setiap MSS room dibagi menjadi beberapa VCB (*Vacuum Circuit Breaker*) yang akan menyuplai *Electric Room (ER)* pada setiap area equipment utama produksi.

ER2 merupakan *Electric Room* untuk suplai listrik di area *Crusher* dan tambang khususnya *Crusher* silika. ER2 dibagi menjadi 5 Motor Control Center (MCC) station, yaitu MCC-C1, MCC-C2, MCC-C3, MCC-C4 dan MCC-B3. Suplai listrik pada ER2 diambil dari VCB 22 dari MSS Nar 2 yang merupakan kontrol kWh meter untuk perhitungan KPI (*Key Performance Indicator*) produksi area

Rawmill dan Crusher. Perhitungan KPI tidak akurat karena perhitungan power untuk penggunaan energi setiap 1 ton produksi salah. Hal ini disebabkan karena ER2 menyuplai equipment-equipment tergabung untuk area Rawmill dan Crusher sehingga perhitungan daya tidak akurat. Padatnya jadwal pekerjaan rutin harus dikerjakan setiap minggunya membuat semua pekerjaan harus dilakukan dengan efektif. Test Run merupakan pekerjaan yang harus dikerjakan setelah dilakukan PM (Preventive Maintenance). Hal yang perlu diperhatikan dalam test run adalah beban aktual pada masing-masing equipment. Pengukuran beban yang dilakukan membutuhkan waktu yang lama dan hasil pengukuran tidak akurat khususnya untuk balance setiap fasa.

Dengan melakukan Projek sentralisasi ini akan didapatkan beberapa keuntungan yaitu : Perhitungan KPI area Crusher akan lebih akurat, hal ini karena pengukuran dilakukan pada masing-masing equipment. Proses monitoring beban aktual juga dapat dilakukan dengan lebih efektif karena semua pengukuran ditampilkan pada layar.

II. METODE PENELITIAN

1. Perancangan Sentralisasi KWh Meter

Setelah semua data telah dikumpulkan, maka selanjutnya adalah proses perancangan alat. Perancangan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Pembagian tata letak MCC di ER2. Data untuk tata letak kWh meter yang akan dipasang didapat dari pemetaan yang ada untuk ER2.
2. Rembagan alur material antara *Crusher* dan *Raw Mill*. Data yang didapatkan dari *Flowsheet* produksi untuk Narogong 2.
3. Beban yang mengalir dari masing-masing equipment. Data ini dibutuhkan untuk menentukan spesifikasi rasio dari CT.
4. Data konsumsi listrik Narogong 2, data ini dapat diambil langsung dari TIS (*Technical Information System*) serta untuk semua konsumsi listrik yang harus dibayarkan ke PLN diambil dari departement akuntansi.

Pada tahap ini perancangan yang dilakukan untuk menentukan spesifikasi rasio CT. Pendataan equipment yang akan diinstall kWh meter dilihat dari alur material yang ada. Hal ini untuk memisahkan nilai perhitungan nilai KPI (*Key Performance Indicator*). Pendataan semua rak MCC untuk mendapatkan rasio dari setiap equipment. Pendataan kebutuhan rasio CT yang dibutuhkan terdaftar pada tabel berikut :

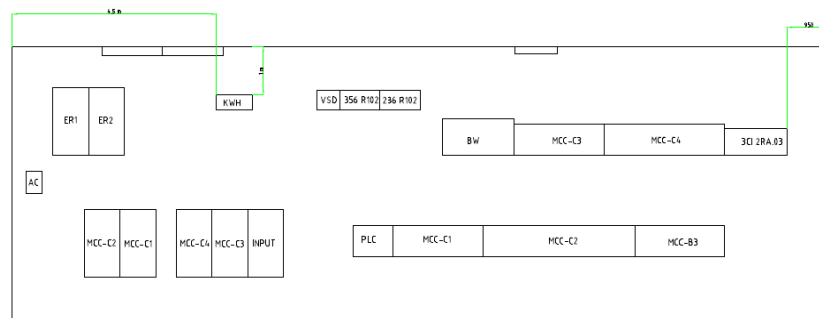
Tabel 1. Nilai rasio yang dibutuhkan

	Stasiun	Equipment	Rasio CT
MCC-C1			
1	1R03	Gudang Handak	400/5
2	1R04	314 RE1	600/5
3	1F03	314 - BC1	300/5
4	2F05	314 - BC2	200/5
MCC-C2			
1	1R04	Triper X1D	100/5
2	2F02	X1D - BC3	200/5
3	2F03	X1D - BC2	200/5
4	3F03	X1D - RC1.M1	400/5
5	4F01	X1D - RC1.M2	500/5
MCC-C3			
1	1R02	324-BC3.M1	200/5
2	2R03	324-BC4.M1	200/5
3	2F03	32D.RE1	200/5
MCC-C4			
1	1R04	256 TR1	100/5
2	1R05	324 RE1	200/5
3	1F02	32A-BC1.M1	200/5
4	1F03	22C-BC4.M1	400/5
5	3F03	32A-RE1	400/5
MCC-B3			
1	1F07	214.TR1/Tripper Limestone	200/5

b. Perancangan instalasi kWh meter

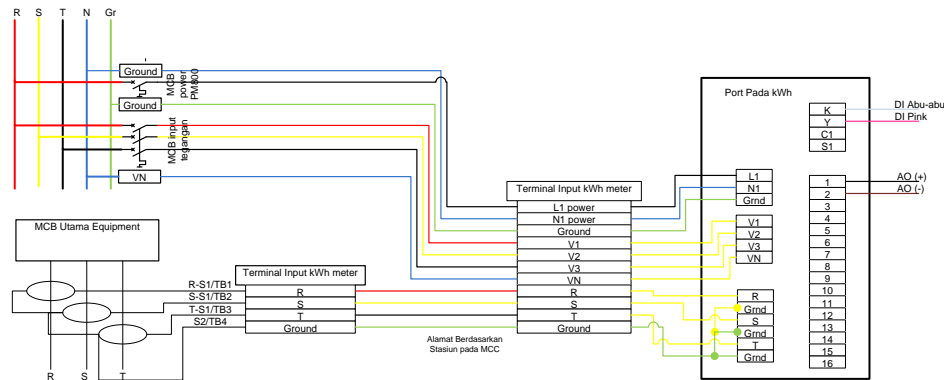
Perancangan kWh meter ini meliputi :

1. Tata letak panel di dalam ER2. Tata letak ini akan berpengaruh pada penarikan kabel dan jalur instalasi CT untuk setiap Equipment.



Gambar 1. Tata letak panel kWh meter

2. Koneksi kWh meter dengan CT yang dipasang pada masing-masing equipment yang akan memisahkan pengukuran equipment area Crusher dengan area Rawmill. Berikut merupakan hasil dari perancangan untuk koneksi Sentralisasi kWh meter :



Gambar 2. Koneksi pada panel

2. Perancangan Dudukan Panel

A. Dudukan Panel kWh meter

Panel kWh meter yang akan dibuat akan memerlukan beberapa pegaturan untuk ketinggian untuk tampilan layar sentralisasi kWh meter. Beberapa perhitungan dilakukan untuk menentukan material dan design untuk dudukan panel. Berikut hasil perhitungandan perancangan dudukan :

a. Panel kWh meter

Steel plate 2mm, volume dari plat panel 120 x 80 x 34 cm

Maka total berat Panel Box=volume x massa jenis =6,48 x 7,86 3= 50.93 kg

b. Kwh meter Pm800 21 buah @800 gr =21 x 0,8 =16,8 kg

c. MCB 3 phasa 5 buah @600 gr =5 x 0,6 = 3 kg

d. MCB 2 phasa 2 buah @450 gr =2 x 0,45=0,9 kg

e. Berat kabel total di dalam panel 28m @1 kg =28 kg

Catatan : massa jenis = 7,86 kg/dm³

Berat total yang akan ditopang oleh dudukan = 108,83 kg agar mempermudah perhitungan dan safety maka diambil nilai beban total 110 kg.

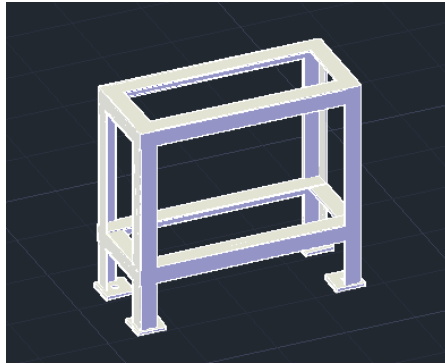
Moment Bending

Diketahui :

- Berat total adalah 110 kg maka $W = m \cdot g = 110 \times 10 = 1100 \text{ N}$
- Panjang dudukan yang akan dibuat 80 cm
- Dibuat sebanyak 4 kaki
- Bahan yang digunakan L beam 65 x 65x 4mm st33 dengan yeld Strenght 185 N/mm²
- Momen Bending $M_b = F \cdot l / 8 = 1100 \cdot 800 / 8 = 110000 \text{ Nmm}$

$$Wb = \frac{mb}{\sigma b} \quad Wb = \frac{110000 \text{ Nmm}}{185 \text{ N/mm}^2} \quad Wb = 594.59 \text{ mm}^3$$

594.59 mm³ adalah nilai minimal yang dibutuhkan untuk penentuan material yang digunakan pada dudukan. Berdasarkan table book Metal Trade hal 148, maka material yang digunakan adalah L beam 30 x 30 x 3mm dengan (*section modulus*) $Wb = 0,65 \text{ cm}^3$ atau = 650 mm³. Dalam pembuatan dudukan ini material yang digunakan adalah L beam 60 x 60 x 5mm dengan nilai $Wb = 4,45 \text{ cm}^3$ atau = 4450 mm³, jadi material yang digunakan lebih dari cukup.



Gambar 3. Dudukan panel kwh meter



Gambar 4. Dudukan Panel

Buckling

Berdasarkan Mechanical and Metal Trades Handbook hal 148 :

- Material yang digunakan adalah L beam 60 x 60 x 5mm dengan momen inersia = $19,4 \text{ cm}^4$
- Panjang dudukan adalah = 75 cm
- Safety factor = 4 untuk beban tetap.
- Yield Strength St33 = $185 \text{ kN/mm}^2 = 18500000 \text{ N/cm}^2$

$$F = \frac{\pi^2 E i}{l^2 v} \quad F = \frac{3,14^2 \times 18500000 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \times 19,4 \text{ cm}^4}{(0,5 \times 75 \text{ cm})^2 \times 4} \quad F = \frac{3538610440}{1406,25 \times 4}$$

$$F = \frac{\pi^2 E i}{l^2 v} \quad F = \frac{3538610440}{5625} \quad F = 629086,3$$

Jadi beban buckling maksimal yang dapat ditahan oleh dudukan adalah $629086,3 \text{ N} = 629,1 \text{ kN}$. Dengan melihan beban total dari panel box dan semua komponen yang ada $1100 \text{ N} = 1,1 \text{ kN}$ maka dudukan lebih dari cukup untuk menopang berat panel.

3. Instalasi dan pemasangan kWh meter

Tahapan ini merupakan realisasi setelah semua perancangan dan planning diselesaikan. Langkah selanjutnya adalah pemilihan vendor untuk instalasi alat. Tahapan-tahapan instalasi kWh meter sebagai berikut:

- Penyiapan semua alat yang dibutuhkan.
- Pembuatan panel box instalasi
- Penarikan kabel
- Pemasangan kWh meter dan instalasi
- Instalasi komponen dan terminal pada panel
- Pemasangan CT (Current Transformer)

Pemasangan CT harus memperhatikan safety karena pemasangan harus menunggu equipment off. Karena Instalasi CT ini harus melepas terminasi kabel untuk input ke setiap equipment yang akan diukur penggunaan dayanya. Dan pemasangan CT ini diambil waktu saat equipment sedang dalam PM (*Preventive Maintenance*).



Gambar 5. Pemasangan komponen Panel



Gambar 6. Instalasi CT

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian kerja dan fungsi kWh meter

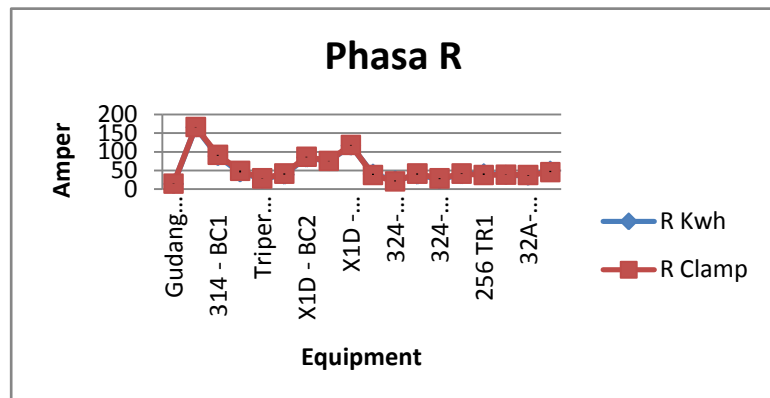
Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi kesalahan instalasi KWh meter. Langkah yang dilakukan untuk proses pengujian dan fungsi alat adalah :

- a. Siapkan Clamp meter yang sudah dikalibrasi.
- b. Ukur beban pada masing-masing phasa saat equipment pada posisi on.
- c. Bandingkan nilai yang ditunjukkan Clamp meter dengan nilai yang tertera pada kWh meter.
- d. Jika terjadi perbedaan maka lakukan proses kalibrasi pada kWh meter.
- e. Semua proses ini dilakukan bergantian pada masing-masing equipment.

Dibawah ini merupakan grafik perbandingan pengukuran manual dengan pengukurannya pada kWh meter :



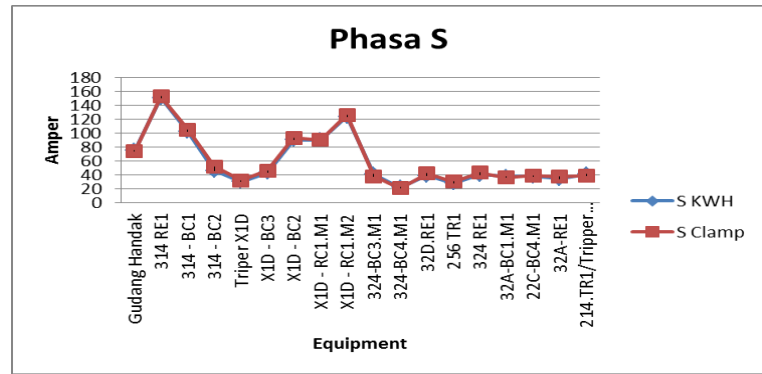
Gambar 7. Clamp meter



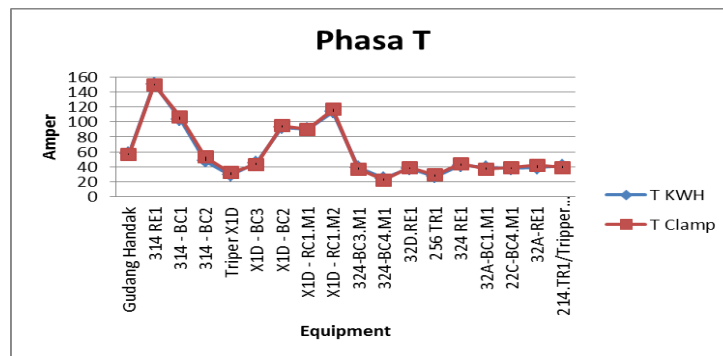
Gambar 8. Grafik Phasa R



Gambar 9. kWh meter



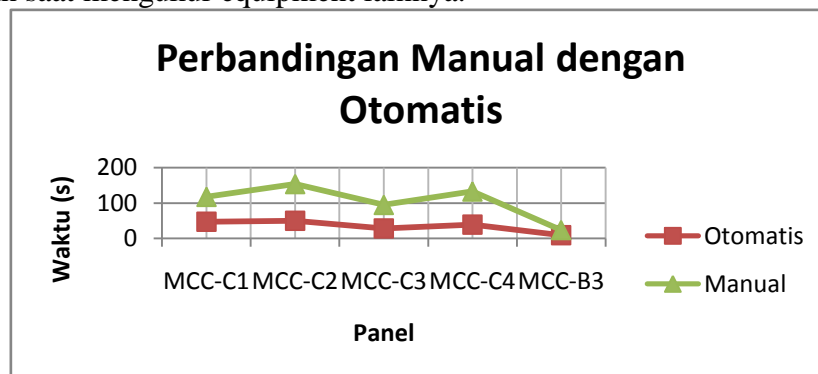
Gambar 10. Grafik Phasa S



Gambar 11. Grafik Phasa T

2. Efisiensi waktu pekerjaan

Pada bagian ini ditunjukkan grafik perbandingan waktu yang dibutuhkan dalam melakukan proses persiapan monitoring sampai siap pencatatan beban aktual equipment. Waktu yang dibutuhkan untuk mengetahui beban aktual pada kWh meter akan lebih cepat karena tidak memerlukan waktu untuk perpindahan saat mengukur equipment lainnya.



Gambar 12. Grafik Perbandingan waktu yang dibutuhkan untuk proses persiapan monitoring

Pada grafik tersebut dapat diambil kesimpulan waktu untuk memonitoring beban aktual dengan kWh meter akan lebih efektif. Dan pada praktek lapangan waktu lebih ini dapat digunakan untuk lebih teliti saat memonitoring.

3. Perhitungan KPI

Perhitungan KPI ini merupakan tahapan terakhir dalam proyek ini. Perhitungan untuk mencari nilai KPI area Crusher dengan lebih akurat. Nilai KPI konsumsi power per ton akan diambil dari nilai yang terukur dari kWh meter untuk konsumsi power dan TIS (*Technical Information System*) untuk banyaknya hasil produksi.'

$$\text{SEC (Specific Energy Consumption)} = \frac{\text{Penggunaan energy listrik (kWh)}}{\text{Produksi tyang dihasilkan (t)}}$$

IV. KESIMPULAN

Hasil pengukuran beban yang ditampilkan pada projek telah sesuai dengan kebutuhan dengan menampilkan pengukuran sesuai dengan beban dengan pengukuran manual. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan persiapan dan proses monitoring juga lebih efektif.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexandra von Meier, 2006, Electric Power Systems, Canada : John Wiley & Sons, Inc ISBN-13: 978-0-471-17859-0
- [2] Herman D.S, 2007, Elektronika : Teori dan Penerapan, Jember : Penerbit Cerdas Kreatif, ISBN 978-602-98174-7-8
- [3] Kadir, A., Distribusi dan Utilisasi Tenaga Listrik, Jakarta : UI – Press, 2000.
- [4] J.Klaue, S.Appelt, Electrical Engineering Basic Technology, Willey Eastern Ltd, New Delhi, 1993
- [5] PowerLogic Series 800 Power Meter Installastion Guide, 2011
- [6] H.Surya, Electrical Transmission and Distribution Improvement, Training 2013, Politeknik Negeri Bandung

Analisa kegagalan *alignment* poros pada pompa P-30 di Chevron Gunung Salak

Andi Ulfiana, Bonita Asri, Emir Ridwan, Giovanni Ronatio
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
Bonitaasri@yahoo.com, Ronasuka14@yahoo.com

Abstrak

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk memindahkan fluida dari tempat rendah ke tempat yang lebih tinggi. *Piping strain* adalah sebuah kondisi dimana *flange* pada pipa tidak pada posisi sejajar tetapi dipaksa untuk disejajarkan sehingga menyebabkan kerusakan pada kopling pompa. Nilai *piping strain* sebelum adanya perbaikan adalah 0.025. Setelah dilakukan perbaikan, maka didapatkan hasil 0.001. Pada poros pompa P-30 ditemukan adanya *misalignment*, dimana pada posisi *vertical* terjadi *offset* sebesar -106,3 mils dan -86,0 mils, dan pada posisi *horizontal* terjadi *offset* sebesar -12,1 mils dan -10,1 mils, serta terjadi *piping strain* sebesar 0.025 inch = 0.6 mm. Setelah dilakukan koreksi *misalignment* pada pompa P-30 diperoleh hasil pada posisi *vertical* terjadi *offset* sebesar -1.3 mils dan 3.3 mils dan pada posisi *horizontal* terjadi *offset* terjadi sebesar -2.3 mils dan -1.5 mils.

Kata Kunci : Pompa, *misalignment*, *piping strain*, kopling, *offset*.

Abstract

Pump is a machine or mechanical equipment used to move fluid from a lower to a higher place . Piping strain is a condition where the flange on the pipeline is not in a parallel position but was forced to be aligned causing damage to the coupling of the pump. Piping strain before repaired is 0.025 . After repairs is 0.001 . Misalignment was found on P - 30 pump shaft , the vertical offset is -106.3 mils and -86.0 mils , and the horizontal offset is -12.1 mils and -10.1 mils , and piping strain is 0.025 inch = 0.6 mm . After the correction of misalignment of the pump P - 30, the vertical offset is -1.3 mils and 3.3 mils and the horizontal offset is -2.3 mils and -1.5 mils .

Key Words : Pump, *misalignment*, *piping strain*, coupling, *offset*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) Chevron Geothermal Salak terletak di Gunung Salak, Sukabumi, Jawa Barat merupakan pembangkit listrik yang mensuplai listrik Jawa dan Bali. Salah satu komponen pendukung pada PLTP Chevron adalah pompa sentrifugal P-30 yang berlokasi di Resource Production Facility (AWI 1). Pompa P-30 berfungsi sebagai alat bantu untuk memompakan kondensat dari *cooling tower basin* ke sumur injeksi. Kerusakan pada pompa kondensat dapat menyebabkan terganggunya proses pembangkitan tenaga listrik. Salah satu penyebab kerusakan pada pompa di PLTP Chevron Geothermal Salak adalah akibat *misalignment*.

Misalignment adalah suatu kondisi dimana dua poros yang dikopling berada pada posisi yang tidak sejajar. Hal ini dapat berakibat terjadinya vibrasi yang tinggi pada mesin.

Vibrasi adalah suatu hal yang tidak diharapkan muncul pada saat mesin beroperasi. Pada mesin berputar, vibrasi merupakan keadaan yang paling umum terjadi dan sering kali menghambat performa mesin dan memperpendek umur dari suatu komponen.

Proses *alignment* sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya *misalignment* pada kedua poros yang dapat mengakibatkan kerusakan pada mesin.

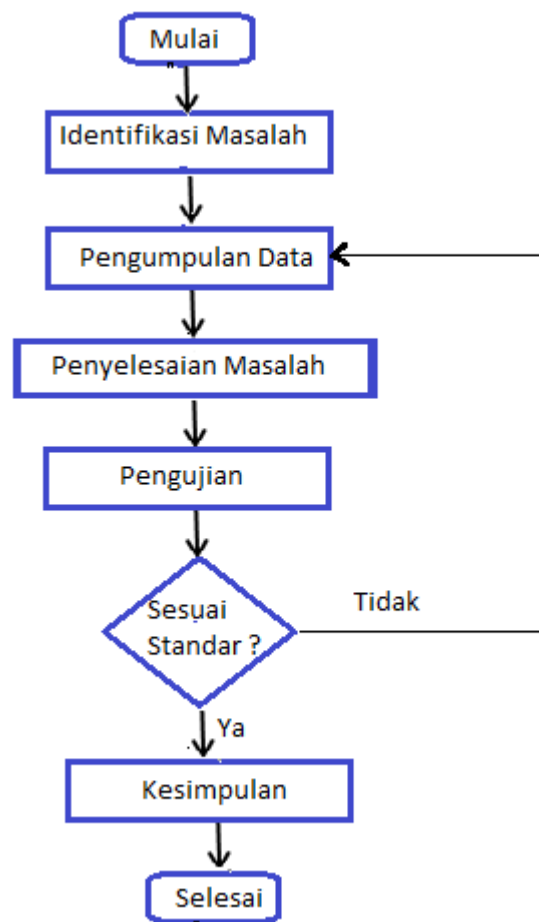
Misalignment mengakibatkan kerusakan *disc pack* kopling pompa P-30 pada PLTP Chevron Geothermal sehingga pompa berhenti beroperasi dan harus dilakukan penggantian *disc pack* yang rusak. *Disc pack* kopling terletak diantara dua poros yang dikopling.

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menganalisa penyebab terjadinya kerusakan pada poros pompa P-30
2. Melakukan pengetesan pada komponen yang telah diperbaiki

II. EXPERIMEN

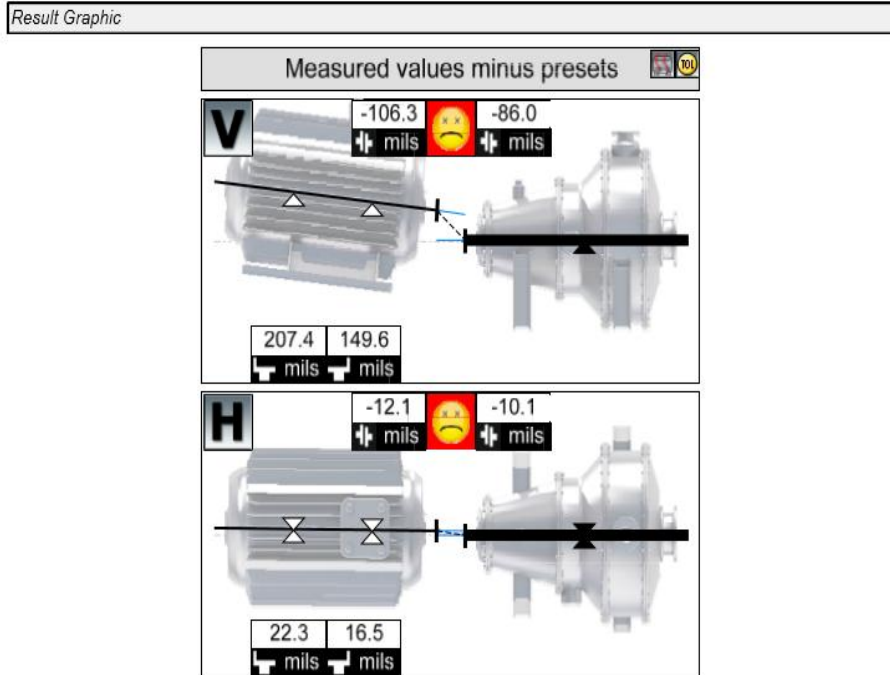
Data sebelum kerusakan dan setelah dilakukan perbaikan diperoleh dari observasi di lapangan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerusakan pompa P-30 terjadi karena adanya *piping strain* yang disebabkan oleh pemasangan *strainer*. Setelah *strainer* terpasang, tidak dilakukan alignment ulang pada pipa sehingga menyebabkan *misalignment* dan *disc pack* kopling rusak.



Gambar 2. Graphic Result Offset Misalignment P-30
(Sumber:Laser Alignment ReportCGS)



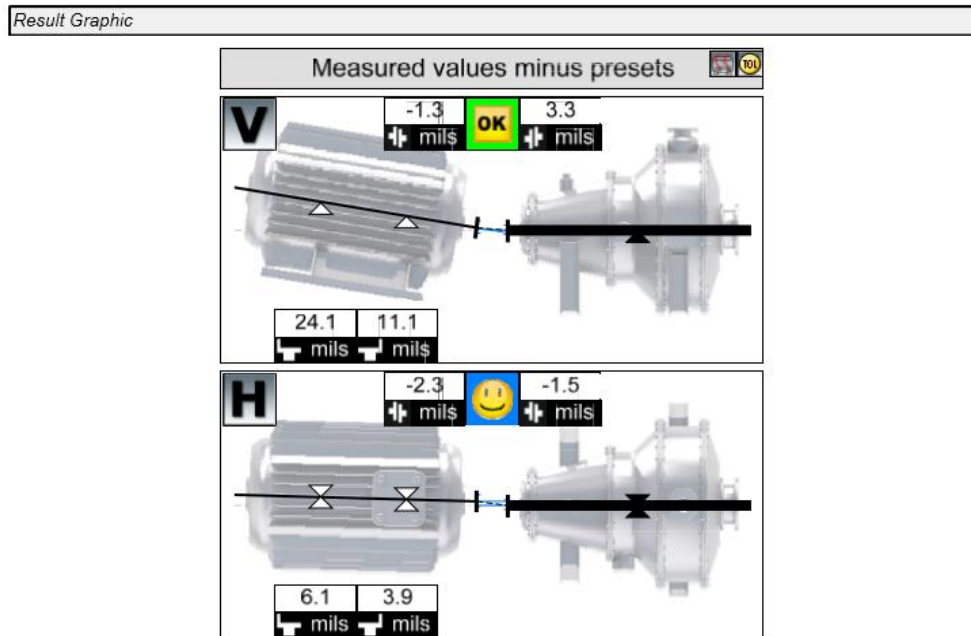
Gambar 3. Kerusakan Flange Pipa
(Sumber:Laser Alignment ReportCGS)



Gambar 4. Kerusakan pada *Disc Pack Coupling*

Standard toleransi : perpindahan yang lebih besar dari 0.002 inch mengindikasikan adanya stress dari luar pada mesin. Stress pada pipa seharusnya dibetulkan sebelum mesin berjalan. (API 686 Standard)

Piping strain adalah sebuah kondisi dimana *flange* pada pipa tidak pada posisi sejajar tetapi dipaksa untuk disejajarkan. *Pipingstrain* menyebabkan adanya distorsi dan ketidaklurusan *center* antara pipa dan pompa. *Pipingstrain* yang tersambung menyebabkan *misalignment* pada pompa. Sesuai dengan data yang diperoleh pada tanggal 5 Juli 2015, terdapat piping strain sebesar 0.025 inch = 0.6 mm.



Gambar 5. Graphic Result offset misalignment P-30
(Sumber:Laser Alignment ReportCGS)

Setelah dilakukan koreksi *misalignment* pompa P-30, pada posisi vertikal terjadi *offset* sebesar -1.3 mils dan 3.3 mils dan pada posisi horizontal terjadi *offset* sebesar -2.3 mils dan -1.5 mils. Batas ini masuk ke dalam batas toleransi maksimum yang diizinkan.



Gambar 6. Pipa yang Sudah diperbaiki

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan masalah ini adalah :

1. Terjadinya kegagalan poros (*misalignment*) pada pompa P-30 menyebabkan *disc pack* kopling rusak.
2. Sebelum perbaikan *misalignment* posisi vertikal terjadi offset sebesar -106,3 mils dan -86,0 mils. Selanjutnya pada posisi horizontal terjadi offset terjadi sebesar -12,1 mils dan -10,1 mils. Setelah dilakukan perbaikan pada posisi vertikal, offset menjadi -1.3 mils dan 3.3 mils. Pada posisi horizontal, offset menjadi -2.3 mils dan -1.5 mils.
3. Pada kerusakan di pipa terjadi *piping strain* sebesar 0.025 inch, setelah dilakukan perbaikan *alignment*, *piping strain* menjadi 0.001 inch.
4. Setelah penulis meneliti kerusakan pompa P-30, penyebab kerusakan adalah adanya pemasangan *strainer* pada pipa *suction*. Setelah *strainer* terpasang, *alignment* pipa tidak dibaca ulang sehingga menyebabkan *misalignment* dan *disc pack* kopling rusak.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. API Recommended Practices 686. 2nd EDITION. “*Machinery Installation and Design*”. 2009.
- [2]. Chevron Alignment Trainee Module. 2006..
- [3]. “*Laser and Dial Shaft Alignment*”, Copyright 2011 – PT. Putranta Adfi Mandiri – sole agent Pruftechnik AG, Germany
- [4]. Piotrowski, J. “*Shaft Alignment Handbook*”, 3rd Edition, Marcel Dekker, N.Y.
- [5]. Robertson C, John. *Vibration Analyst Seminar*. 2003.
- [6]. Romizi Riza. *Dasar “Metode Alignment”*. PT. Indolign Selaras
- [7]. Sonto, Sutrisno, “*Intermediate Alignment*”. April 2010.
- [8]. Sugiato, “*Machinery Alignment*”. PT. LNG Badak

Optimalisasi sparepart “pd mrp” untuk mengurangi nilai inventory pt holcim cilacap

Rizka Maulia Zulfiani¹, Grenny Sudarmawan²

1. Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta
2. Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
rizka.maulia.z@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini akan menjelaskan tentang bagaimana mengurangi nilai inventory di warehouse PT Holcim Indonesia Pabrik Cilacap yang jumlahnya sudah mencapai 62,6 Milyar rupiah pada tahun 2014. Penyumbang terbesar nilai inventory tersebut adalah material tipe PD MRP yaitu material yang dipesan melalui perencanaan pekerjaan perawatan dan merupakan material yang sifatnya non-stock yang seharusnya langsung diambil ketika barang tersebut sampai di warehouse. Sparepart yang disimpan terlalu lama dapat mengalami kerusakan atau bahkan menjadi obsolete.

Metode FSN analisis, ABC analisis dan History-No History digunakan untuk mengetahui material mana saja yang akan diteliti lebih lanjut. Selanjutnya material akan dikategorikan menjadi material yang masih digunakan dan material yang sudah tidak digunakan. Material yang sudah tidak digunakan akan diajukan untuk di write off sehingga berdampak pada berkurangnya nilai inventory.

Material yang diteliti adalah material sparepart yang tidak dikonsumsi selama lebih dari 2 tahun berdasarkan FSN analisis dan kategori A berdasarkan ABC analisis sebanyak 345 material dengan total nilai 9.5 Milyar. Dengan hasil akhir berupa 73.21% material akan digunakan, 5.62 % material sudah digunakan, 1.09% material akan di transfer posting, 20.07% material sudah tidak digunakan dan akan di write-off. Total pengurangan nilai inventory yang didapat pada penelitian ini sebesar 26.79% atau Rp.2.558.854.472,-.

Kata kunci: Nilai inventory, PD MRP, FSN, ABC, History-No History

Abstract

This research explained about how to reduce parts and supplies inventory value which up to 62 Bio at warehouse of Holcim Indonesia Cilacap Plant in 2014. The highest contributor of inventory value is PD MRP type of materials which are reserved through a maintenance planning process, has no held stock and should be directly taken after arrived in warehouse. High amount of inventory in long period have potential to became obsolete or damage.

FSN analysis, ABC analysis and History-No History classification generated to know the materials that will be checked. Those materials will be segregated into used and not used item. Not used items will be written off to reduce inventory value.

By FSN and ABC analysis, total object of this research is 345 materials worth of 9.5 Bio which not issued over 2 years and materials with A category. The result are 73.21% materials considered to be used, 5.62% materials has been used, 1.09% materials will be transfer posted, the last 20.07% is not used materials and considered to be write-off. Total reduction of inventory value in this project is 26.79% or Rp.2.558.854.472,-.

Keywords: Inventory value, PD MRP, FSN, ABC, History-No History

I. PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Net working capital (NWC) atau modal kerja bersih perusahaan seringkali didefinisikan sebagai selisih antara aktiva lancar dengan hutang lancar, dimana jumlahnya sangat ditentukan oleh jenis usaha dari masing-masing perusahaan [1]. Komponen modal kerja adalah kas, surat berharga, piutang dan *inventory* serta hutang lancar [2]. Modal kerja erat kaitannya dengan laba perusahaan, dimana laba dapat ditingkatkan dengan menurunkan jumlah *account receivables* dan *inventories* [3]. Menyimpan *inventory* memang hal penting dan sangat dibutuhkan, namun jika jumlahnya terlalu banyak justru akan merugikan. Jumlah *inventory* yang berlebihan hanya akan berdampak pada penggunaan modal yang sia-sia [4]. *Inventory* adalah bahan-bahan, bagian yang disediakan, dan bahan-bahan dalam proses yang terdapat dalam suatu perusahaan untuk proses produksi, serta barang-barang jadi atau produk yang disediakan untuk memenuhi permintaan dari konsumen atau pelanggan setiap waktu dan bertujuan untuk memastikan penyediaan stok material/barang [5]. Diperlukan perencanaan yang baik dan teliti sebelum melakukan pemesanan barang untuk meminimalisir kerugian akibat *overstock*.

Berdasarkan data SAP desember 2014, total nilai *inventory* di PT Holcim Indonesia Tbk Pabrik Cilacap mencapai Rp.62.696.906.402,- jauh melebihi target tahun 2014 yang sebesar 47 Milyar. *Inventory* ini tersusun dari MRP (*Material Requirement Planning*) dengan tipe V1 (*Manual Reorder Point with external requirements*), ND (*No Planning*) dan PD (*Planning*). V1 (*Manual Reorder Point with external requirements*) terbagi menjadi 2 yaitu *critical sparepart* dan *non-critical sparepart*. ND (*No Planning*) adalah material yang dikirim oleh beberapa vendor karena sudah adanya kontrak dengan *warehouse* tentang pengadaan suatu material. Dan PD (*Planning*) adalah material yang dipesan karena adanya order, reservasi, CAPEX, merupakan material *non-stock* dan hanya dipesan ketika ada permintaan [6]. Penyumbang terbesar nilai *inventory* diatas adalah material dengan tipe PD MRP. Material ini sudah tidak diproses atau mengendap di *warehouse* dalam waktu yang lama, sehingga terus menambah nilai *inventory* setiap tahunnya dan sekarang sudah mencapai 43.5 Milyar.

Tujuan penelitian ini adalah mengurangi nilai *inventory* dari material tipe PD MRP melalui proses optimalisasi. Proses optimalisasi yang dilakukan berupa pemisahan material yaitu antara material yang masih digunakan dan material yang sudah tidak digunakan. Material yang masih digunakan akan di *reschedule* untuk keperluan perawatan (*maintenance*) sementara material yang sudah tidak digunakan akan di *write-off* atau di *transfer posting* ke pabrik lain. Dengan berkurangnya material maka berkurang pula nilai *inventory* untuk tipe PD MRP.

Beberapa analisis yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain FSN analisis, ABC analisis, dan *history-no history* analisis. FSN analisis digunakan untuk mengontrol material *obsolete* baik *sparepart*, bahan mentah atau komponen pelengkap. Material diklasifikasikan menjadi *Fast moving*, *Slow Moving* dan *Non Moving* berdasarkan pola konsumsi. Kategori *Fast Moving* adalah material yang dikonsumsi selama satu tahun terakhir, material yang dikonsumsi dalam rentang waktu satu sampai tiga tahun dikategorikan menjadi *Slow Moving* dan untuk material yang tidak dikonsumsi selama lebih dari 3 tahun merupakan kategori *Non-Moving* [4]. ABC analisis menggolongkan stok berdasarkan tingkat kepentingan serta kontribusi masing-masing material tersebut terhadap biaya tahunan untuk sistem *inventory*. Penggolongan material pada ABC analisis yaitu kategori A (material dengan harga tinggi) yang menyumbang 70-80% total nilai dari seluruh material dengan jumlah material sebanyak 10-20%, kategori B (material dengan harga sedang) yang menyumbang 15-20% total nilai dari seluruh material dengan jumlah material sebanyak 20-40% dan kategori C (material dengan harga murah) yang menyumbang 5-10% total nilai dari seluruh material dengan jumlah material sebanyak 40-70% [7]. *History-No history* analisis yaitu analisis berdasarkan sejarah pemakaian atau pembelian suatu material. Yang dimaksud dengan material yang memiliki *history* yaitu material yang memiliki catatan *work order* di SAP maupun material yang termasuk BOM (*Bill of Material*) pada *Technical Structure*. Sementara material *no history* adalah material yang tidak memiliki catatan pemakaian maupun pembelian pada SAP. Material-material tersebut akan dibagi ke setiap *work center* sesuai dengan data yang ada pada *history* dan untuk material *no history* akan dibagi dalam 2 kelompok yaitu material mekanik dan material elektrik.

II. EKSPERIMEN

Terdapat beberapa metode yang akan digunakan guna menunjang terlaksananya tugas akhir dengan baik. Sumber data dan tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan dan pengolahan data

Data untuk keperluan penelitian diperoleh dari SAP (*System Application and data Processing*) dengan beberapa *Transaction Code* dan juga diperoleh secara langsung melalui wawancara dengan beberapa pihak terkait. Data yang didapatkan berupa total nilai *inventory* di *warehouse* PT Holcim Indonesia pabrik Cilacap lengkap dengan seluruh informasi yang dibutuhkan seperti material penyusun *inventory* dengan nilai dan jumlah material, *work order*, *function location*, *equipment*, *work center*, *MRP type*, *MRP Controller*, *valuation class*, usia material berdasarkan tanggal transaksi terakhir, dan reservasi yang pernah dibuat untuk semua material tersebut.

2. Analisis Data

Proses analisis yang dilakukan terbagi menjadi 3 tahapan. Pertama yaitu FSN analisis yang dilakukan untuk mendapatkan daftar material yang sudah tidak di proses (mengendap) selama lebih dari 2 tahun di *warehouse*. Kedua yaitu ABC analisis yang dilakukan untuk mendapatkan daftar material yang termasuk dalam kategori A. Dan tahapan terakhir yaitu *history-no history* analisis. Material-material yang sudah melalui tahapan FSN dan ABC analisis akan dibagi ke setiap *work center* sesuai dengan data yang ada pada *history* dan untuk material *no history* akan dibagi dalam 2 kelompok yaitu material mekanik dan material elektrik.

3. *Stock take* material bersama Penanggung Jawab Lapangan di *warehouse*

Stock take adalah kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui apakah jumlah material yang ada pada sistem SAP sesuai dengan jumlah material di bin (rak penyimpanan) serta mengetahui kondisi aktual suatu material, apakah masih laik pakai atau tidak. Proses ini melibatkan *Planner*, *Team Leader Area*, *PM Team* serta *Engineer* selaku pemesan material. Mereka akan memutuskan apakah material-material tersebut akan di digunakan dan di *reschedule* atau akan di *write-off* saja dengan mempertimbangkan kondisi aktual yang ada pada lapangan dan kondisi material itu sendiri.

4. Pengelompokan Material dan Proses *write-off*

Setelah proses *stocktake* selesai dilaksanakan dan keputusan yang akan diambil untuk setiap material sudah ditetapkan, maka material-material tersebut akan dikelompokan menjadi material yang masih digunakan dan material yang akan di *write-off*. Daftar material yang masih digunakan akan diserahkan pada *planner* dan *team leader area* untuk dilakukan *reschedule* pemesanan dan penggunaan, sementara daftar material yang akan di *write-off* lengkap dengan alasan *write-off* material akan diserahkan kepada Manager *warehouse* sebagai syarat pembuatan proposal *write-off* material.

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Total nilai inventory di PT Holcim Indonesia Pabrik Cilacap berdasarkan data dari SAP (System Application and data Processing) yang diambil pada tanggal 26 Desember 2014 sebesar Rp.62.696.906.402,- dengan rincian jumlah material dan nilai sebagai berikut:

Tabel 1 Total Nilai Inventory Keseluruhan Pabrik Cilacap I400

Total Inventory keseluruhan Pabrik Cilacap I400		
Tipe MRP	Total Material	Total Nilai
ND	4360	855,192,394
PD	7767	43,515,523,974
V1	1025	18,326,190,034
Total	13152	62,696,906,402

1. FSN Analisis untuk Tipe PD MRP

Menyesuaikan dengan tujuan awal dari tugas akhir, FSN analisis yang digunakan mengacu pada kategori berikut:

Fast Moving yaitu material yang dipesan dalam satu tahun terakhir atau material yang dikonsumsi selama satu tahun terakhir.

Slow Moving yaitu material yang dipesan atau dikonsumsi dalam periode 1-2 tahun terakhir.

Non-Moving yaitu material yang tidak dipesan atau menganggur di *warehouse* selama lebih dari 2 tahun.

Berikut adalah hasil FSN analisis untuk material HPAR (sparepart) kategori PD MRP dengan kode IPM (Maintenance Part) di lokasi penyimpanan I400 (Cilacap Plant) berdasarkan data yang diambil pada akhir tahun 2014.

Tabel 2 FSN Analisis Khusus PD, IPM, HPAR Pabrik Cilacap I400

FSN Analisis Khusus PD, IPM, HPAR			
Kategori	Kode	Total Material	Total Value
<i>Fast Moving</i>	F	325	6,894,043,699
<i>Slow Moving</i>	S	172	2,687,953,407
<i>Non Moving</i>	N	1450	11,931,083,414
Total		1947	21,513,080,520

2. ABC Analisis untuk Kategori Non Moving Material Tipe PD MRP

ABC analisis dilakukan dengan menggunakan salah satu menu pada SAP. Prosentase perbandingan ABC analisis yang akan digunakan adalah 80% untuk kategori A, 15% untuk kategori B dan 5% untuk kategori C berdasarkan total nilai material (*valuation stock value*). Berikut adalah kotak dialog *segment sizes* hasil ABC analisis.

Segments	Material		ValStockValue in segment			
A segment	345	23.79 %	9,553,012,530	IDR	80.07 %	
B segment	372	25.66 %	1,783,814,405	IDR	14.95 %	
C segment	733	50.55 %	594,256,479	IDR	4.98 %	
Total	1450	100.00 %	11,931,083,414	IDR	100.00 %	

Gambar 1 Hasil ABC Analisis material *non-moving* pada SAP

3. Penentuan History-No History untuk material Kategori A

Tahapan awal untuk mengetahui history suatu material adalah mencari apakah material-material tersebut merupakan bagian dari BOM *equipment* atau BOM *material* pada SAP. Pencarian tidak hanya dilakukan untuk I400 (Cilacap Plant) namun dapat diperluas ke pabrik lain yang hampir memiliki konstruksi serupa yaitu I300 (Narogong Plant). Tidak semua material yang termasuk dalam kategori A merupakan bagian dari BOM, oleh karena itu tahapan kedua perlu dilakukan yaitu dengan mencari *work order* yang digunakan untuk memesan material tersebut. Dari *work order* tersebut dapat diketahui *work center* pemesan material. Ketika kedua proses diatas sudah dilakukan, dan *history* tetap tidak ditemukan, maka material tersebut termasuk material *no history*. Material *no history* ini akan dikelompokkan menjadi dua yaitu sparepart mekanik dan sparepart elektrik. Hasil pengelompokan material adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Rincian material tiap *work center* metode *history-no history*

Jumlah Material per Work Center (SEBELUM <i>Stocktake</i> & <i>Diskusi</i>)					
<i>History</i>			<i>No History</i>		
Work Center	Jumlah Material	Nilai	Jenis	Jumlah Material	Nilai
CC.EL-01	21	637,574,705	Sparepart Mekanik	55	1,325,069,625
CC.EL-02	46	1,224,952,666			
CC.EL-03	8	351,701,802			
CC.EL-04	9	226,901,160			
CC.EL-05	7	111,571,999			
CC.LB-02	33	940,588,101			
CC.ME-04	39	1,103,228,749			
CC.ME-05	26	791,147,480			
CC.ME-06	25	1,086,182,211			
CC.ME-07	2	113,859,350	Sparepart Elektrik	54	1,180,494,040
CC.ME-ES	1	29,858,222			
CC.MS-01	10	209,084,790			
CC.PM-02	2	85,652,941			
CC.PP-01	1	11,281,587			
CC.PP-02	3	43,400,000			
CC.PP-03	3	80,463,102			
TOTAL	236	7,047,448,865	TOTAL	109	2,505,563,665

4. Keputusan Hasil Diskusi untuk Material Non Moving Kategori A

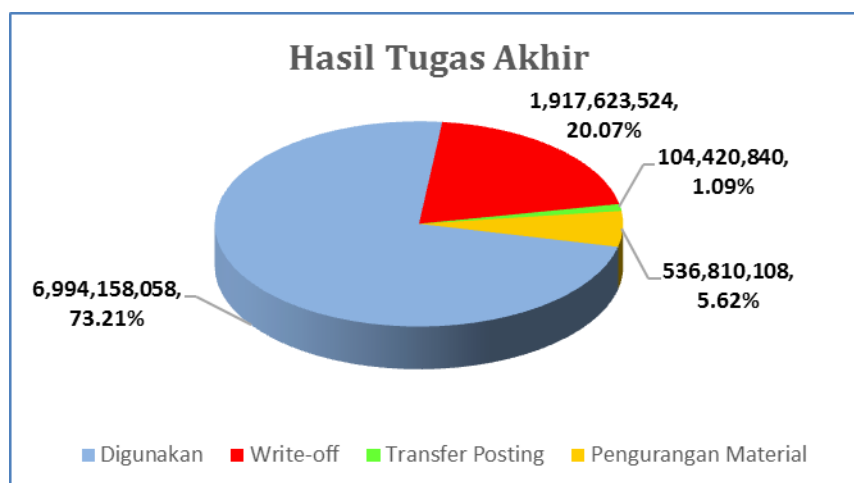
Berdasarkan hasil diskusi terdapat 3 keputusan untuk material-material tersebut yaitu material akan digunakan, material akan diajukan untuk di *transfer posting* ke Narogong dan material yang sudah *obsolete* maupun sudah tidak dipakai akan di *write-off*. Untuk material yang sudah digunakan dicatat sebagai pengurangan material. Berikut rincian hasil keputusan untuk setiap material:

Tabel 4 Hasil keputusan untuk material *non-moving* kategori A

Klasifikasi	Akan Digunakan		Write-Off		Transfer Posting		Pengurangan	
	Jumlah	Nilai (Rp)	Jumlah	Nilai (Rp)	Jumlah	Nilai (Rp)	Jumlah	Nilai (Rp)
With History	187	5,133,513,075	28	1,083,662,704	3	104,420,840	28	536,810,108
Without History	79	1,860,644,983	33	833,960,820	0	-	-	-
Total	266	6,994,158,058	61	1,917,623,524	3	104,420,840	28	536,810,108
Total Besar Pengurangan Hasil Write-Off dan Penggunaan Material					Rp. 2,558,854,472			

Tabel 5 Rincian pengurangan material hasil tugas akhir

Work Center	Rincian Pengurangan			
	Material Yang Sudah habis Terpakai		Material Yang berkurang Karena Dipakai	
	Jumlah	Nilai	Jumlah	Nilai
CC.EL-01	2	Rp. 104,730,000	3	Rp. 12,127,804
CC.EL-02	3	Rp. 83,281,000	4	Rp. 23,076,367
CC.EL-04	-	-	1	Rp. 3,228,707
CC.ME-04	4	Rp. 57,236,406	1	Rp. 8,141,972
CC.ME-05	4	Rp. 120,310,757	1	Rp. 12,555,600
CC.ME-06	1	Rp. 20,191,501	1	Rp. 19,672,737
CC.MS-01	-	-	1	Rp. 6,881,786
PROJECT (NSC11517)	2	Rp. 65,375,471	-	-
TP (NAROGONG)	-	-	1	Rp. 7,700,000
TOTAL	16	Rp. 451,125,135	13	Rp. 93,384,973
TP (NAROGONG)	: <i>Transfer Posting Plant to Plant</i> ke Pabrik Narogong			



Gambar 2 Grafik hasil tugas akhir

5. Hasil Pengurangan Nilai Inventory Material Non Moving Kategori A Tipe PD MRP

Sebelum tugas akhir ini dilaksanakan total nilai untuk material non-moving kategori A dengan tipe PD MRP sebesar Rp. 9.553.012.530,-. Setelah proses optimalisasi dilakukan terjadi pengurangan nilai *inventory* yang diperoleh dari gabungan antara total nilai material *write-off*, total nilai material

transfer posting plant to plant dan total nilai pengurangan material yang sudah dikonsumsi. Jika proses pengajuan *write-off* material dan *transfer posting plant to plant* disetujui oleh manager dan dewan direksi maka total pengurangan yang didapat sebesar Rp. 2.366.509.763,- dengan prosentase sebesar 24,77% dari total nilai awal. Berikut adalah rincian perhitungan pengurangan nilai *inventory* hasil dari tugas akhir ini.

Tabel 6 Prosentase hasil tugas akhir

KETERANGAN	TOTAL NILAI
Nilai Inventory Sebelum TA	Rp. 9,553,012,530
Pengurangan Total Nilai Inventory	Rp. 2,558,854,472
Nilai Inventory Setelah TA	Rp. 6,994,158,058
Prosentase Hasil Akhir	26.79%

IV. KESIMPULAN

- Total nilai inventory secara keseluruhan di PT Holcim Cilacap adalah Rp.62.696.906.402,- dengan nilai inventory tipe PD MRP sebesar Rp.43.515.523.974,-. Dimana nilai PD MRP mencapai 69.4% dari total inventory yang ada sementara 30.6% sisanya merupakan tipe ND dan VI.
- Optimalisasi dapat dilakukan dengan analisis yang berdasarkan konsumsi tahunan (FSN analisis), nilai total material (ABC analisis) dan sejarah konsumsi maupun pemesanan (history-no history).
- Total pengurangan nilai inventory dengan tipe PD MRP yang diperoleh berupa pemakaian material, *write-off* material dan *transfer posting material* dengan total penghematan sebesar Rp. 2.558.854.472,- (Dua milyar lima ratus lima puluh delapan juta delapan ratus lima puluh empat ribu empat ratus tujuh puluh dua rupiah)
- Penumpukan sparepart PD MRP dapat dicegah dengan perencanaan (planning) yang baik dan teliti sebelum melakukan pemesanan material, juga dengan melaksanakan *write-off* untuk material yang sudah terlalu lama mengendap (aging sparepart) di warehouse secara rutin setiap tahunnya.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syamsudin, Lukman. *Manajemen Keuangan Perusahaan*. 7nd. Jakarta: Rajawali Pers, 2002.
- [2] Syafarudin, Alwi. *Alat-alat Analisis dalam Pembelian*. Yogyakarta, 1993.
- [3] Deloof, M. "Does Working Capital Management Affects Profitability of Belgian Firm?" *Journal of Business Finance and Accounting* 30, no. 3-4, pp. 573-587, 2003.
- [4] Sharif, K. "An Optimal Inventory Control Planning for an Indian Industry." pp: 129-133, 2012.
- [5] Rangkuti, Freddy. *Manajemen Persediaan: Aplikasi di Bidang Bisnis*. Jakarta: Grafindo Persada, 2004.
- [6] SAP-PM, BPP Re-Documentation Team. *Maintenance Notification*. 4.0. Edited by HSEA PM Team. Holcim Services (Asia) Ltd, 2004.
- [7] Tanwari, A, Abdul Qayoom Lakhari, and Ghulam Yasin Shaikh. "ABC Analysis as an Inventory Control Technique." *Quaid-E-Awam University Research Journal Of Engineering and Mngement* 1, no. 1, pp: 33-50, 2000.

Analisis kekuatan suspensi pegas daun truk dengan metode finite element

Firmansyah Wahyu A.F.C; Seti Atmawan; Ery Muthoriq; Herman M.K.
Program Studi Teknik Keselamatan Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan
firmansyahwahyu14@gmail.com

Abstrak

Suspensi pegas daun digunakan pada kendaraan dengan kapasitas muatan yang besar. Pegas daun ini memberikan nilai pantulan akibat beban yang diterima, yang akan mengalami kondisi terberat dalam beban tekan yang berulang-ulang, sehingga berpotensi untuk gagal akibat lewat batas leleh materialnya. Seringnya menahan muatan yang besar maka pegas mengalami patah pada daunnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara pemodelan dan kekuatan suspensi pegas daun kendaraan truk dengan menggunakan Finite Element Method. Langkah pertama dimulai dengan perhitungan beban axle belakang truk. Beban yang dianalisis adalah beban static berupa berat kendaraan dan muatan. Kemudian dilanjutkan dengan pemodelan geometri suspensi pegas daun. Setelah pemodelan geometri, langkah berikutnya adalah pemodelan beban dan tumpuan. Jenis pemodelan tumpuan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah model tumpuan menggunakan tumpuan fix dan roller. Dari simulasi Solidworks yang sudah dilakukan, diketahui kekuatan suspensi pegas daun truk. Besar tegangan maksimum yang terjadi pada suspensi pegas daun adalah 233 MPa. Sedangkan material yang digunakan memiliki yield strength 1158 MPa. Dari hasil tersebut dapat dihitung bahwa safety factor yang dihasilkan adalah 4,9.

Kata kunci: finite element method, suspensi pegas daun, yield strength, Solidworks, fix dan roller

Abstract

Leaf spring suspension is used on vehicles with a large payload capacity. The leaf springs provide reflections due to the load value received. It will experience the toughest conditions in the repeated compressive loads, so the potential to fail due to fatigue limit of the material through. With often hold large loads so broken on experience spring leaves. This study aims to determine how the modeling and the strength of the leaf spring suspension trucks using Finite Element Method. The first step begins with a rear axle load calculation, then analyzed are static loads such as heavy vehicles. Then proceed with leaf spring suspension geometry modeling. After modeling the geometry, the next step is modeling the load and pedestal. Type pedestal modeling performed in this research is the foundation of the model using fixed pedestal and roller. From Finite Element Method is, it is known the power of truck leaf spring suspension. Maximum tension that occurs in the leaf spring suspension is 233 MPa. While the materials used have the yield strength of 1158 MPa. From these results it can be calculated that the resulting safety factor is 4,9.

Keyword: finite element method, leaf spring, yield strength, Solidworks, fixed and roller

I. PENDAHULUAN

I. Latar belakang

Pegas merupakan komponen yang didesain memiliki kekakuan yang relatif rendah dibandingkan dengan rigid normal, sehingga memungkinkan untuk menerima gaya yang dibebankan padanya sesuai dengan tingkatan tertentu (1). Fungsi utama dari pegas daun adalah memberikan nilai pantulan akibat beban yang diterima sehingga dapat memberikan kenyamanan. Oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan tegangan maksimal, momen bending dan defleksi yang terjadi (2). Karena suspensi pegas daun ini digunakan pada kendaraan dengan kapasitas muatan yang besar maka sering mengalami patah pada pegas daunnya.

Dengan mengetahui berat kendaraan dan muatan (GVW) lalu pengukuran dimensi suspensi pegas daun, selanjutnya dapat dilakukan pemodelan geometri suspensi pegas daun dengan Software Solidworks. Dalam penelitian ini dilakukan pembebanan dengan cara pembebanan fix dan roller. Dari pemodelan ini dapat diketahui kondisi sebenarnya dari pegas daun, ini bertujuan untuk mengetahui tegangan maksimum yang diterima oleh suspensi pegas daun. Dengan mengetahui tegangan maksimum maka bisa diketahui beban yang diterima suspensi pegas daun tidak melebihi kekuatan material yang digunakan, serta mengetahui titik kritis bagian suspensi pegas daun.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Faktor Keamanan.

Dalam merancang bagian untuk melawan kegagalan, diasumsikan bahwa tekanan internal tidak melebihi kekuatan material. Jika bahan yang digunakan adalah rapuh, maka itu adalah kekuatan luluh desainer yang biasanya tertarik, karena sedikit deformasi merupakan kegagalan distorsi energi. Teori ini juga disebut teori Von Mises. Teori yang cocok untuk digunakan dalam bahan (3).

Safety Factor

Pada pembebanan vertikal, safety factor yang sering digunakan untuk kendaraan adalah 4,5 (4).

Suspensi Pegas Daun

Suspensi daun adalah salah satu item yang potensial untuk penurunan berat dalam mobil karena menyumbang sepuluh sampai dua puluh persen dari berat unsprung. Pegas daun harus menyerap getaran vertikal, guncangan dan beban benjolan dengan cara semi defleksi sehingga bahwa energi potensial yang tersimpan dalam pegas daun sebagai energi regangan dan kemudian dilepaskan secara perlahan. Dengan demikian kapasitas penyimpanan energi regangan elastis merupakan kriteria penting saat memilih bahan untuk pegas daun (5).

Efek Shackle

Untuk pegas daun dipasang sebagai salah satu ujung tetap dan ujung lainnya dengan shackle, fungsi shackle adalah untuk memungkinkan pegas daun bergerak bebas. Ketika pegas daun berdefleksi, bentuk dan kurva mulai berubah dan ayunan shackle membuat sudut dengan garis lurus. Gaya yang diberikan pada pegas daun baik dapat kompresi atau ketegangan, tergantung pada arah yang ayunan shackle (6).

Solidworks

SolidWorks adalah 3D mekanik CAD (computer-aided design) program yang berjalan pada Microsoft Windows dan sedang dikembangkan oleh Dassault Systèmes SolidWorks Corp , anak perusahaan dari Dassault Systèmes, SA . SolidWorks saat ini digunakan oleh lebih dari 2 juta insinyur dan desainer di lebih dari 165.000 perusahaan di seluruh dunia.

SolidWorks memanfaatkan fitur berbasis parametrik pendekatan untuk membuat model dan rakitan. File SolidWorks menggunakan Microsoft Structured Penyimpanan format file. Ini berarti bahwa terdapat berbagai file tertanam dalam setiap SLDDRW (menggambar file), SLDPRT (bagian file), SLDASM (perakitan file) file, termasuk bitmap pratinjau dan metadata sub-file (7).

Meshing

Meshing adalah proses di mana objek tersebut didiskritisasi menjadi bagian-bagian yang sangat kecil yang dikenal sebagai elemen (8).

Analisis Tegangan

Perhitungan stres dilakukan untuk memperkirakan penurunan kekuatan pegas yang dihasilkan dari patahan yang ada sebelum kecelakaan dan pertengahan segregasi. Data uji contoh pegas juga digunakan untuk memberikan dasar untuk memperkirakan penurunan kekuatan. Perkiraan pengurangan kekuatan yang kemudian digunakan untuk menentukan jika gaya yang besar dikenakan pada pegas. Analisis tegangan terbatas elemen yang digunakan untuk mempelajari tegangan tarik melintang di lokasi fraktur. Pegas daun langsung ke frame kendaraan di depan ujung dan melalui perakitan tetap di akhir (9).

Finite Elemen Analisis

Finite Elemen Analisis dilakukan pada kondisi statis model suspensi daun, sehingga distribusi tegangan dapat diamati untuk analisis zona stres yang tinggi (10).

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelusuran pustaka penelitian yang meliputi tentang analisis kekuatan suspensi pegas daun dengan finite element method.
2. Pengambilan data kendaraan berupa berat total kendaraan, berat axle depan dan berat axle belakang.
3. Perhitungan suspensi pegas daun.
4. Permodelan suspensi pegas daun.
5. Pemodelan beban dan tumpuan suspensi pegas daun menggunakan Solidworks.
6. Simulasi statis menggunakan Solidworks.
7. Pembahasan analisis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Beban Vertikal

Diperlukan beberapa langkah untuk mengetahui beban ketika terkena beban vertikal. Yaitu langkah pertama adalah melakukan penimbangan kendaraan untuk mengetahui beban axle depan dan axle belakang, yang kedua melakukan pengukuran dimensi suspensi daun kendaraan. Kemudian melakukan penghitungan beban yang diterima ketika terkena beban vertikal, lalu menganalisis gaya gaya vertikal yang mengenai suspensi pegas daun. Lalu gaya tersebut sebagai input untuk disimulasikan ke Solidworks.

Besar Beban Axle Akibat Beban Vertikal.

Beban vertikal yang terjadi karena berat kendaraan, maka langkah pertama adalah melakukan penimbangan dan pengukuran berat kendaraan meliputi beban axle depan, axle belakang, berat total kendaraan

- | | |
|-----------------------------|-----------|
| a) Berat axle depan (Wr) | : 1419 kg |
| b) Berat axle belakang (Wf) | : 936 kg |
| c) Berat kosong | : 2355 kg |
| d) GVW | : 8250 kg |

Pengukuran Dimensi Suspensi Pegas Daun

Pegas 1	Panjang	:1300mm
	Tebal	:12mm
	Lebar	:70mm
Pegas 2	Panjang	:1300mm
	Tebal	:12mm
Pegas 3	Panjang	:1100mm
	Tebal	:12mm
Pegas 4	Panjang	:770mm
	Tebal	:12mm
Pegas 5	Panjang	:550mm
	Tebal	:12mm
Pegas 6	Panjang	:340mm
	Tebal	:12mm

Suspensi Pegas Daun

Pegas daun dipasang diatas poros roda belakang dan pegas daun dipasang dibawah poros roda belakang. Kebanyakan pegas daun dipasang tepat ditengah-tengah panjang pegas tersebut sehingga bagian depan dan belakang sama panjang. Pada kendaraan-kendaraan yang berat seperti truk dan bus, pegas daun mengalami beda tekanan pada saat kosong dan berisi muatan penuh. Untuk memenuhi beban saat pengangkutan pada kendaraan.

Pada ujung plat terpanjang dibentuk mata pegas untuk pemasangannya. Sementara itu bagian belakang dari plat baja paling atas dihubungkan dengan kerangka menggunakan ayunan yang dapat bergerak bebas saat panjang pegas berubah-ubah karena pengaruh perubahan beban.



Gambar 1. Pegas Daun

Material Pegas Daun

Besi Karbon Plain, Chromium vanadium ,Chromium ,Nickel,Molybdenum,Silicon adalah tipe material yang digunakan untuk mendesign pegas daun. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah 65Si7 (11)

Tabel 1 Material pegas daun

Parameter	Value
Material Spring	65Si7
Young Modullus	210.000 Mpa
Poisson Ratio	0,26
Tensile Strength	1272 Mpa
Yield Strength	1158 Mpa

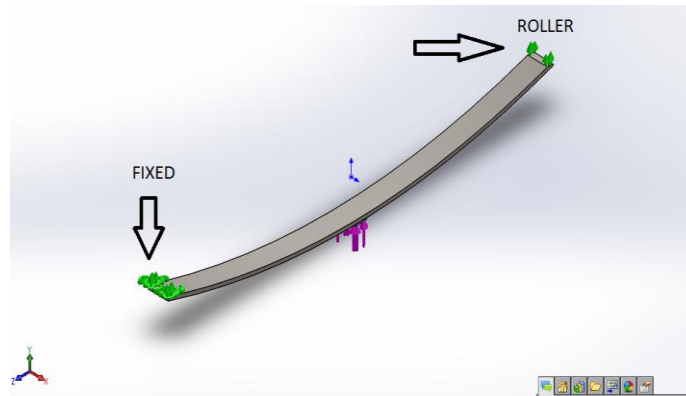
Pemodelan Fix dan Roller pada Pegas 1

Pada Solidworks Simulation terdapat fasilitas fix dan roller ,jenis tumpuan fix dan roller ini diaplikasikan pada dudukan suspensi pegas daun nomor 1 ,karena pada dudukan ini tidak benar benar fix dan terdapat shackle yang dapat bergerak serta pengaruh dari karet.



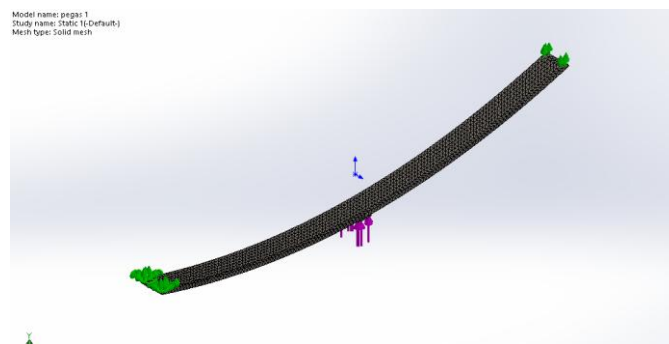
Gambar 2. Shackle

Pemodelan geometri Pegas 1



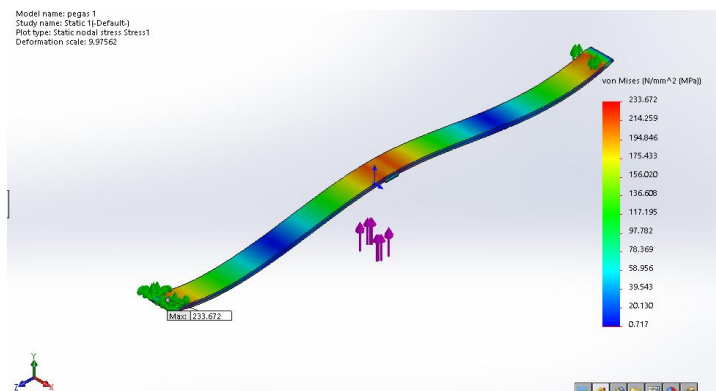
Gambar 3. Pemodelan Geometri

Proses Meshing



Gambar 4. Proses Meshing

Hasil Simulasi



Gambar 5. Hasil Simulasi

Berdasarkan Gambar 5 dapat diketahui bahwa tegangan maksimum mencapai 233 MPa untuk pemodelan fix dan roller. Tegangan yang terjadi pada pemodelan ini berada pada di tumpuan suspensi daun. Untuk tumpuan fix tidak dapat bergerak ketika suspensi daun dibebani, namun pada roller dapat bergerak yang menunjukkan shackle pada suspensi daun yang memungkinkan pegas dapat bergerak bebas.

Ketika pegas daun dibebani maka pegas nomor 1 akan mendapatkan tegangan awal dan arahnya berlawanan sehingga pegas daun nomor 1

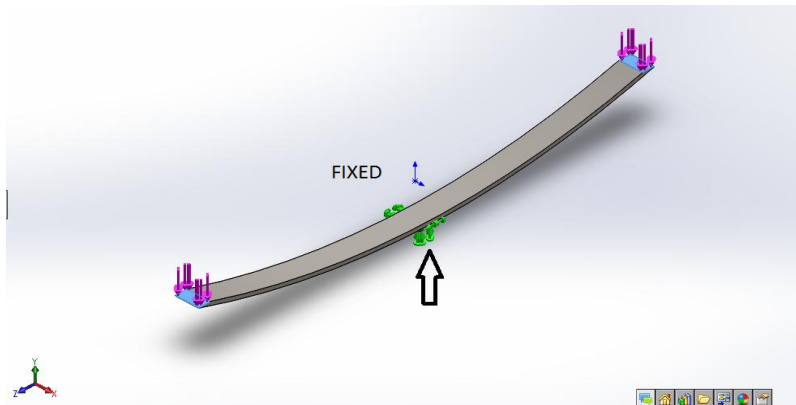
mengalami tegangan yang lebih kecil dibanding pegas yang lain. Pegas daun nomor 1 ini memang dikonstruksikan untuk mengalami tegangan yang lebih kecil karena juga mengalami beban tambahan akibat dari selama mengemudi.

Pemodelan Fixed pada pegas 2,3,4,5,6

Pada pemodelan fixed ini diaplikasikan pada kedudukan Ubolt yang berada di tengah karena pada graduated leaves mengalami tegangan yang searah dengan gaya normal.

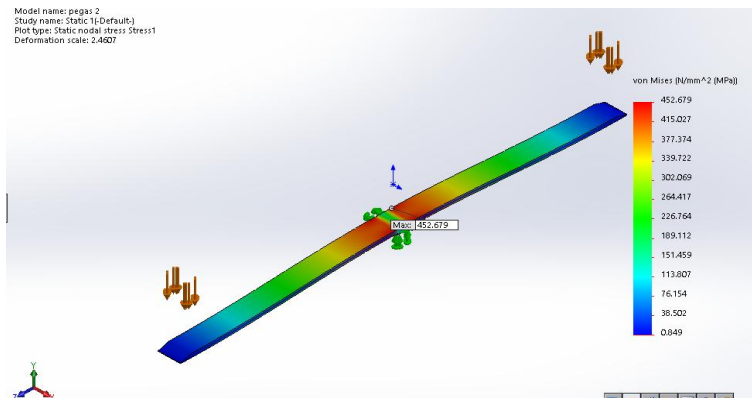
Pemodelan Pegas 2

Pemodelan Geometri



Gambar 6. Pemodelan Geometri

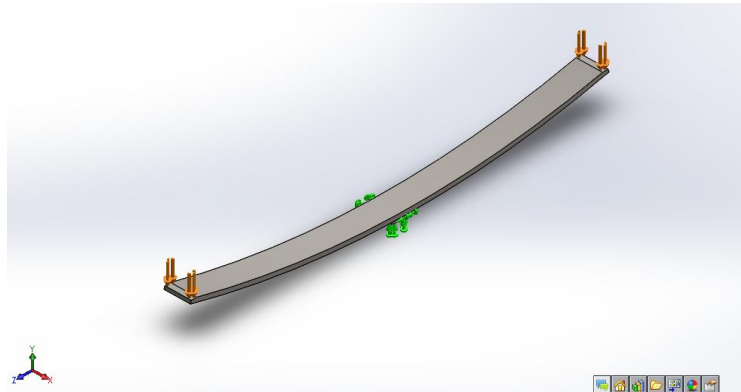
Hasil Simulasi



Gambar 7. Hasil Simulasi

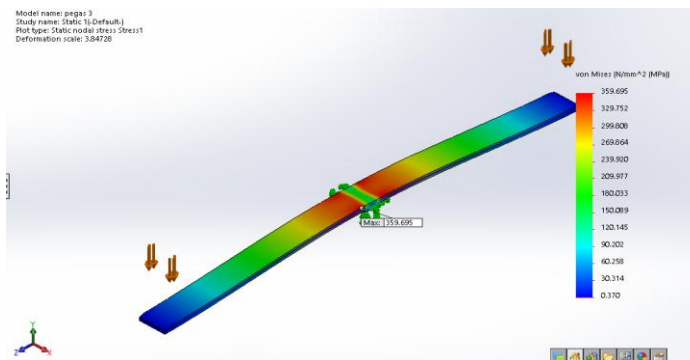
Berdasarkan Hasil simulasi yang telah dilakukan maka pada pemodelan fix ini pegas daun mengalami tegangan sebesar 452,6 Mpa.

Pemodelan Pegas 3
Pemodelan Geometri



Gambar 8. Pemodelan Geometri

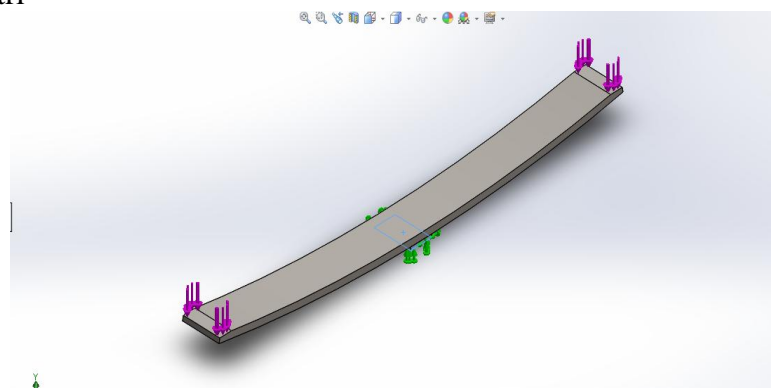
Hasil Simulasi



Gambar 9. Hasil Simulasi

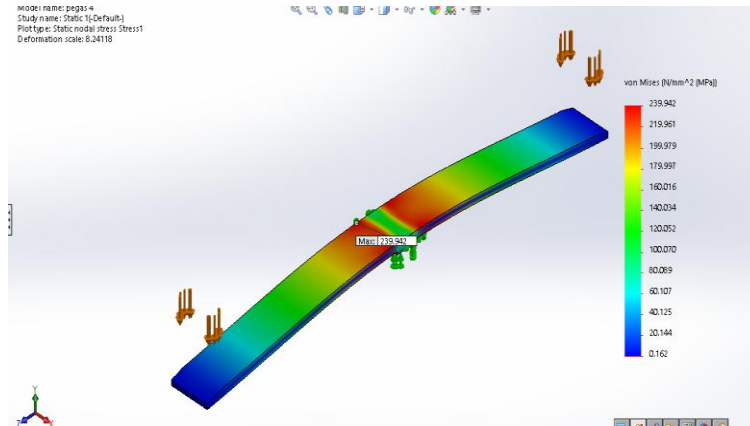
Berdasarkan hasil simulasi pada pegas 3 mengalami tegangan sebesar 359 Mpa.

Pemodelan Pegas 4
Pemodelan Geometri



Gambar 10. Pemodelan Geometri

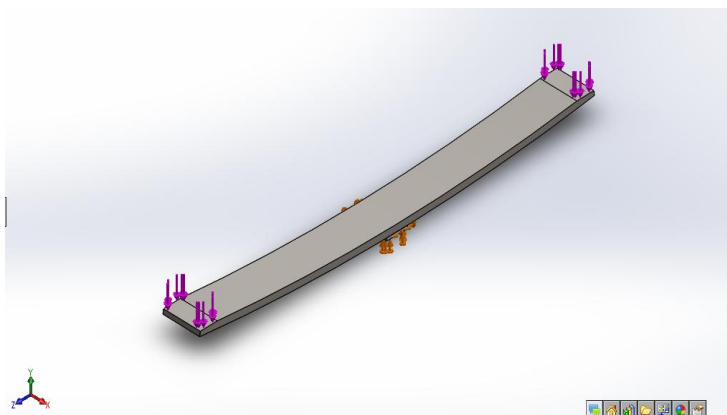
Hasil Simulasi



Gambar 11. Hasil Simulasi

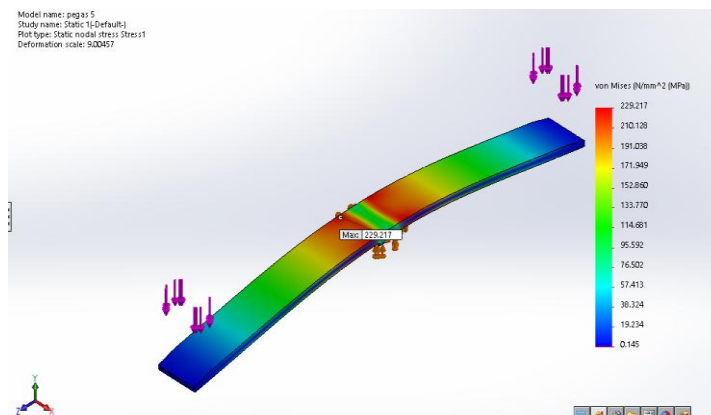
Berdasarkan hasil simulasi pegas daun nomor 4 mengalami tegangan sebesar 239,9 Mpa.

Pemodelan Pegas 5 Pemodelan Geometri



Gambar 12. Pemodelan Geometri

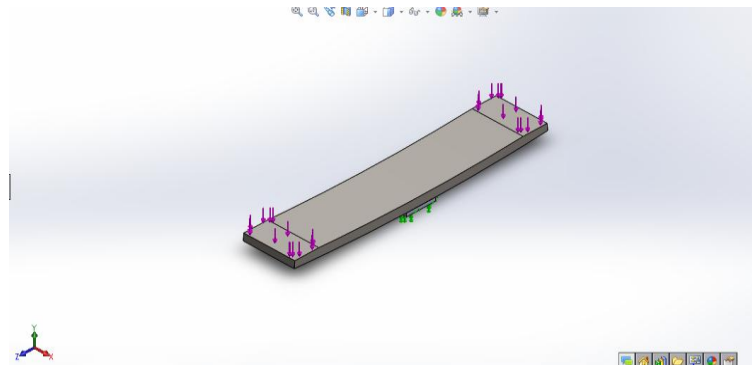
Hasil Simulasi



Gambar 13. Hasil Simulasi

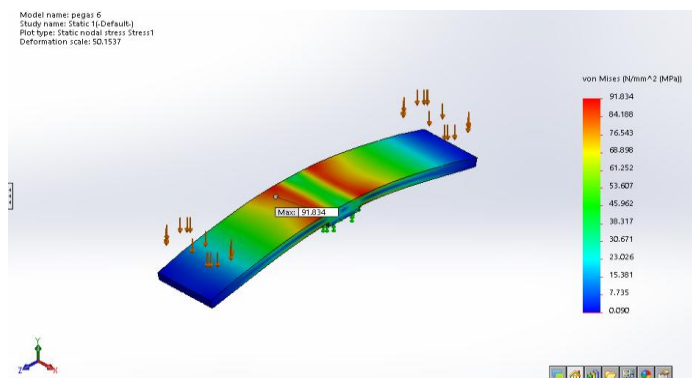
Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan maka pada pegas daun nomor 5 mengalami tegangan sebesar 229,2 Mpa.

Pemodelan Pegas 6 Pemodelan Geometri



Gambar 14. Pemodelan Geometri

Hasil Simulasi



Gambar 15. Hasil Simulasi

Hasil simulasi menunjukkan pegas daun nomor 6 mengalami tegangan sebesar 91,8 Mpa.

Berdasarkan Pemodelan pada Graduated leaves maka pada pegas mengalami tegangan yang tinggi ,ini karena beban yang searah pada gaya normal yang ditumpu oleh dudukan U Bolt.Pada pemodelan Fixed ini didapat tegangan yang paling tinggi yaitu pada pegas nomor 2 sebesar 452 MPa, jika dibandingkan dengan yang Master leaves maka tegangan ini lebih tinggi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi Solidworks yang dilakukan hasil yang mendekati sebenarnya adalah dengan tumpuan fix dan roller. Pemodelan dengan menggunakan tumpuan fix dan roller lebih akurat untuk menganalisis kekuatan axle kendaraan karena pada pegas terdapat shackle yang dapat bergerak bebas. Setiap pegas daun yang mempunyai panjang dan tebal berbeda maka tegangan akan berbeda pula. Tegangan maksimum yang terjadi pada master leave dengan panjang:1300mm, tebal:12mm, lebar:70mm sebesar 233 MPa ,sedangkan yield strength bahan sebesar 1158 MPa. Karena tegangan maksimum masih dibawah yield strength maka kekuatan bahan masih dalam taraf relatif aman. Untuk hasil safety faktor sebesar 4,9.

Sedangkan untuk graduated leaves yang mengalami tegangan maksimum adalah pegas daun nomor 2 dengan panjang :1300 mm dan tebal :12 mm sebesar 452 Mpa, sesuai kejadian pada kendaraan yang sering terjadi patah adalah pada graduated leaves.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daryono." Analisa Umur Pegas Daun Pada Suspensi Kendaraan Roda Empat".2007.
- [2] Hidayat,T."Analisa Kegagalan Pegas Daun (Leaf Spring) Pada Toyota Kijang Kapsul 7K-EI".2000
- [3] Javad.T, Alimardani R,Mohtasebi S.S."Static and dynamic analysis of front axle housing of tractor using finite elements methods".2011
- [4] Prof .Dr.Kaukeart Boonchukosol:Vehicle structure analysis.
- [5] Vijayarangan.S,Kumar,M.S."Static Analysis And Fatigue Life Prediction Of Steel And Composite Leaf Spring For Light Passanger Vehicle".Vol 66.2007
- [6] Saelem S,Chantranuwathana ,S, Panichanun K."Experimental Verification of Leaf Spring Model by Using a Leaf Spring Test Rig".2009
- [7] SurjoW.A, J.Edy,A.y.Rozzaqi."Pengembangan rancangan nozzle waterjet untuk meningkatkan kecepatan renang pada tank BMP-3F(Infantry Fighting Vehicle)".vol2.2013
- [8] Choudhary S, Srivastava A."Design and Structural Analysis of Jute/E-glass Woven Fiber Reinforced Epoxy Based Hybrid Composite Leaf Spring under Static Loading".Vol 3.2013
- [9] Baviskar A. C. Bhamre V. G. Sarode S. S. 2013."Design and Analysis of a Leaf Spring for automobile suspension system: A Review".Vol.3.2013
- [10] Mahakalkar S,G.Dubay D.N. "Stress Analysis of a Mono-parabolic Leaf Spring-A Review".2013
- [11] Amrute A.H ,Karlus E.N,Rathore R,K."Design and Assesment Of Multi Leaf Spring".Vol 1.2013

Studi kasus optimalisasi kerja alat angkut untuk meningkatkan *feed rate crusher limestone* quarry narogong pt. holcim indonesia, tbk

Muliyanto¹, Sugeng Mulyono², Jufrill Appangallo³

1. Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta
2. Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
3. Departemen Quarry, PT. Holcim Indonesia, Tbk
mulyanto141@gmail.com

Abstrak

Pada proses pembuatan semen PT. Holcim Indonesia, Tbk diperlukan batu kapur sebagai bahan baku utama, yang disuplai dari quarry Narogong. Crusher merupakan tempat untuk proses *crushing* bahan baku dari ukuran besar menjadi lebih kecil sesuai spesifikasi yang ditetapkan. Dalam satu hari di quarry Narogong dibagi menjadi dua *shift*, yaitu *shift* pagi mulai pukul 08.00-16.00 WIB dan *shift* sore mulai pukul 16.00-24.00 WIB. Target *feed rate* dalam satu *shift* 950 ton/jam untuk *crusher* Nar 1 dan 1500 ton/jam untuk *crusher* Nar 2. Target tersebut harus tercapai untuk memenuhi kebutuhan material batupapur ke proses selanjutnya yaitu *Raw Mill*. Saat *crushing* dua *crusher* bersamaan *feed rate crusher* sering dibawah target, menyebabkan ketersediaan material batu kapur di *stockpile* sedikit. Fokus dari tugas akhir ini untuk meningkatkan *feed rate crusher*. Penyebab *feed rate crusher* dibawah target yaitu produktifitas alat angkut rendah dan pengoperasian *crusher* yang kurang baik. Rendahnya produktifitas alat angkut karena *cycle time* alat angkut tinggi, muatannya tidak optimal, jam kerja efektifnya rendah dan ketersediaan material peledakan kurang. *Cycle time* alat angkut tinggi karena jalan tambang tidak sesuai spesifikasi teknis, seperti jarak *loading point* menuju *crusher* jauh, *grade* jalan lebih dari 10%, lebar jalan kurang dari 3.5 x lebar alat angkut terbesar, dan jalan tambang yang dilalui alat angkut bergelombang. SOP (Standar Operasional Prosedur) pengoperasian alat angkut yang tidak dilaksanakan dengan baik oleh operator alat angkut, merupakan salah satu penyebab jam kerja efektif alat angkut rendah. Ketersediaan alat angkut yang mencukupi akan menunjang produktifitas alat angkut. Untuk meningkatkan *feed rate crusher* dapat dilakukan metode optimalisasi kerja alat angkut. Dengan memperpendek jarak *crusher* menuju *loading point* akan membuat *cycle time* alat angkut lebih cepat. Jam kerja efektif alat angkut ditingkatkan dengan menerapkan SOP pengoperasian alat angkut dengan baik. Selanjutnya, rekalkulasi ketersediaan alat angkut dilakukan untuk *crushing* dua *crusher* bersamaan. Serta mengevaluasi sistem dua *shift crushing* dua *crusher* secara bersamaan menjadi sistem tiga *shift crushing* secara bergantian antar *crusher* Nar 1 dan Nar 2. Dengan metode tersebut, diharapkan produktifitas alat angkut akan meningkat sehingga meningkatkan *feed rate crusher*.

Kata Kunci: *Crusher, feed rate, alat angkut, cycle time*

Abstract

In the cement manufacturing process PT. Holcim Indonesia, Ltd needed limestone as the main raw material, which is supplied from the Quarry Narogong. Crusher is a place for crushing raw material for the process of large size into smaller ones according to specifications set. In one day in the Quarry Narogong divided into two shifts, namely the morning shift started at 08.00-16.00 WIB and afternoon shift starts at 16.00-24.00 WIB. Target feed rate crusher Nar 1 is 950 ton/hour and feed rate crusher Nar 2 is 1500 ton/hour. The target is to be achieved to meet the needs of limestone material to the next process is the Raw Mill. When the two crusher crushing simultaneously feed rate crusher is often lower than the target, making the availability of limestone in the stockpile material slightly. The focus of this thesis to increase the feed rate crusher. Causes feed rate crusher below the target of conveyance low productivity and poor operation of the crusher. The low productivity of conveyance because high cycle time of conveyance, the charges do not optimal, low effective working hours and the availability of material blasting less. High cycle time of conveyance because of the way mine do not match the technical specifications, such as the loading point to the crusher distance away, the grade of road is more than 10%, the width of road is less than 3.5 x width of the largest transportation equipment, and mining roads that passed conveyance corrugated. SOP (Standard Operations Procedure) operation of conveyances that are not implemented properly by the operator conveyance, is one cause of the working hour effectively lower conveyance. The availability of sufficient transport will support the productivity of conveyance. To increase the feed rate crusher can do optimization methods work conveyance. By shortening the distance of the crusher to the loading point will make the cycle time faster conveyance. Effective working hours increased conveyance that implement the SOP operation of conveyances well. Furthermore, the availability of conveyance recalculation is done for crushing two crusher simultaneously. As well as evaluating the two shift system crusher crushing two simultaneously into three shifts crushing system alternating between crusher Nar 1 and Nar 2. With this method, the expected productivity will increase conveyances thereby increasing the feed rate crusher.

Keywords : Crusher, feed rate, conveyance, cycle time

I. PENDAHULUAN

Latar belakang

Quarry Department adalah departemen yang bertanggung jawab dalam penyediaan raw material untuk proses pembuatan clinker di pabrik semen PT. Holcim Indonesia, Tbk. Tahapan proses penambangan meliputi Stripping & Development (pembukaan lahan), Drilling (pemboran), Blasting (peledakan), Loading (pemuatan), Hauling (pengangkutan), Dumping (penumpahan), dan Crushing (penghancuran). Setelah melalui tahapan-tahapan penambangan material akan disimpan di stockpile atau storage sebagai tempat penyimpanan sementara. Material dari stockpile akan masuk ke proses selanjutnya yaitu Raw Mill.



Gambar 1. Pelaksanaan pembangan limestone

Dalam proses penambangan tidak terlepas dari adanya unit alat berat. Tersedianya alat berat yang cukup akan menunjang proses penambangan. Unit alat berat yang ada di Quarry Narogong PT. Holcim Indonesia, Tbk yaitu Track Drill (TD), Dozer (DZ), Excavator, Motor Grader (MG), Wheel Loader (WL), dan Dump Truck (DT). PT. Holcim Indonesia, Tbk Quarry Narogong memiliki crusher limestone, crusher silica/iron sand, dan crusher shale. Untuk menyuplai material limestone di plant Narogong, Quarry Narogong mempunyai dua crusher limestone. Yaitu crusher Nar 1 untuk menyuplai material ke plant Narogong 1, dan crusher Nar 2 untuk menyuplai material ke plant Narogong 2. Tim Penyedia Bahan Mentah (PBM) atau tim operasional akan mengatur pembagian alat angkut yang akan crushing ke crusher Nar 1 dan crusher Nar 2. Yang menunjang suplai material ke crusher yaitu WL sebagai alat muat dan DT sebagai alat angkut. Cycle time (CT) alat angkut sangat mempengaruhi suplai material di crusher. Semakin lama CT alat angkut, suplai material persatuan waktu ke crusher semakin berkurang. Jarak loading point dengan crusher yang jauh menyebabkan CT alat angkut akan lebih lama, sehingga menurunkan produktifitas alat angkut dan crusher.

Dalam satu hari di Quarry Narogong tim PBM atau operasional dibagi menjadi dua shift, yaitu shift pagi mulai pukul 08.00-16.00 WIB dan shift sore mulai pukul 16.00-24.00 WIB dengan sistem crushing dua crusher bersamaan. Target feed rate dalam satu shift 950 ton/jam untuk crusher Nar 1 dan 1500 ton/jam untuk crusher Nar 2. Target tersebut harus tercapai untuk menyuplai kebutuhan material ke proses selanjutnya. Saat crushing dua crusher bersamaan sering tidak tercapai feed rate yang sudah ditargetkan. Karena peranannya yang penting dalam proses produksi maka dilakukan studi kasus ini dalam tugas akhir.

Tujuan dari tugas akhir ini adalah memberikan masukan atau rekomendasi kepada penanggung jawab PBM atau operasional untuk meningkatkan kinerja alat angkut agar lebih efektif dan efisien.

II. METODE PELAKSANAAN

2.1 Studi Lapangan

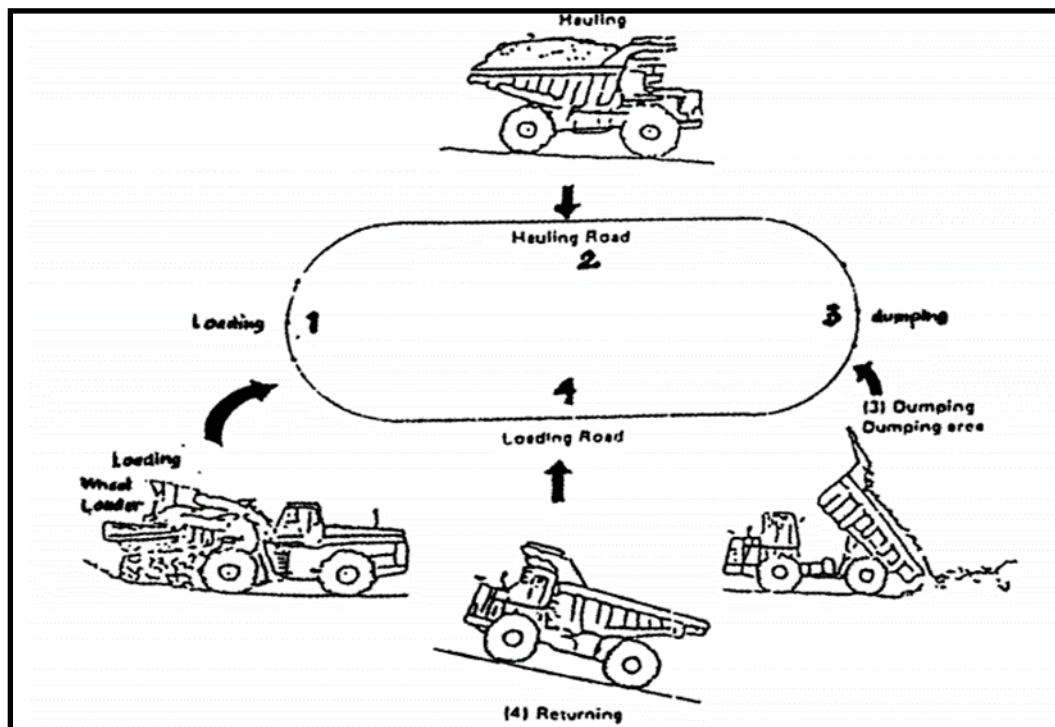
Melakukan pengamatan secara langsung terhadap pengoperasian alat angkut berdasarkan SOP (Standar Operasional Prosedur) pengoperasian alat angkut, mengamati kinerja operator alat angkut, dan mengamati perawatan jalan yang dilalui alat angkut sertaspesifikasi teknis jalan tambang.

2.2 Pengumpulan Data

Data primer

Data primer adalah data-data yang diambil langsung dari lapangan. Data yang diambil antara lain :

- Data waktu edar atau *cycle time* alat angkut, data ini untuk melakukan perhitungan produktifitas alat angkut. Waktu edar alat angkut adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat angkut untuk berproduksi satu siklus. Data waktu edar alat angkut terdiri dari waktu pemuatan (detik), waktu *hauling* isi (detik), waktu tunggu sebelum *dumping* (detik), waktu manuver sebelum *dumping* (detik), waktudumping (detik), waktu *hauling* kosong (detik), waktu tunggu sebelum pemuatan (detik), waktu manuver sebelum pemuatan (detik).



Gambar 2. Alur waktu edar atau *cycle time* alat angkut

- Data waktu kerja, terdiri dari waktu kerja yang tersedia, waktu kerja efektif, dan waktu hambatan baik waktu *standby*, waktu *repair* dan ataupun waktu *maintenance*.

Data sekunder

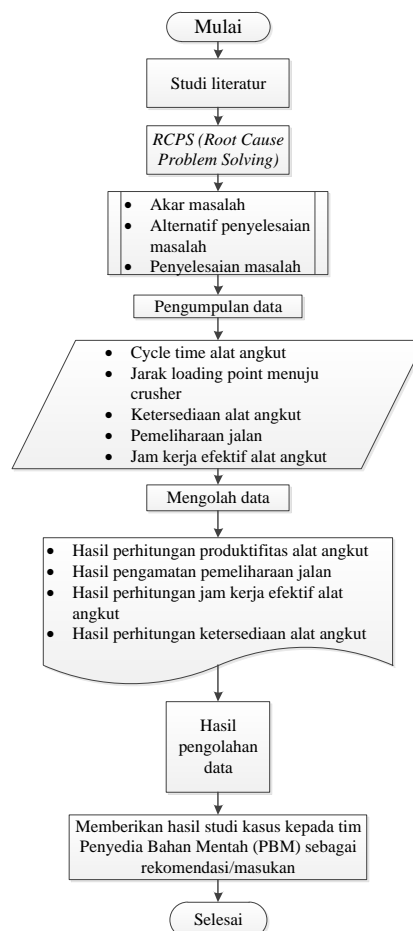
Data sekunder adalah data-data yang diambil baik dari arsip-arsip perusahaan maupun data dari penelitian yang pernah dilakukan. Data-data yang diambil antara lain :

- Data tipe atau spesifikasi alat muat dan alat angkut yang digunakan oleh tim operasional.
- Data jumlah alat muat dan alat angkut yang digunakan oleh tim operasional.
- Data jam kerja efektif alat angkut.
- Data ketersediaan waktu kerja alat angkut.
- Data RCPS (*Root Cause Problem Solving*) yang dilakukan tim *quarry* Narogong.
- Data jalan tambang yang tidak sesuai spesifikasi teknis (jalan tambang memutar).
- Hasil diskusi dengan pihak-pihak yang berkompeten (operator *crusher*, tim operasional, tim *planning*, dan tim *maintenance heavy equipment*).

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan berkas data RCPS akan didapatkan penyebab serta solusi penyelesaian masalah *feed rate crusher* dibawah target. Pengolahan waktu kerja akan didapatkan efisiensi kerja alat angkut. Pengolahan waktu edar alat angkut, efisiensi kerja alat angkut dan kondisi jalan yang dilalui oleh alat angkut akan menghitung produktifitas alat angkut. Pengolahan data tipe alat muat dan alat angkut yang digunakan akan didapatkan keselarasan kerja alat muat dengan alat angkut. Serta pengolahan data jumlah alat angkut yang digunakan tim operasional dapat menentukan ketersediaan alat angkut untuk *crushing* dua *crusher* secara bersamaan.

Untuk memudahkan peneliti dalam proses studi kasus ini dan pengolahan data maka dibuat diagram alir pelaksanaan studi kasus dalam tugas akhir.

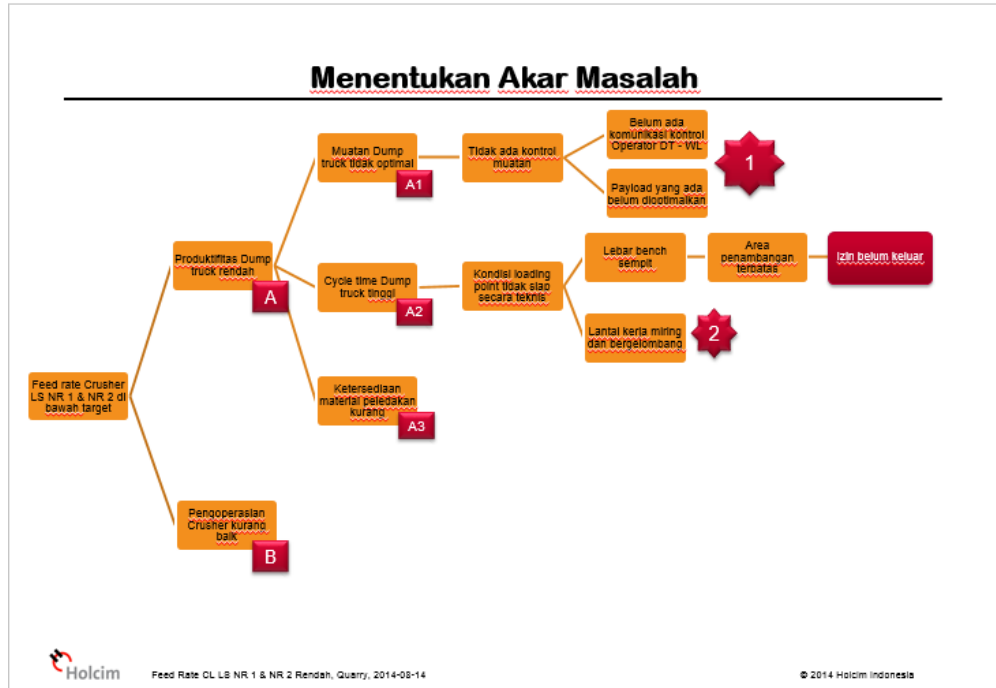


Gambar 3. Diagram alir pelaksanaan tugas akhir

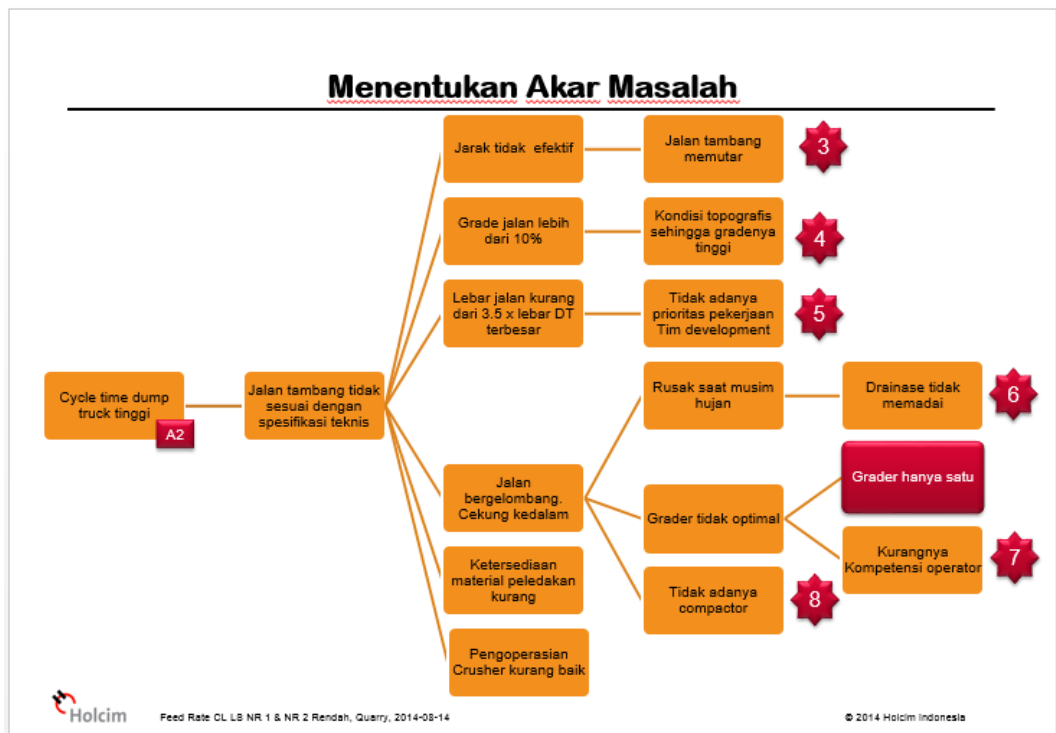
III.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 RCPS (Root Cause Problem Solving)

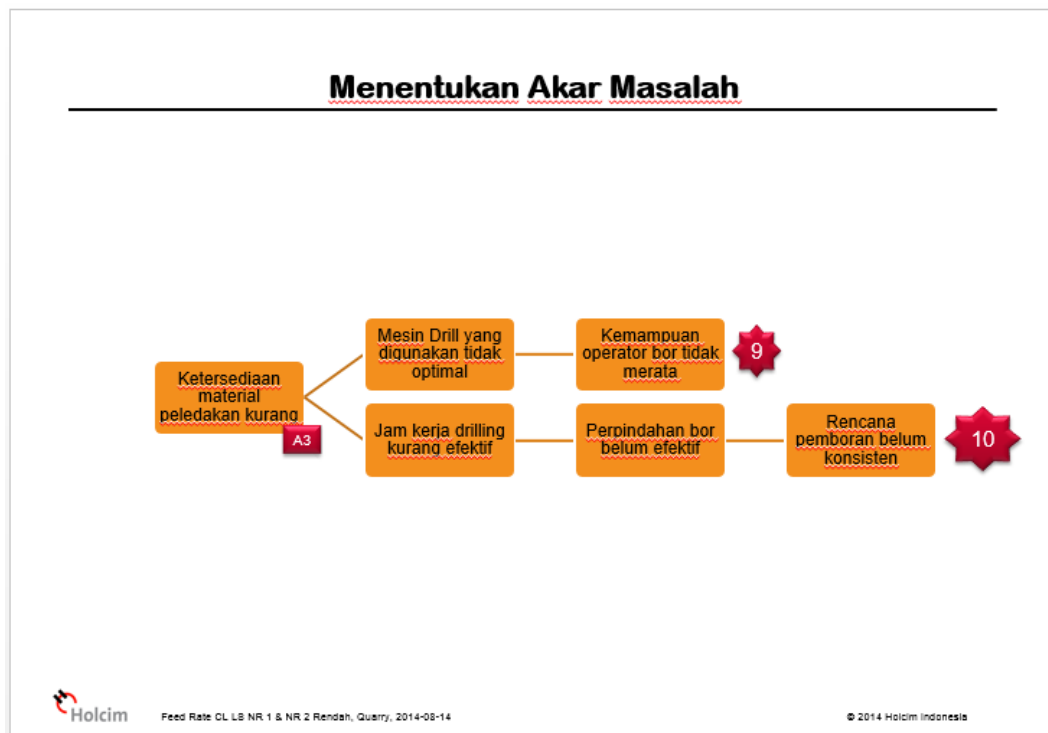
Berikut adalah data RCPS yang diambil dari berkas data RCPS yang telah dilakukan oleh timquarry untuk mengetahui penyebab feed rate crusher dibawah target serta solusi pemecahan masalahnya.



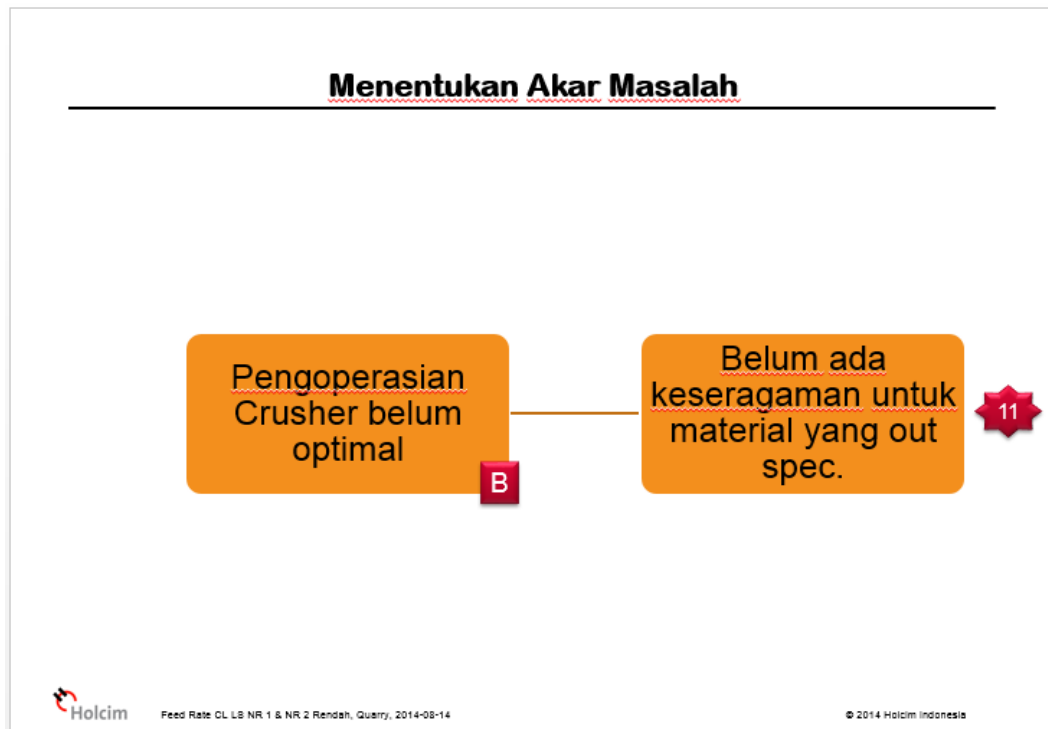
Gambar 4. Root Cause Problem Solving timquarry



Gambar 5. Root Cause Problem Solving timquarry



Gambar 6. Root Cause Problem Solving timquarry



Gambar 7. Root Cause Problem Solving timquarry

Pemecahan Masalah

NO	AKAR MASALAH	PEMECAHAN MASALAH	PIC	CATATAN
1	Belum ada komunikasi untuk mengontrol muatan oleh Operator WL dan DT Payload yang ada belum dioptimalkan fungsinya	<ul style="list-style-type: none"> Melakukan penyebaran lokasi terhadap DT yang menggunakan payload <u>kebeberapa loading point sehingga dapat sebagai referensi pengisian DT yang lainnya dan datanya disimpan di dalam form pemuatan DT</u> Download rutin report dari trakindo per bulan 	Team PBM	
2	Lantai kerja (permukaan) di Loading point kondisinya miring dan bergelombang	Membuat leveling untuk rencana kedalaman lubang bor	Team Drilling	
3	Jalan tambang memutar	Redesign jalan tambang	Team Planning dan Dev.	
4	Kondisi topografi Quarry Narogong sehingga gradenya tinggi	Memotong grade jalan tersebut sehingga menjadi tidak terlalu tinggi. Area : Kamuning grade > 12 %	Team planning & dev.	
5	Tidak adanya prioritas pekerjaan Tim Development	<ul style="list-style-type: none"> Melibatkan PBM dalam pekerjaan development seperti penyiapan lahan bor, pembuatan konstruksi jalan. Membuat rencana pekerjaan dan prioritas pekerjaan 	Team PBM	
6	Drainase jalan tidak memadai	Membuat saluran drainase baru dan memperbaiki saluran drainase	Team Dev, Planning & Engineering	

Holcim Feed Rate CL LS NR 1 & NR 2 Rendah, Quarry, 2014-08-14 © 2014 Holcim Indonesia

Gambar 8. Root Cause Problem Solving timquarry

Pemecahan Masalah

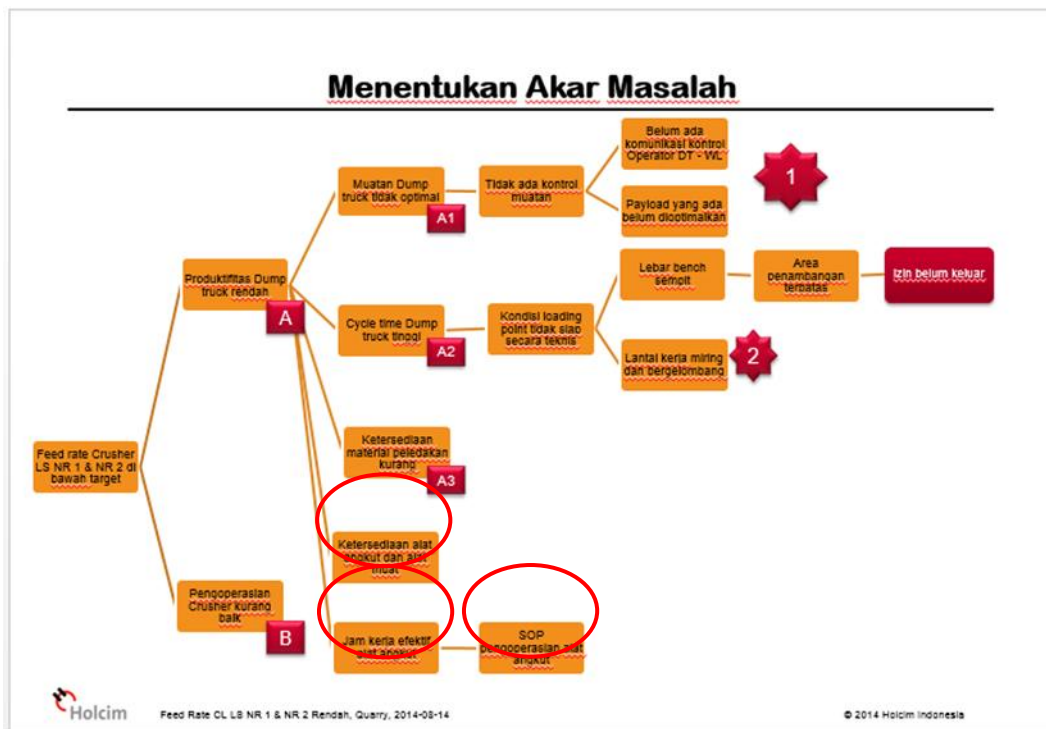
NO	AKAR MASALAH	PEMECAHAN MASALAH	PIC	CATATAN
7	Kurangnya kompetensi operator Grader	Training dan uji kompetensi Level 2 untuk operator Grader	HA dan Team Development	
8	Tidak adanya Compactor saat pembuatan jalan tambang yang baru	Sewa compactor dan membuat planning untuk program pekerjaan compactor	Team Planning & Engineering	
9	Kemampuan operator bor belum merata sehingga penggunaan mesin drill tidak optimal	Coaching by operator senior kepada yang lain	Team Drilling	
10	Rencana pemboran belum konsisten	Membuat rencana jangka pendek dengan melakukan meeting mingguan untuk menentukan lokasi pemboran selama seminggu kedepan	Team Planning & Team Drilling	
11	Belum ada keseragaman SOP dalam menangani material out spec seperti material campur tanah, material lengket, dsb	Membuat sharing session dari semua operator crusher dan mekanik crusher kemudian menerapkannya dalam SOP	Tim Operasional dan Maintenance Crusher	

Holcim Feed Rate CL LS NR 1 & NR 2 Rendah, Quarry, 2014-08-14 © 2014 Holcim Indonesia

Gambar 9. Root Cause Problem Solving timquarry

Dari data RCPS yang sudah dilakukan, salah satu penyebab *feed rate crusher* dibawah target adalah produktifitas alat angkut yang rendah. Dengan permasalahan yang paling banyak muncul, sehingga perlu diprioritaskan pemecahan masalahnya. Setela dilakukan observasi pada data RCPS yang

sudah dilakukan masih ditemukan penyebab produksi alat angkut rendah, sehingga peneliti memasukkan masalah tersebut serta mencari solusi pemecahan masalahnya.



Gambar 10. Root Cause Problem Solving hasil observasi

Setelah observasi dilakukan dan menemukan masalah yang lain muncul yaitu ketersediaan alat angkut, serta jam kerja efektif alat angkut rendah. Maka solusi pemecahan masalahnya adalah rekalkulasi kebutuhan alat angkut untuk crushing dua crusher dan menekankan kepada operator alat angkut untuk menerapkan SOP pengoperasian alat angkut dilaksanakan lebih baik.

3.2 SOP (Standar Operasional Prosedur) Operasional

Berdasarkan hasil diskusi dengan tim operasional, SOP pengoperasian alat angkut pada shift pagi adalah sebagai berikut :

Tabel 1. SOP pengoperasian alat angkut

Jam (WIB)	Keterangan
08.00 – 08.10	Semua SI dan Leader meeting pagi menyampaikan hasil operasional hari sebelumnya
08.00 – 08.20	Leader PBM meeting dengan tim operasional untuk kegiatan operasional
08.30	Alat angkut mulai <i>crushing</i> di <i>crusher</i>
11.30	Istirahat
13.00	Mulai <i>crushing</i> setelah istirahat
15.30	Selesai <i>crushing</i>

Berdasarkan hasil pengamatan secara langsung alat angkut mulai *crushing* jam 08.48 WIB, alat angkut mulai turun untuk istirahat jam 11.22 WIB, mulai *crushing* setelah istirahat jam 13.15 WIB, dan selesai *crushing* jam 15.22 WIB.

3.3 Waktu Kerja Efektif Alat Angkut

Dari SOP yang dibuat waktu kerja efektif alat angkut adalah 5 jam 30 menit per *shift* pagi. Berdasarkan hasil pengamatan waktu kerja efektif alat angkut 4 jam 41 menit per *shift* pagi. Sehingga pada *shift* pagi terdapat perbedaan 49 menit waktu kerja efektif alat angkut. Dalam satu *shift* tersedia 8 jam kerja dengan istirahat 1 jam jadi waktu yang tersedia adalah 7 jam kerja. Dari data tersebut dapat dihitung efisiensi kerja alat angkut dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{efisiensi kerja} = \frac{\text{waktu kerja efektif}}{\text{ketersediaan waktu kerja}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{efisiensi kerja} = \frac{5.5 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$\text{efisiensi kerja} = 78\%$$

Jadi efisiensi kerja berdasarkan SOP yang dibuat adalah sebesar 78%. Namun pada kenyataan berdasarkan pengamatan adalah sebagai berikut :

$$\text{efisiensi kerja} = \frac{\text{waktu kerja efektif}}{\text{ketersediaan waktu kerja}} \times 100\%$$

$$\text{efisiensi kerja} = \frac{4.7 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$\text{efisiensi kerja} = 67\%$$

Jadi efisiensi kerja pada aktualnya adalah sebesar 67%.

Untuk meningkatkan waktu kerja efektif alat angkut dapat dilakukan metode antara lain :

- Saat semua SI dan leader meeting pagi operator alat angkut dapat melakukan pengecekan kondisi alat angkut dan memanaskan mesin, sehingga selesai meeting dengan leader PBM bisa langsung berangkat ke lokasi pemuatan.
- Diarea *crusher* dipasang jam agar operator alat angkut istirahat dan selesai *crushing* sesuai dengan SOP yang dibuat.
- Menekankan kepada operator alat angkut untuk mengoperasikan alat angkut sesuai SOP pengoperasian alat angkut.

3.4 Jumlah dan Jenis Peralatan Tambang *Development* dan Operasional *Quarry* Narogong

Tabel 2. Jumlah alat *development* dan operasional

No.	Jenis alat	Tipe	Kapasitas	Jumlah	Keterangan
1.	Dump Truck	777 D	85 ton	5 unit	Operasional pengangkutan dan <i>development</i>
		773 D	45 ton	2 unit	
		773 D/E	45 ton	6 unit	
2.	Buldozer	D 10 R	-	2 unit	<i>Development</i>
3.	Back Hoe	Cat 379	3 m ³	1 unit	<i>Development</i>
4.	Buldozer	D 8 N	-	1 unit	Operasional
5.	Wheel Loader	992 K	11.5 m ³	2 unit	Operasional pemuatan
		990 H	9.2 m ³	2 unit	
6.	Surface Miner	Writgen 2200	235 ton/jam	1 unit	Operasional
7.	Dump Truck	Hino	25 ton	4 unit	Operasional pengangkutan

Berdasarkan tabel 1 terdapat dua tipe alat muat yang digunakan yaitu 992 K dan 990 H dengan kapasitas yang berbeda. Begitu juga dengan alat angkut terdapat dua tipe yang digunakan yaitu 777 dan 773 dengan kapasitas yang berbeda juga. Untuk keselarasan kerja alat muat dengan alat angkut maka alat muat tipe 992 K dipasangkan dengan alat angkut tipe 777, sedangkan alat muat tipe 990 H dipasangkan dengan alat angkut 773. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan masih ada ketidakselarasan alat muat dengan alat angkut sehingga kerja alat muat ataupun alat angkut kurang efektif dan efisien, karena dapat menyebabkan antrian alat angkut diarea pemuatan (*loading point*) ataupun diarea *crusher* sehingga waktu edar alat angkut tinggi. Alat angkut yang digunakan untuk

operasional sebanyak 10 unit yaitu 5 unit tipe 777 dan 5 unit tipe 773 untuk *crushing* dua *crusher* bersamaan.

3.5 Waktu Edar Alat Angkut

Data waktu edar alat angkut terdiri dari waktu pemuatan (detik), waktu hauling isi (detik), waktu tunggu sebelum dumping (detik), waktu manuver sebelum dumping (detik), waktu dumping (detik), waktu hauling kosong (detik), waktu tunggu sebelum pemuatan (detik), waktu manuver sebelum pemuatan (detik). Waktu edar alat angkut yang dihitung adalah alat angkut tipe 773 dan tipe 777.

Tabel 3. Waktu edar alat angkut ke Nar 1

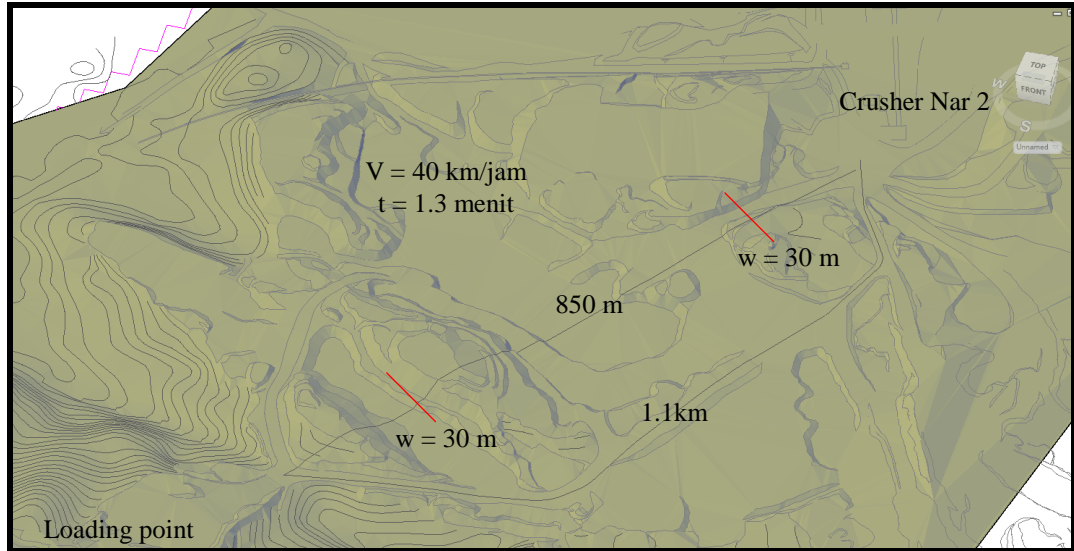
DT	Waktu pemuatan (detik)	Waktu hauling isi (detik)	Waktu tunggu sebelum dumping (detik)	Waktu manuver sebelum dumping (detik)	Waktu dumping (detik)	Waktu hauling kosong (detik)	Waktu tunggu sebelum pemuatan (detik)	Waktu manuver sebelum pemuatan (detik)	Total waktu edar (menit)
777	313	193	290	22	251	326	41	24	23.3
777	268	421	337	30	117	256	35	18	24.7
777	360	359	785	14	941	344	0	24	47.1
777	280	374	816	35	297	363	0	16	36.4
773	213	387	1223	32	27	392	0	21	38.3
773	63	338	1208	35	33	398	0	32	35.1
773	68	383	361	28	26	332	0	26	20.4
773	73	443	886	31	166	423	0	24	34.1
								Rata-rata	32.4

Tabel 4. Waktu edar alat angkut ke Nar 2

DT	Waktu pemuatan (detik)	Waktu hauling isi (detik)	Waktu tunggu sebelum dumping (detik)	Waktu manuver sebelum dumping (detik)	Waktu dumping (detik)	Waktu hauling kosong (detik)	Waktu tunggu sebelum pemuatan (detik)	Waktu manuver sebelum pemuatan (detik)	Total waktu edar (menit)
777	105	263	87	24	38	271	36	22	14.1
777	135	288	58	27	40	261	41	26	14.6
777	161	291	109	25	38	281	135	30	17.8
777	159	304	386	21	40	252	39	30	20.5
773	107	258	39	22	25	279	50	37	13.6
773	119	243	0	23	28	263	27	20	12.1
773	112	299	42	24	27	282	0	35	13.7
773	155	286	75	27	28	245	110	24	15.8
								Rata-rata	15.3

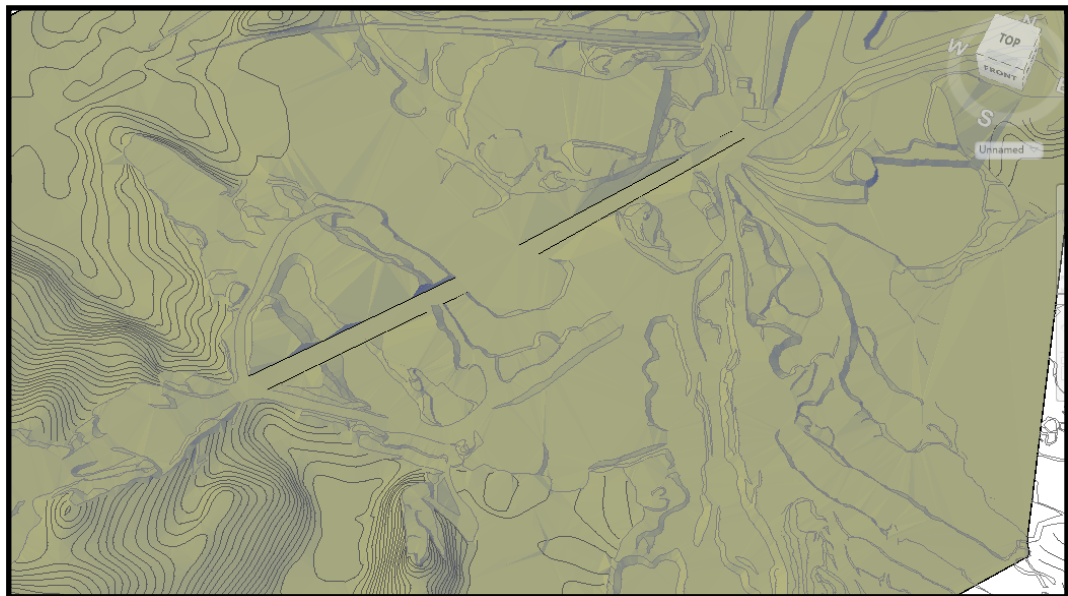
3.6 Jalan Tambang Yang Memutar

Waktu edar alat angkut yang tinggi salah satu penyebabnya karena jalan tambang yang memutar sehingga waktu tempuhnya lama. Setelah dilakukan pengamatan untuk memperpendek waktu tempuh alat angkut solusinya adalah memendekkan jarak *crusher* menuju *loading point* dengan cara pembuatan jalan baru.



Gambar 11. Rencana pembuatan jalan baru

Rencana pembuatan jalan baru ini jika direalisasikan akan memangkas jarak yang awalnya 1.1 km menjadi 850 m. Sehingga dengan kecepatan alat angkut 40 km/jam (batas kecepatan maksimum di area *quarry*) dapat ditempuh dalam waktu 1.3 menit. Dengan lebar jalan 30 meter untuk jalur dua arah jalan yang dilalui oleh alat angkut.



Gambar 12. Rencana jalan baru

3.7 Produktifitas Alat Angkut

Untuk memenuhi target *feed rate crusher* harus mengetahui produktifitas alat angkut yang menyuplai material ke *crusher*. Produktifitas alat angkut dapat dihitung menggunakan rumus seperti berikut :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} \quad (2)$$

Q = produksi per jam (ton/jam)
q = produksi per siklus (ton)

- E = efisiensi kerja
- CT = waktu edar (menit)
- 60 = konversi jam ke menit

Jumlah pengisian bak bucket berdasarkan pengamatan adalah 3 untuk tipe alat angkut 773 dengan pasangan alat muat 990 H. Sedangkan jumlah pengisian bak bucket untuk tipe alat angkut 777 dengan pasangan alat muat 992 K adalah 5.

Tipe 773 ke Nar 1

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

$$Q = \frac{45 \text{ ton} \times 60 \times 67\%}{32.4 \text{ menit}}$$

$$Q = 55.83 \text{ bcm/jam} \times 1.65 \text{ (density material)}$$

$$Q = 92.12 \text{ ton/jam}$$

Tipe 777 ke Nar 1

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

$$Q = \frac{85 \text{ ton} \times 60 \times 67\%}{32.4}$$

$$Q = 105.45 \text{ bcm/jam} \times 1.65 \text{ (density material)}$$

$$Q = 173.99 \text{ ton/jam}$$

Jadi produktifitas alat angkut ke *crusher* Nar 1 adalah 266.11 ton/jam.

Tipe 773 ke Nar 2

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

$$Q = \frac{45 \text{ ton} \times 60 \times 67\%}{15.3 \text{ menit}}$$

$$Q = 118.24 \text{ bcm/jam} \times 1.65 \text{ (density material)}$$

$$Q = 196 \text{ ton/jam}$$

Tipe 777 ke Nar 2

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

$$Q = \frac{85 \text{ ton} \times 60 \times 67\%}{15.3}$$

$$Q = 223.33 \text{ bcm/jam} \times 1.65 \text{ (density material)}$$

$$Q = 368.49 \text{ ton/jam}$$

Jadi produktifitas alat angkut ke *crusher* Nar 2 adalah 564.49 ton/jam.

3.8 Ketersediaan Alat Angkut

Dengan target yang sudah ditetapkan dan produktifitas alat angkut telah diketahui maka kebutuhan alat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{Tp}{Pa} \tag{3}$$

Dimana :

- N = jumlah alat yang dibutuhkan
- Tp = target produksi yang akan dicapai (ton/jam)
- Pa = produksi alat angkut (ton/jam)

Crusher Nar 1

$$N = \frac{950 \text{ ton/jam}}{92.12 \text{ ton/jam}}$$

$$N = 10.31$$

Jadi untuk mencapai target *feed rate crusher* Nar 1 sebesar 950 ton/jam dibutuhkan alat angkut sebanyak 10 unit dengan perhitungan menggunakan alat angkut dengan kapasitas 45 ton.

$$\text{Crusher Nar 2} \\ N = \frac{1500 \text{ ton/jam}}{196 \text{ ton/jam}}$$

$$N = 7.65$$

Jadi untuk mencapai target *feed rate crusher* Nar 2 sebesar 1500 ton/jam diburuhkan alat angkut sebanyak 8 unit dengan perhitungan menggunakan alat angkut dengan kapasitas 45 ton.

3.9 Evaluasi Sistem Dua *Shift* dengan *Crushing* Dua *Crusher* Bersamaan

Dengan jumlah alat angkut yang digunakan oleh tim operasional berjumlah 10 unit, dengan perhitungan kebutuhan alat angkut yang sudah dilakukan yaitu 18 unit dengan rincian 10 unit untuk Nar 1 dan 8 unit untuk Nar 2, maka sistem *crushing* dua *crusher* bersamaan kurang efektif karena keterbatasan alat angkut. Untuk itu direkomendasikan *crushing* satu *crusher* secara bergantian dengan sistem tiga *shift* karena jumlah alat angkut mencukupi untuk *crushing* satu *crusher* secara bergantian.

IV. KESIMPULAN

Untuk meningkatkan produktifitas alat angkut sehingga *feed rate crusher* meningkat dan bias mencapai target dapat dilakukan antara lain :

- Memperpendek waktu tempuh alat angkut dengan memendekkan jarak *crusher* menuju *loading point* dengan cara membuat jalan baru yang sesuai dengan spesifikasi teknis.
- Meningkatkan jam kerja efektif alat angkut dengan cara menerapkan SOP pengoperasian alat angkut dengan baik.
- Penerapan keselarasan pasangan alat muat dengan alat angkut yaitu alat muat dengan kapasitas besar mengisi alat angkut yang kapasitasnya besar, sedangkan alat muat yang kapasitasnya kecil mengisi alat angkut yang kapasitasnya kecil.
- Melakukan rekalkulasi kebutuhan alat angkut untuk *crushing* dua *crusher* bersamaan.
- Mengubah sistem dua *shift* dengan *crushing* bersamaan menjadi sistem tiga *shift* dengan *crushing* bergantian (*single crusher*).

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Subhan. Hariz, Sudarmono. Djuki, Syarifudin, "ANALISA KEMAMPUAN KERJA ALAT ANGKUT UNTUK MENCAPI TARGET PRODUKSI *OVERBURDEN* 240.000 BCM PERBULAN DI *SITE PROJECT* DARMO PT. ULIMA NITRA TANJUNG ENIM SUMATRA SELATAN", Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, 2013.
- [2] Sundari. Woro, "OPTIMALISASI KERJA ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI NIKEL STUDI KASUS PADA PT. TIMAH EKSPLOIMIN DESA BALIARA KECAMATAN KABAENA BARAT KABUPATEN BOMBANA PROVINSI SULAWESI TENGGARA", Seminar Nasional Sains dan Teknik 2012 (SAINSTEK 2012), Kupang, 13 Nopember 2012.
- [3] Hasan. Harjuni, "PENGUNAAN "RIPPER" DALAM MEMBANTU EXCAVATOR BACK HOE PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* TANPA PELEDAKAN (Blasting) PADA TAMBANG BATUBARA SKALA KECIL", Jurnal "APLIKA" Volume 8 Nomor 1, Pebruari 2008.
- [4] Nurhakim, "Buku Panduan KULIAH LAPANGAN II Edisi ke-2", Program Studi Teknik Lapangan – FT Unlam, NHK-8401@Unlam.Bjb©2003-2004.

Meningkatkan performa sistem purging bag filter

Andika Firda Noya¹, Seto Tjahyono²

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen
2. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
anoya0815@gmail.com

Abstrak

Dalam proses pembuatan semen, dibutuhkan alat pemisah debu/material halus yang bercampur dengan udara agar tidak menimbulkan polusi bagi daerah sekitar, disebut *dust collector*; salah satunya adalah *bag filter*. Penumpukan material halus pada *filter bag* disebut *dust cake*. *Differential pressure* merupakan perbedaan tekanan antara *inlet* dan *outlet* (*bag filter*). Pengaturan *cleaning sequence* dan *off time* (*frequency of pulse jet cleaning*) yang tidak sesuai membuat *dust cake* pada *filter bag* sehingga proses *cleaning* terganggu dan meningkatkan *differential pressure*. *Setting* waktu *off time* yang sekarang adalah 22.5 detik, urutan *cleaning* 1-2-3-4-5-6-7-8 dan *differential pressure* tertinggi 198,083 mmH₂O.

Solusi yang direkomendasikan adalah mengganti *controller*-nya, dimana *controller* yang sekarang adalah *redecam* dengan *setting off time* tercepat 22.5 detik diganti dengan *goyen timer controller* dengan *setting off time* 5-180 detik dan *on time* 35-350 milidetik. Dan *cleaning sequence* yang direkomendasikan 1-4-7-2-5-8-3-6.

Hasil tugas akhir adalah sebuah *controller* dengan pengaturan waktu *off time* 7 detik, *on time* 100 milidetik, *cleaning sequence* 1-4-7-2-5-8-3-6 dan penurunan *differential pressure* dari 198,083 mmH₂O menjadi < 100 mmH₂O.

Kata Kunci: *Dust collector*; *bag filter*; *differential pressure*; *cleaning*.

Abstract

Meningkatkan Performa Sistem Purging Bag Filter. At cement production, a de-dusting equipment is needed, called dust collector, one of it is bag filter. It filters fine dust and air. Dust formation on filter bag is known as dust cake. Differential pressure is difference inlet and outlet pressure of bag filter. Incorrect setting in cleaning sequence and off time (frequency of pulse jet cleaning) can make dust cake, disturbing the cleaning process and makes differential pressure higher. The currently setting off time 22.5 s, cleaning sequence 1-2-3-4-5-6-7-8 and the highest differential pressure 198,083 mmH₂O.

The recommendation is changing the controller, from redecam with the fastest setting time 22.5 s to goyen timer controller with range setting time 5-180 s and on time 35-350 ms. And recommended cleaning sequence 1-4-7-2-5-8-3-6.

The result is a controller with setting off time 7 s, on time 100 ms and cleaning sequence 1-4-7-2-5-8-3-6. Decrease differential pressure from 198,083 mmH₂O to < 100 mmH₂O.

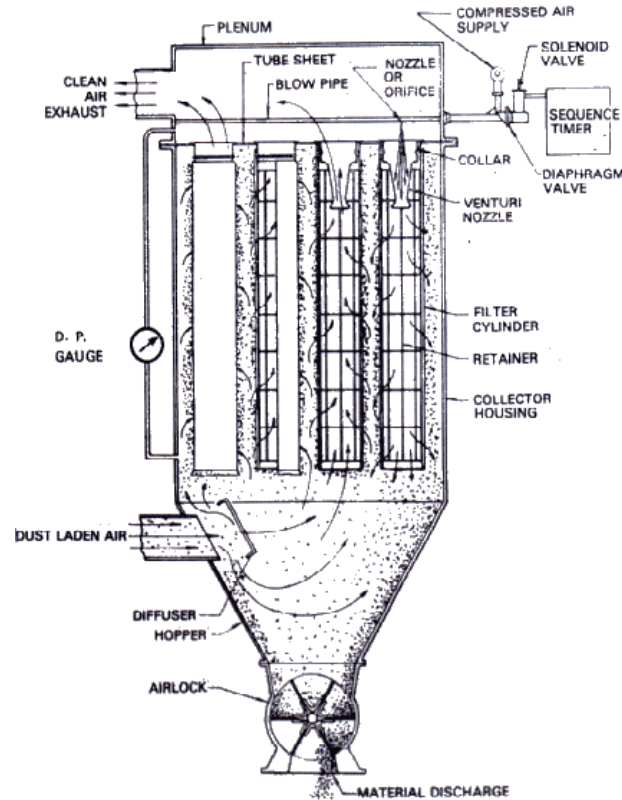
Keywords: Dust collector, bag filter, differential pressure, cleaning.

I. PENDAHULUAN

Dalam proses produksi semen, dibutuhkan pengumpul/penyaring debu agar tidak menyebabkan polusi bagi daerah sekitar, disebut *dust collector*. Salah satu jenis dari *dust collector* adalah *bag filter*. *Bag filter* adalah penyaring berbentuk tabung dengan *automatic cleaning device*. *Bag filter* dengan HAC (Holcim Asset Code) 563-BF1 berlokasi di peng-*grinding*-an akhir. 563-BF1 terdiri dari 1 kompartemen dengan jumlah *filter bag* 80. Penumpukan material halus pada *filter bag* disebut *dust cake*. Pengaturan *cleaning sequence* dan *off time* (*frequency of pulse jet cleaning*) yang tidak sesuai dapat meningkatkan pembentukan *dust cake* pada *filter bag* sehingga proses *cleaning* terganggu dan meningkatkan *differential pressure*. *Differential pressure* adalah perbedaan tekanan antara *inlet* dan *outlet bag filter*. Penulis bertujuan untuk meningkatkan performa *sistem purging bag filter* 563-BF2 sehingga *differential pressure* menurun.

II. TEORI

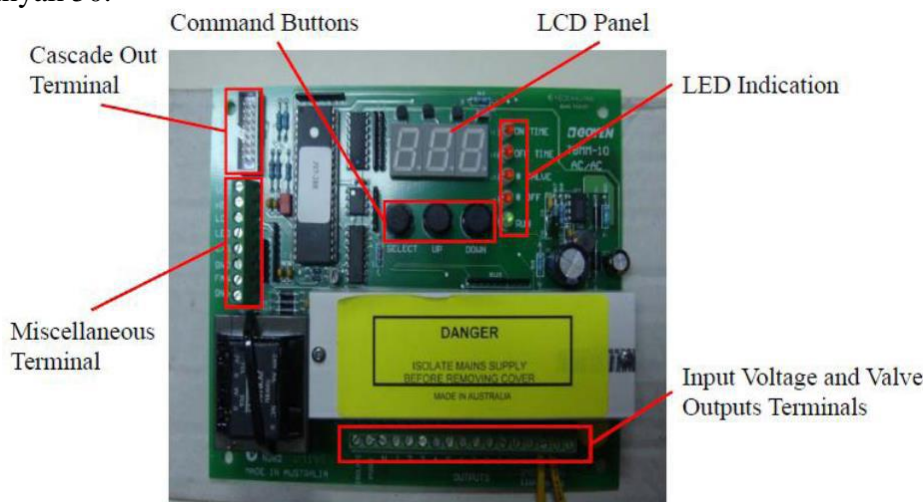
Bag filter terdiri dari tiga bagian yaitu *cleaner air plenum* (dibagian atas), *filtration housing* yang terdiri dari *filter bags* (dibagian tengah) dan *dust storage hopper* (dibagian bawah). *Filter bags* ditopang oleh *tube sheet* yang memisahkan antara *filtration housing* dan *plenum*.



Gambar 1. Bag Filter

Udara yang bercampur dengan material halus masuk melalui *inlet bag filter* karena tarikan dari *fan*. Udara tersebut kemudian mengalir ke *filter bags*, dimana *fine dust* akan menempel dibagian luar *filter bags* (*filtering*). Kemudian udara bersih mengalir menuju *plenum* dan keluar melalui *outlet duct bag filter*. Sedangkan *fine dust* yang menempel pada *filter bags* dibersihkan dengan udara bertekanan (*cleaning*), sehingga *fine dust* jatuh ke bagian bawah *bag filter* kemudian kembali ke proses.

Control timer goyen merupakan *device* yang berfungsi untuk mengatur *pulse time* dan *pulse sequence* pada sistem *cleaning bag filter*. *Goyen* dapat mengontrol 10 *solenoid valves*. Apabila *valve* yang dikontrol lebih dari 10, kita bisa menambahkan *TBMS-10 slave*. Terdapat 4 *slaves* dan masing-masing *slave* dapat mengontrol 10 *solenoid valves*. Sehingga *solenoid valves* yang dapat dikontrol sebanyak 50.

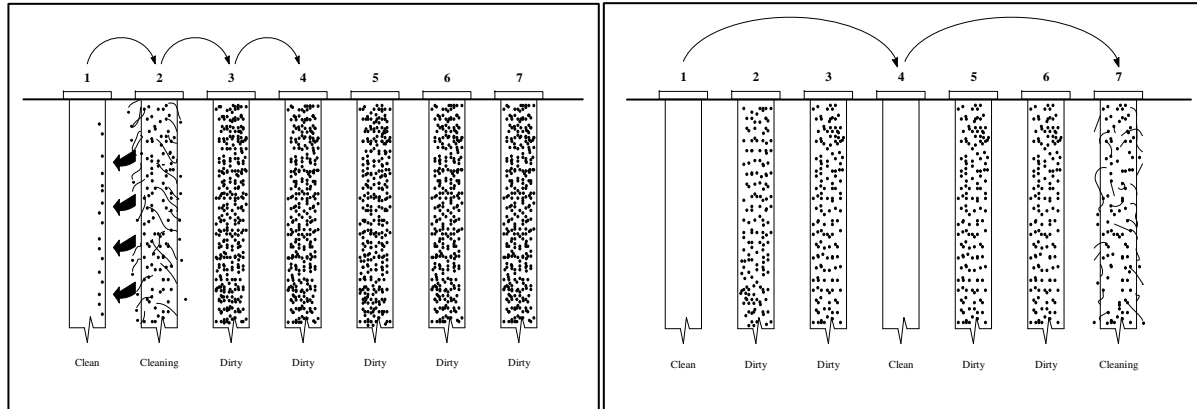


Gambar 1. Control Timer Goyen

III. EKSPERIMEN

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

1. Merubah urutan purging bag filter dari 1-2-3-4-5-6-7-8 menjadi 1-4-7-2-5-8-3-6 pada pulse controller.



Gambar 3. Cleaning sequence sekarang Gambar 3.2 Cleaning sequence yang direkomendasikan

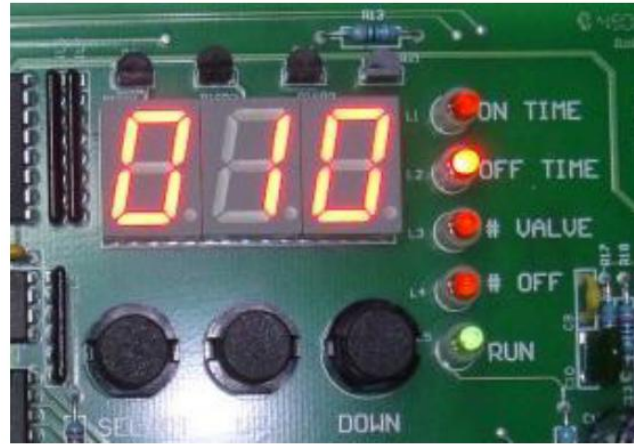
2. Mengatur durasi on-time menjadi 0.1 detik pada pulse controller.



Gambar 4. Pengaturan waktu on-time

- Masukan security code
- Tekan tombol select, hingga lampu on-time menyala. Atur, Up untuk menambah dan Down untuk mengurangi waktu on-time.
- Atur waktu on-time hingga display menunjukkan angka 100 (ms).

3. Merubah waktu off-time pada pulse controller.

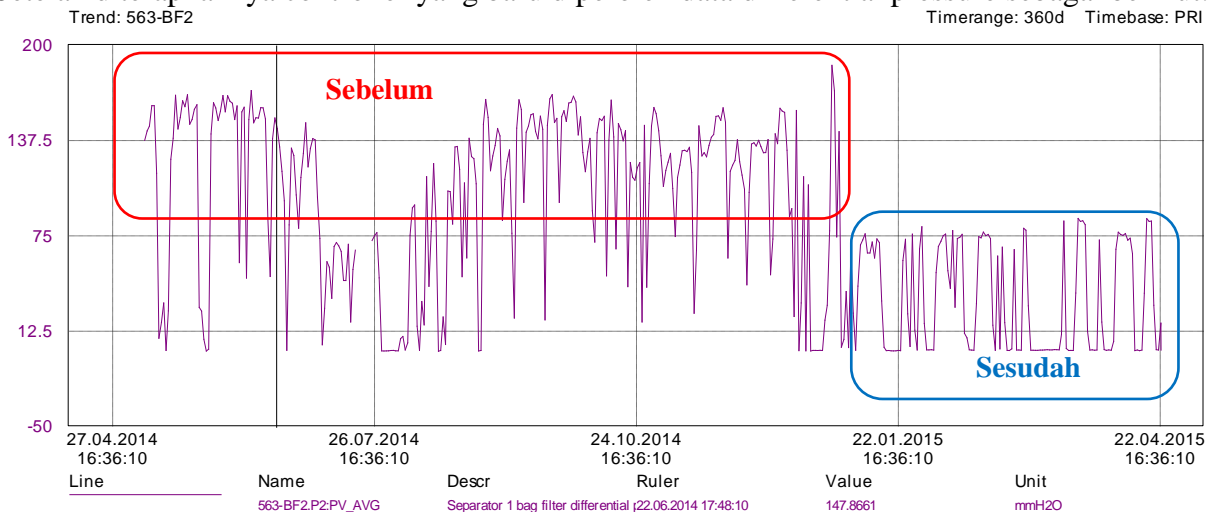


Gambar 5. Pengaturan waktu off-time

- Masukkan security code
 - Tekan tombol select, hingga lampu off-time menyala. Atur, Up untuk menambah dan Down untuk mengurangi waktu off-time.
 - Atur waktu off-time dari 20, 18, 15, 12, 10, dan 7 detik. Masing-masing pengaturan di ambil datanya perhari.
4. Monitoring data dari TIS (Technical Information System)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah diterapkannya controller yang baru diperoleh data differential pressure sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik differential pressure selama satu tahun

Grafik di atas menunjukkan *differential pressure bag filter 563-BF2* selama satu tahun dengan nilai *differential pressure* tertinggi sebelum pengoptimalan adalah 198,083 mmH₂O menurun menjadi kurang dari 100 mmH₂O. Pengaturan urutan *purging bag filter* dapat mengurangi penempelan kembali *fine dust* pada *filter bag*, sehingga pembentukan *dust cake* menurun. Menurunnya pembentukan *dust cake* mempermudah aliran udara mengalir pada saat proses penyaringan serta mempermudah rontoknya *fine dust* pada *filter bag* pada saat proses pembersihan (*cleaning*).

V. KESIMPULAN

- a. Waktu off-time yang lama menyebabkan pembentukan dust cake pada filter bag. Dust cake pada filter bag aliran udara terhambat dan meningkatkan differential pressure.
- b. Penerapan urutan purging yang direkomendasikan terbukti dapat menurunkan differential pressure.

c. Differential pressure menurun hingga 50 %.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] De Luca, Arnaud. "Bag Filter", Volume 5: 101-117; 2007.
- [2] Goyen. "Technical Spesification Guide". 27 Desember 2014. <http://www.goyen.co.kr>
- [3] Thomas, Richer & Jan C, Kaminsky. Transport and Dust Collecting Manual, Version 1.06. Holcim Group Support Ltd. 2006
- [4] Fuller. "Dust Collectors Manual", 1996.
- [5] TIS. Technical Information System. 2014. <http://hc-cc-tis-srv/km/>. Inlet and differential pressure bag filter. PT. Holcim Indonesia Tbk. Cilacap.
- [6] TIS. Technical Information System. 2015. <http://hc-cc-tis-srv/km/>. Inlet and differential pressure bag filter. PT. Holcim Indonesia Tbk. Cilacap.
- [7] Redecam. "Operating and maintenance directions", 2003.

Studi kasus penyebab kontaminasi semen jenis oil well cement di area cement silo finish mill narogong 1

Arfani Abdullah¹; Djedjen Ahmad²; Bambang Okinanto³; Nehru Siregar⁴

1. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta Konsentrasi Rekayasa Industri Semen

2. Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

3. Shift Superintendent, Departemen Produksi Finish Mill NAR 1, PT. Holcim Indonesia Tbk.

4. Plant Patroller, Departemen Produksi Finish Mill NAR 1, PT. Holcim Indonesia Tbk.

arfaniabdullah@gmail.com1, djedjen@gmail.com2, bambang.okinanto@holcim.com3, nehru.siregar@holcim.com4

Abstrak

Kontaminasi pada setiap jenis semen berbeda-beda, tergantung dari fungsi semen tersebut, dan spesifikasi dalam pemakaiannya. Pada *oil well cement* (OWC), kadar Trikalسيوم Aluminat (C3A) dibatasi jumlahnya berdasarkan standar API (*American Petroleum Institute*) untuk jenis semen OWC kelas G adalah maksimal 3%. Dalam pengujian laboratorium PT. Holcim Indonesia pada tanggal 11 Januari 2014 kadar C3A yang terdapat pada semen OWC yang disimpan di dalam *bin* sebanyak 6.9%. Kadar C3A yang berlebihan dapat menyebabkan semen tersebut cepat mengalami pengikatan (*setting*). Berdasarkan penggunaannya, semen OWC membutuhkan waktu pengikatan yang lama karena digunakan sebagai *casing* dari sumur minyak. Kadar C3A yang tinggi dapat disebabkan dari bahan baku (*raw material*), proses pembakaran, dan proses pencampuran. Dari hasil penelitian yang dilakukan pada periode 2013-2015 ternyata kadar C3A yang tinggi dapat juga disebabkan oleh *human factor* dan kondisi alat *cement transport*. Contoh *human factor* seperti prosedur penutupan *manual slide gate* dan pengoperasian alat *cement transport*. Setelah dilakukan perbaikan pada peralatan dan prosedur kerja, kadar C3A dalam semen OWC dapat diturunkan dari 6.9% menjadi dibawah 3% pada tahun 2015.

Kata kunci: *Oil well cement*, Trikalسيوم aluminat, *Human factor*, *Cement transport*

Abstract

Contamination on any type of cement is vary, depending on the function of the cement, and specifications in use. In oil well cement (OWC), the levels of Tricalcium aluminate (C3A) is limited to 3% for OWC type G based on the API (American Petroleum Institute) standard. In laboratory testing of PT. Holcim Indonesia on January 11, 2014 C3A content in OWC cement that stored in the bin is 6.9%. Excessive C3A levels can cause the cement rapidly binding (setting time). High levels of C3A may caused from raw materials (raw materials), the burning process, and the process of mixing. From the results of research conducted in the period of 2013-2015, high C3A content is caused by human factor and condition of the cement transport equipment. Some examples of human factors such as closing procedures of the manual slide gate in cement transport and the operating procedures of the cement transport system. After the repairs on the equipment and procedures, C3A content in cement OWC can be reduced from 6.9% to below 3% in the year of 2015.

Keywords: Oil well cement, Tricalcium aluminate, Human factor, Cement transport

I. PENDAHULUAN

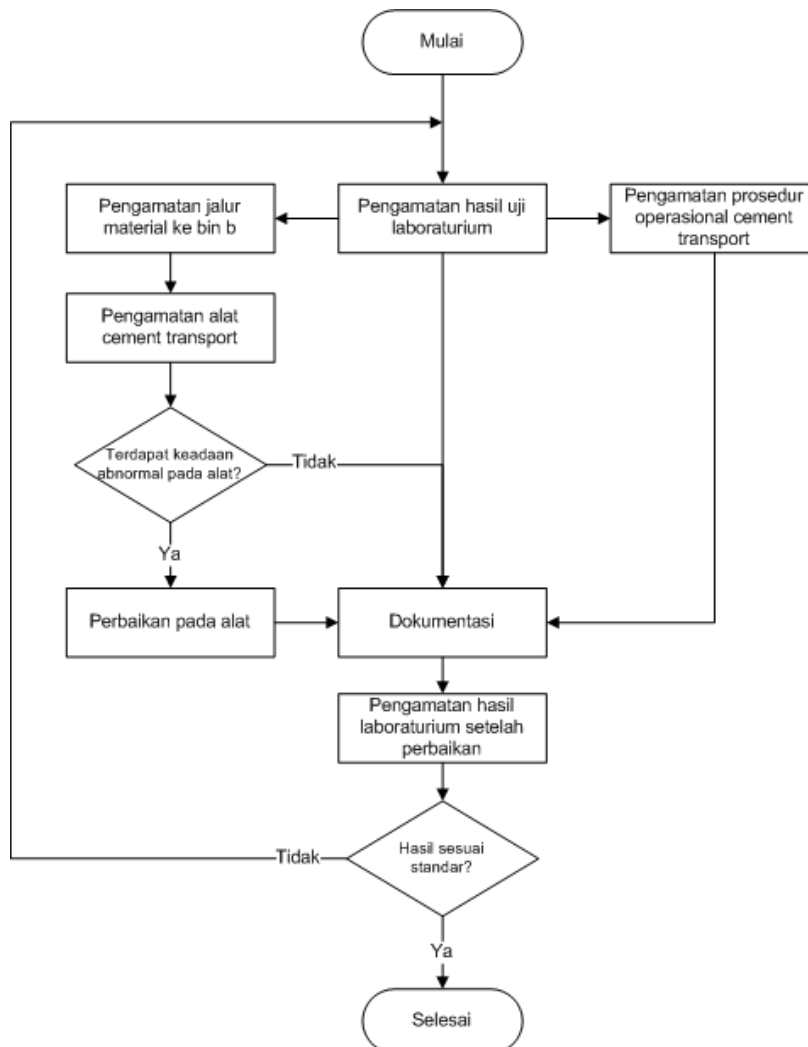
Latar belakang

PT. Holcim Indonesia, Tbk Plant Narogong 1 memproduksi 5 jenis tipe semen, diantaranya: Semen ASTM Type I, Semen ASTM Type V, Semen ASTM 1157, Semen SNI Type 1, Semen API 10A Class G. Masing-masing tipe semen ditampung di dalam sebuah tabung penyimpanan yang disebut silo. Di plant Narogong 1 terdapat 10 silo dan 2 bin. Penyimpanan semen dipisahkan berdasarkan tipe semen. Penyimpanan semen yang terpisah bertujuan untuk menghindari kontaminasi semen yang berbeda tipe karena masing-masing tipe semen mempunyai standar yang berbeda. Berdasarkan laporan dari laboratorium pada tahun 2013-2014 telah terjadi kontaminasi di bin B atau tempat penyimpanan semen tipe API 10A Class G atau Oil Well Cement. Kontaminasi ditandai dengan fluktuasi kadar C3A yang fluktuatif mencapai 6.9% sedangkan standar menurut API adalah maksimum 3%. Masalah ini menyebabkan kerugian bagi perusahaan karena jenis semen ini termasuk ke dalam semen tipe khusus. Oleh karena itu perlu diadakannya studi kasus untuk mengetahui penyebab kontaminasi agar dapat meminimalisir terjadinya kontaminasi ketika memproduksi semen jenis ini.

II. METODE PENELITIAN

1. Alur Penelitian

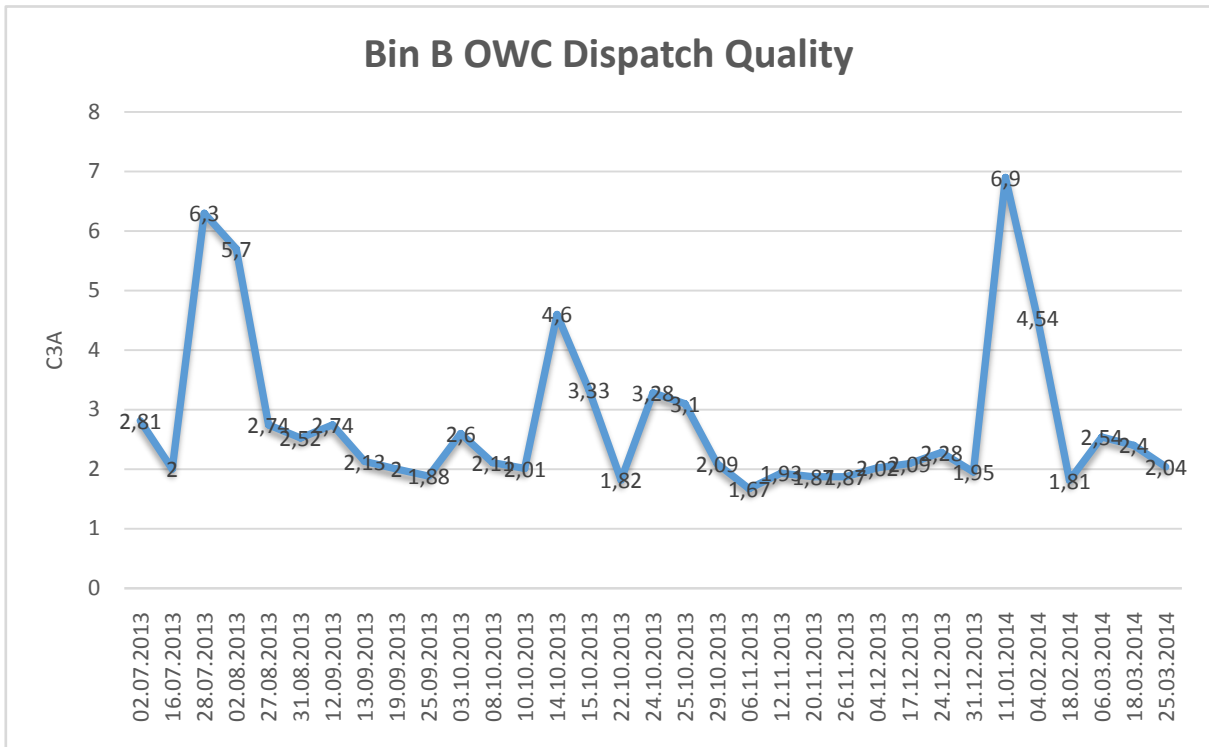
Metode pelaksanaan dalam studi ini perlu diperhatikan guna mempermudah pekerjaan secara struktural. Beberapa metode yang digunakan dalam studi ini dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 1. Diagram alir proses pelaksanaan tugas akhir

2. Pengamatan Hasil uji laboratorium

Berikut adalah grafik dari hasil pengamatan laboratorium yang menunjukkan fluktuasi kadar C_3A dari pengeluaran semen OWC di *bin B*.

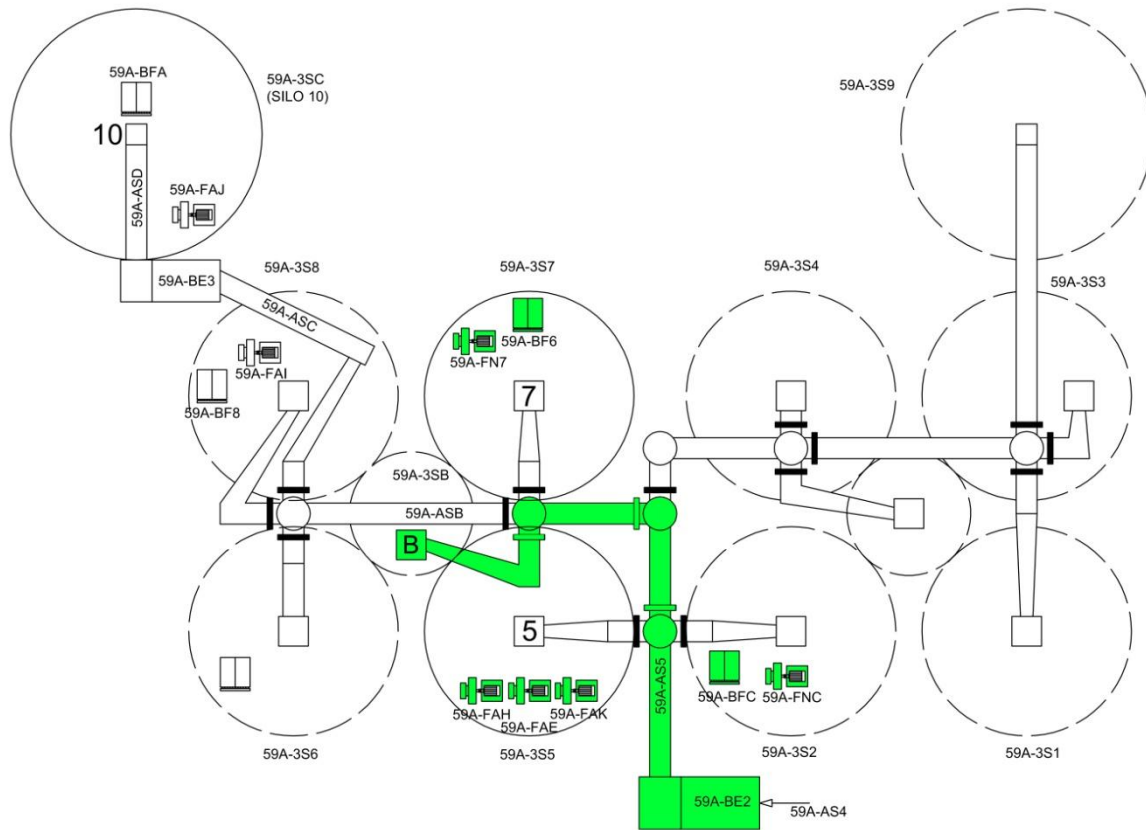


Gambar 2. Grafik fluktuasi kadar C₃A

Grafik diatas menunjukkan kadar C₃A yang diatas standarnya yaitu dibawah 3%, hal ini menunjukkan bahwa semen ini tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh API (*American Petroleum Institute*).

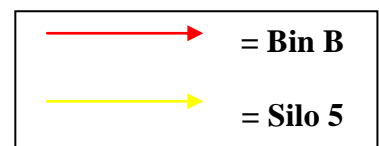
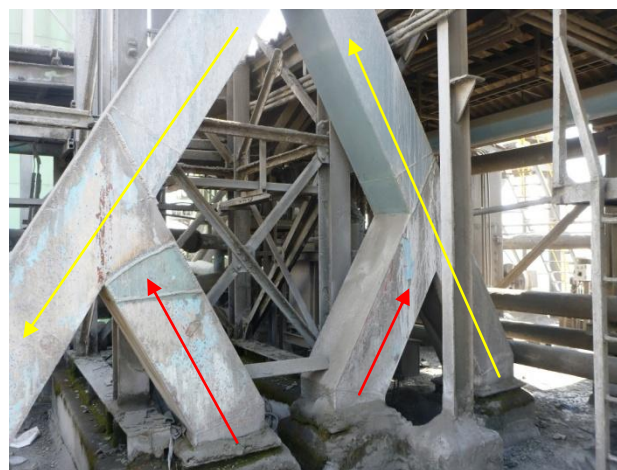
3. Pengamatan alur material ke bin b dan kondisi di sekitarnya.

Setelah keluar dari penggilingan dan laboratorium menyatakan hasil penggilingan sesuai dengan standar maka semen akan diarahkan ke bin B. Material berupa semen ini ditransportasikan oleh beberapa alat transport seperti bucket elevator dan airslide menuju bin B. Terdapat beberapa alat penunjang transportasi material yang vital jika tidak beroperasi dengan baik. Detail alat-alat di top silo yang aktif pada saat proses produksi semen OWC dapat dilihat pada gambar 2.3 ditandai dengan warna hijau.



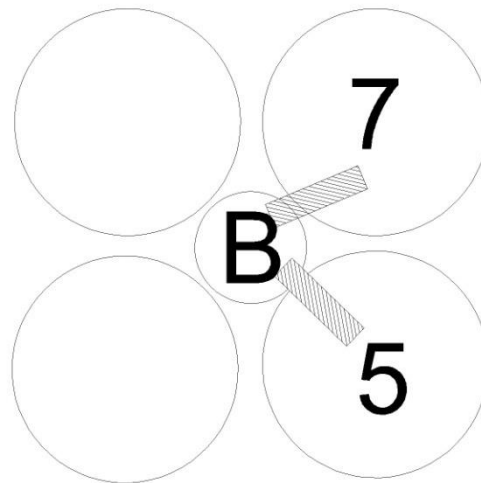
Gambar 3. Detail alat dalam produksi tipe semen OWC

Selain mengamati jalur material dan alat-alatnya, perlu diperhatikan juga jalur *dedusting* untuk *bin B*. Berdasarkan pengamatan di *top silo* semen, jalur *dedusting* untuk *bin b* mengambil dari silo 7 dan bergabung dengan silo 5 yang merupakan silo dari jenis semen RFP yang standar kualitasnya berbeda dengan OWC.



Gambar 4. jalur dedusting

Setelah diamati, jalur dedusting yang bergabung dengan silo lain memiliki kemungkinan terbesar masuknya debu yang terhisap dari silo 5 dan masuk ke *bin B* dan menyebabkan semen yang ada di *bin B* terkontaminasi oleh semen yang ada di silo 5 dimana standar kualitas yang dimiliki oleh kedua tipe semen ini berbeda.



Gambar 5. Tampak atas jalur dedusting

Setelah mengamati jalur dedusting, terdapat *propotional gate* yang belum terhubung ke power (masih dioperasikan secara manual). Hal ini memungkinkan terjadinya *human error* saat proses menutup *propotional gate*. Apabila alat ini tidak tertutup dengan rapat, maka memungkinkan material akan masuk ke *bin B*.



Gambar 6. *Proportional Gate* masih dioperasikan manual

4. pengamatan sop operasional *cement transport*

Setelah proses produksi OWC selesai, jalur material menuju *bin B* harus dipastikan tertutup rapat agar ketika proses produksi semen dengan jenis yang berbeda tidak masuk ke dalam *bin B*. Salah satu yang harus diperhatikan adalah ketika menutup *slide gate* manual di jalur menuju *bin B*. *Slide gate* ini harus dipastikan tertutup rapat karena merupakan salah satu sistem proteksi untuk mencegah semen dengan jenis yang berbeda masuk ke dalam *bin B*. Alat ini ditempatkan sebelum *proportional gate*.

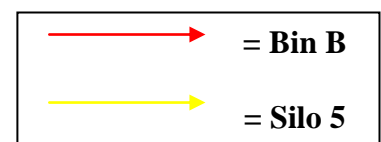


Gambar 7. Slide gate manual

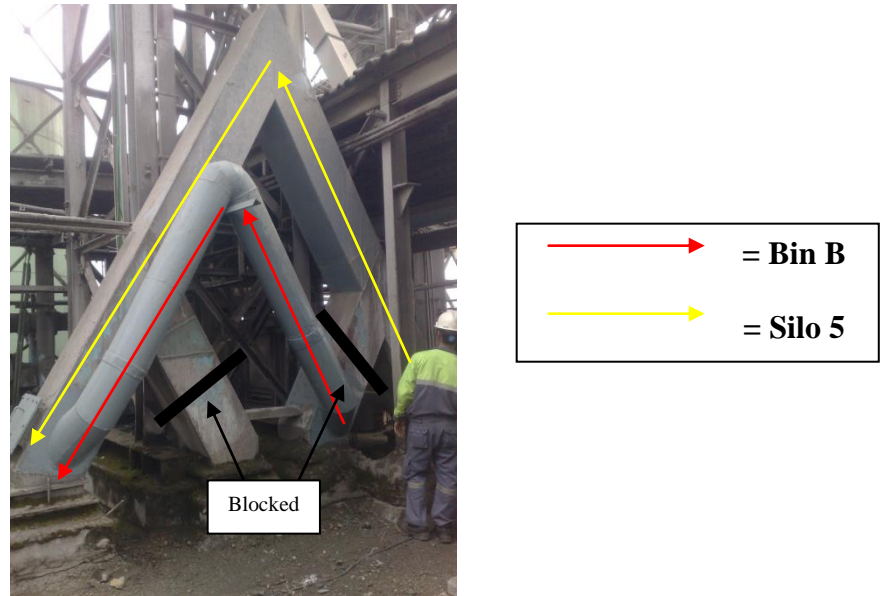
Apabila *proportional gate* belum tertutup sempurna dan menyisakan celah, *slide gate* yang tertutup rapat akan mencegah material masuk ke dalam *bin* B.

5. perbaikan alat penunjang operasional *cement transport*

Perbaikan dilakukan di jalur dedusting *bin* B dengan menutup jalur hisapan yang bergabung dengan silo 5 dan membuat jalur baru. Perbaikan ini bertujuan agar material yang terhisap dari silo 5 tidak masuk ke *bin* B.



Gambar 8. jalur *dedusting* sebelum perbaikan



Gambar 9. Jalur *dedusting* setelah perbaikan

Selanjutnya perbaikan juga dilakukan di proportional gate 59A-PGG dengan menghubungkan motor ke power agar bisa dikontrol secara auto melalui CCR (Central Control Room) untuk mencegah human error.

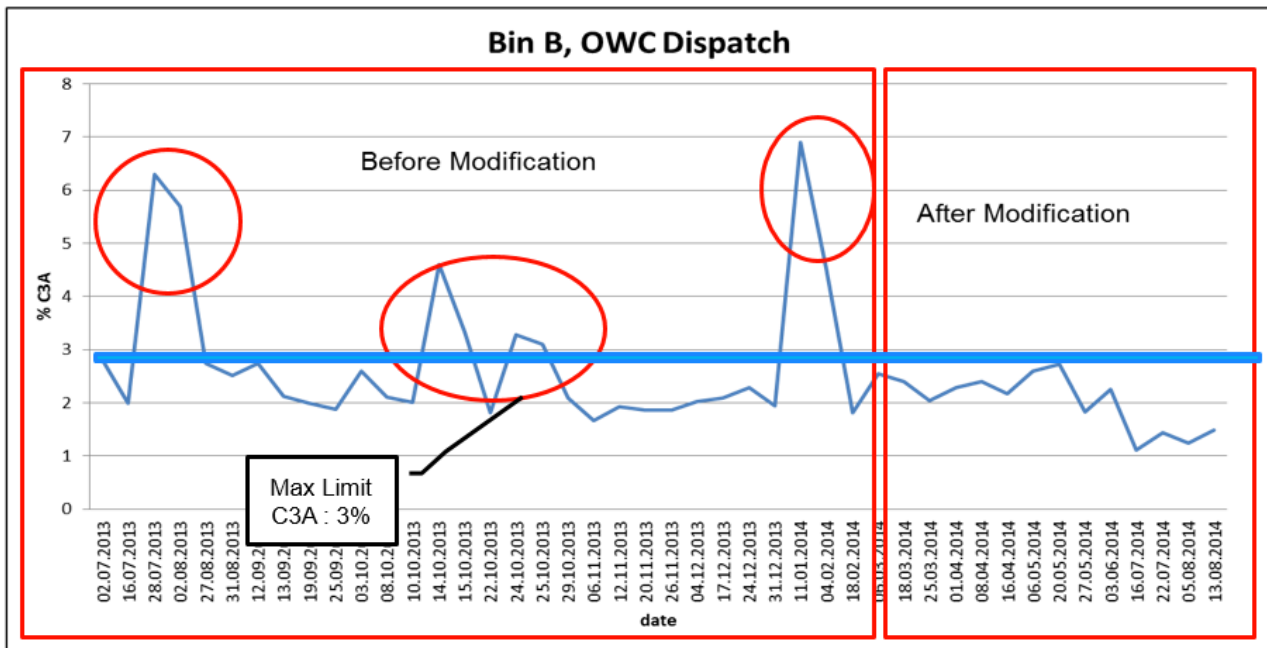


Gambar 10. Proportional gate setelah perbaikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. hasil uji laBoraturium setelah perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan pada jalur *dedusting* pengamatan kembali dilakukan pada saat proses produksi OWC untuk mengetahui apakah masih terjadi kontaminasi pada semen OWC. Berikut perbandingan data kadar C_3A sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan pada jalur *dedusting*.



Gambar 11. Grafik perbandingan kadar C₃A sebelum dan sesudah mmodifikasi jalur *dedusting*.

Dapat dilihat perbedaan yang signifikan dari kadar C₃A sebelum dan sesudah perbaikan, kadar C₃A cenderung lebih stabil setelah dilakukan perbaikan dan dibawah batas maksimum 3%.

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan perbaikan pada jalur *dedusting*, kadar C₃A tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan dan tetap dibawah standar kualitas maksimum 3%. Hal ini menunjukkan penyebab utama kontaminasi semen jenis OWC di bin B disebabkan oleh jalur *dedusting* yang bergabung dengan silo 5 yang berisi semen jenis RFP yang berbeda standar kualitasnya.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ray, Siddhartha. 2007. Introduction to Materials Handling. New Age International Pvt Ltd Publishers, 1st Ed. Edition, Chapter 1: 1-8
- [2] Bensted, John. 2006. Lea's Chemistry of Cement and Concrete. Elsevier Ltd, 4th Ed. Chapter 14: 783-810
- [3] Kohlhaas, B. 1983. Cement Engineers' Handbook. Bauverlag GmbH, 4th Ed. Chapter VI: 145-146

Meningkatkan Keakuratan Pengambilan Data Dan Analisa Vibrasi Pada *Bearing Symetro Gear 563-MD1* Pada Pabrik Semen

HandikaDwiPrabowo¹, Seto Tjahyono²

1. Teknik Mesin Konsentrasi Rekayasa Industri Semen Politeknik Negeri Jakarta

2. Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta
handikadwiprabowo20@gmail.com

Abstrak

Cement mill 1 Cilacap plant menggunakan *symetro gear* sebagai alat penurunan kecepatan motor penggerak dari 590 rpm menjadi 14,7 rpm. Dalam keadaan *symetro gear* beroperasi nilai vibrasi harus selalu dipantau, baik secara langsung dari ruang control/CCR (Central Control Room) ataupun secara tidak langsung oleh pengawas dari *preventive maintenance department*. Saat ini pemantauan dan pengambilan data vibrasi kurang optimal karena pengambilan data tidak berasal dari sumber vibrasi. Hal ini tidak dapat digunakan sebagai acuan untuk memantau kondisi *bearing* dan kerusakan secara mendadak dapat terjadi karena kurangnya tindakan *preventive maintenance*.

Permasalahan diatas dapat teratasi dengan cara memasang sensor vibrasi pada *plummer block bearing* yang bertujuan untuk memantau nilai vibrasi langsung pada sumber vibrasi. Data vibrasi diambil dengan alat deteksi vibrasi (*vibscanner*) dan diolah menjadi grafik nilai vibrasi yang dianalisa dikomputer dengan aplikasi *Omnitrend*.

Dengan adanya pemasangan sensor vibrasi tersebut, maka pengambilan data dan analisa vibrasi menjadi lebih akurat. Disamping itu, kerusakan pada komponen *bearing* dapat terindikasi lebih dini sebelum kerusakan yang lebih besar terjadi. Sehingga umur komponen *bearing* lebih tahan lama dan memperkecil biaya pemeliharaan.

Kata Kunci : *Symetro*, vibrasi, *bearing*, *vibscanner*, *omnitrend*.

Abstract

Cilacap cement mill plant using *symetro gear* as a equipment of lowering the motor speed of 590 rpm to 14.7 rpm. In circumstances *symetro operating gear vibration value* should always be monitored, either directly from the control room / CCR (Central Control Room) or indirectly by the supervisor of the department of preventive maintenance. Currently vibration monitoring and data acquisition is less than optimal because data collection did not come from the source of vibration. It can not be used as a reference for monitoring the condition of bearings and sudden failure can occur because lack of preventive maintenance actions.

The above problems can be resolved by installing a vibration sensor on the *plummer block bearing* which aims to monitor the value of the vibrations directly to the source of vibration. Vibration data taken with a vibration detection (*vibscanner*) and processed into graphs vibration values analyzed in a computer with *Omnitrend* applications.

With the installation of the vibration sensor, the vibration data acquisition and analysis becomes more accurate. In addition, damage to the bearing components can be indicated earlier before more damage occurs. So the life of the bearing components are more durable and reduce the cost of maintenance.

Keywords: *Symetro*, vibration, *bearing*, *vibscanner*, *omnitrend*.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

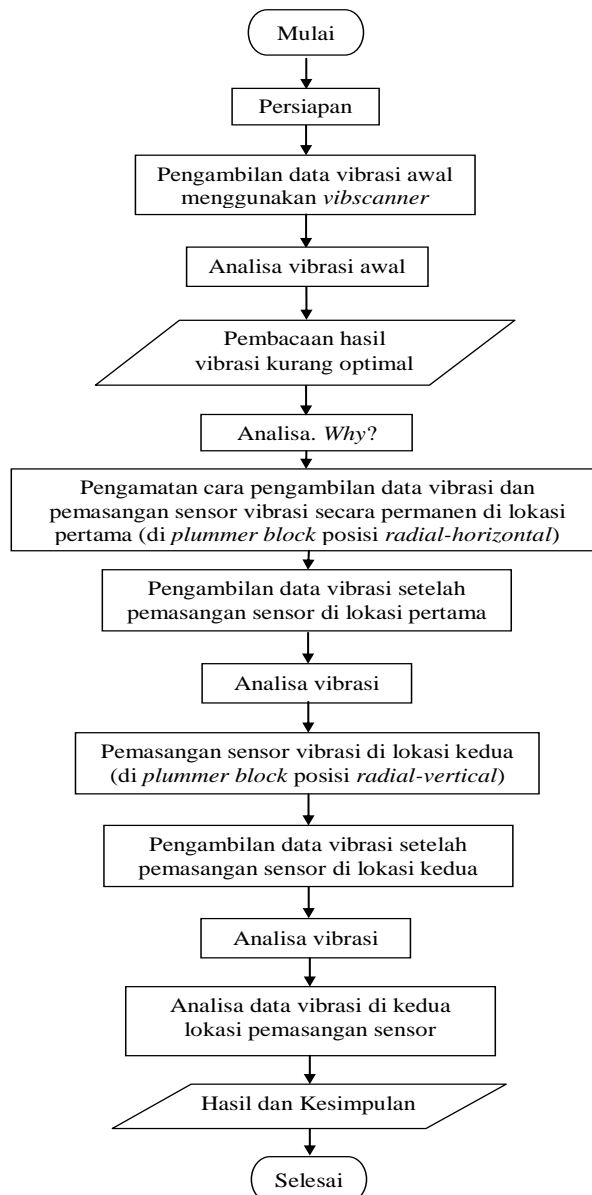
Cement Mill merupakan jenis grinding media yang digunakan PT. Holcim untuk menghaluskan klinker dan bahan additive seperti dolomite, gypsum, pozzolan, dan kemudian dari proses penghalusan tersebut akan menghasilkan semen. Ball Mill diputar oleh motor dimana motor mentransfer kecepatan putar anting gikesymetro gear dan kemudian diubah menjadi kecepatan putaran rendah. Hal ini disebabkan karena di dalam *symetro* terdapat gear yang berfungsi untuk memperlambat putaran dan menghasilkan torsi yang tinggi dengan perbandingan gear tertentu. *Bearing* pada *symetro gear* menahan beban putar dari shaft *symetro gear* selama operasi ball mill, hal ini akan menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur dan vibrasi pada *bearing*.

Pengambilan data vibrasi pada pinion gear dilakukan secara langsung dan sensor akan mengirim sinyal keruang control/CCR (Central Control Room) yang kemudian akan diubah dalam satuan mm/s. Namun saat ini pengambilan data vibrasi pada *bearing symetro gear* dilakukan secara tidak langsung menggunakan *vibscanner* dan letak pengambilan data vibrasi pada casing *symetro*/tidak terlalu dekat

dengan bearing sehingga pembacaan vibrasi tidak representative. Hal ini akan menyebabkan kondisi atau tingkat kerusakan komponen bearing tidak terpantau dan sewaktu-waktu dapat terjadi kerusakan secara mendadak tanpa adanya laporan predictive maintenance terlebih dahulu. Untuk mendapatkan hasil pembacaan vibrasi bearing yang akurat, maka akan dilakukan penempatan sensor vibrasi secara permanen pada plummer block bearing di dalam symetro, dan dilakukan analisa sebelum dan sesudah penempatan sensor vibrasi. Sehingga diperoleh perbedaan nilai vibrasi yang digunakan sebagai data perbandingan untuk menentukan tingkat keakuratan pengambilan data dan analisa vibrasi setelah pemasangan sensor vibrasi.

II. METODE PELAKSANAAN

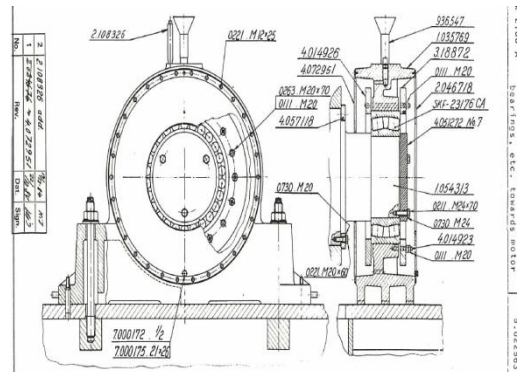
Rangkaian pelaksanaan tugas akhir secara garis besar dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.



Gambar 1. Flowchart Diagram Pelaksanaan

Tahapan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Tahap Diskusi, mendiskusikan permasalahan dengan pihak terkait. Pihak terkait seperti dosen pembimbing, *finish mill mechanical leader* and *PM team leader*.
2. Tahap Pengamatan Awal, mengamati kondisi awal lapangan sebelum dilakukan perubahan yang berupa pemasangan sensor vibrasi dan pengambilan data vibrasi. Pengamatan dilakukan di area *symetro gear finish mill*.
3. Tahap Modifikasi, cara pengambilan data vibrasi dengan cara pemasangan sensor vibrasi di *plummer block bearing symetro gear* dan dihubungkan ke *vibscanner* oleh *PM team*.



Gambar 2. Titik Pemasangan Sensor Vibrasi



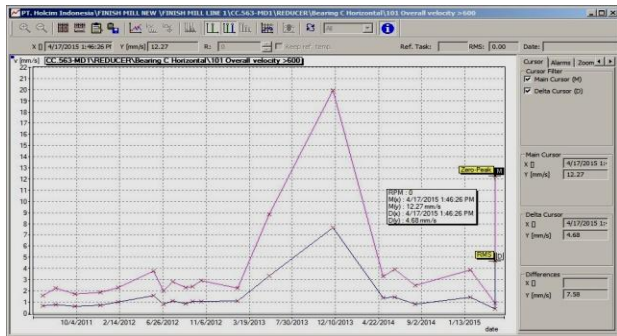
Gambar 3. Letak Sensor Vibrasi Pada *Plummer Block Bearing*

1. Tahap Pengamatan Akhir, mengamati kondisi yang telah terjadi setelah dilakukan perubahan berupa pemasangan sensor vibrasi terhadap pengambilan data vibrasi di *bearing symetro*.
2. Tahap Pengambilan Data, dan mencatat hasil pengamatan *vibrasi bearing symetro*.
3. Tahap Analisa Data, dengan membandingkan beberapa hasil pengamatan yang telah dilakukan dengan *software Omnitrend*. Serta dampak positif yang ditimbulkan di *symetro gear* setelah dilakukan pemasangan sensor vibrasi.

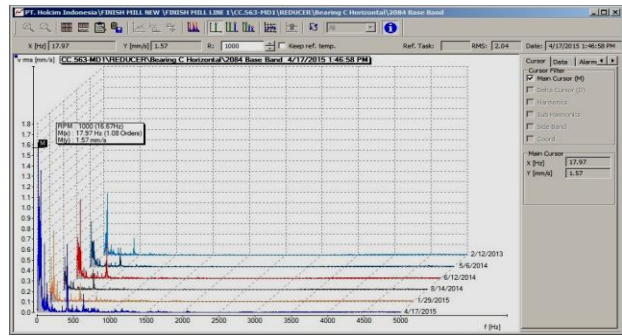
III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan dan analisa data vibrasi pada *bearing symetro gear*

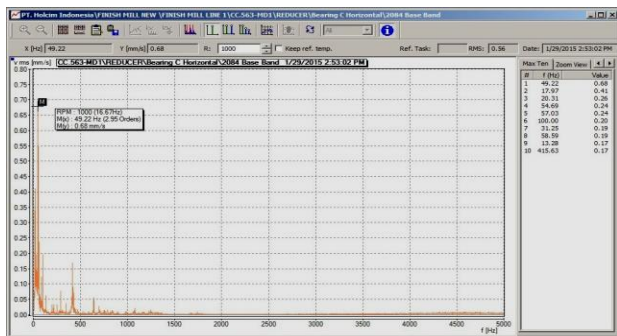
Sensor vibrasi yang terpasang secara *radial horizontal* pada *plummer block bearing* akan diambil data vibrasinya oleh alat *vibscanner* kemudian akan dianalisa di komputer menggunakan aplikasi *Omnitrend*. Hasil data vibrasi tersebut berbentuk spektrum/grafik yang akan mengindikasikan nilai vibrasi pada *bearing* tersebut.



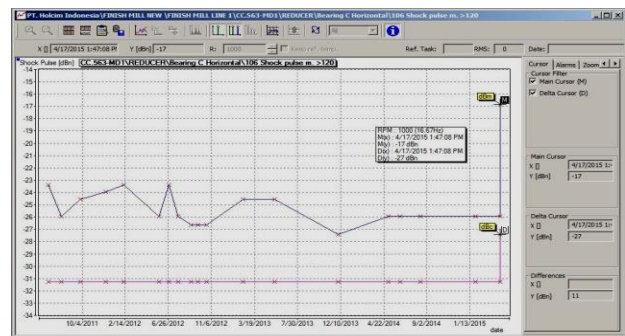
Gambar 4. Spektrum overall velocity keseluruhan pengukuran pada bearing c symetro gear



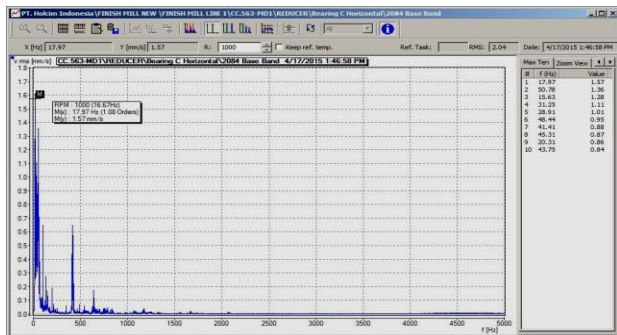
Gambar 8. Grafik perbandingan spektrum base band keseluruhan pengukuran pada bearing c symetro gear



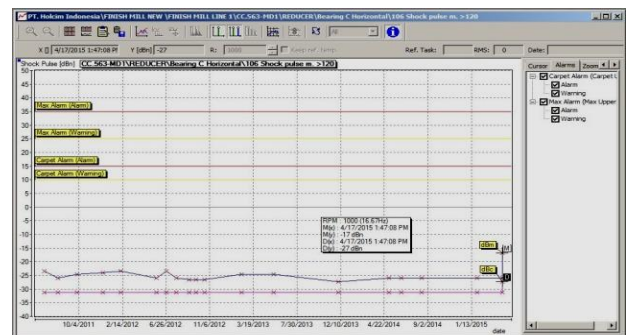
Gambar 5. Grafik spektrum base band sebelum pemasangan sensor pada bearing c symetro gear



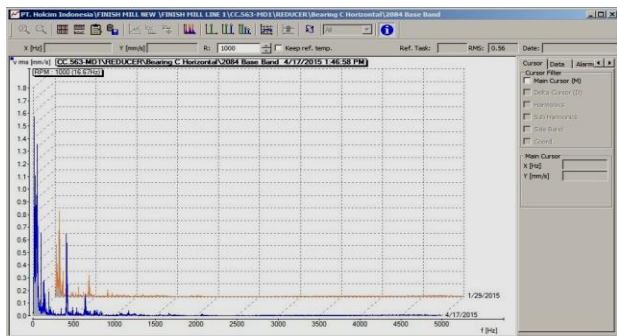
Gambar 9. Grafik spektrum shock pulse pada bearing c symetro gear



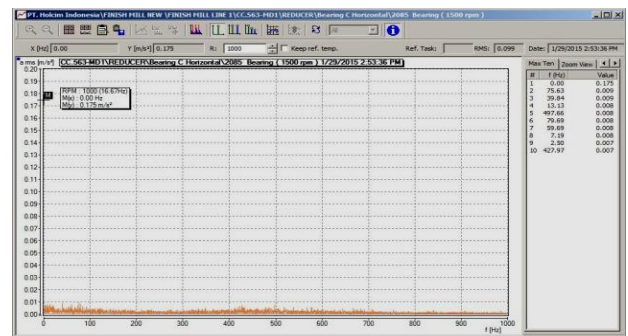
Gambar 6. Grafik spektrum base band setelah pemasangan sensor pada bearing c symetro gear



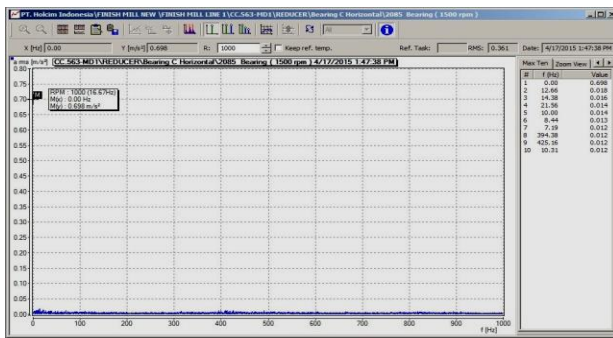
Gambar 10. Grafik spektrum shock pulse dan batas maksimum alarm pada bearing c symetro gear



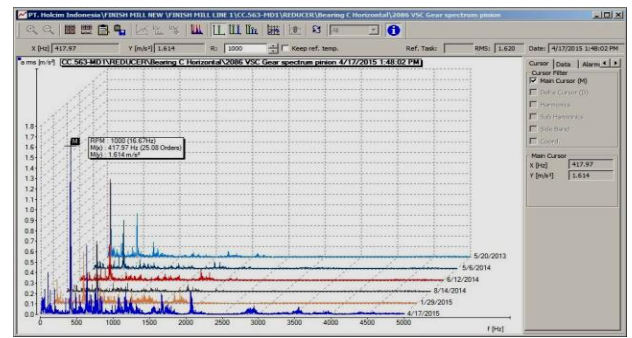
Gambar 7. Grafik perbandingan spektrum base band sebelum dan setelah pemasangan sensor vibrasi pada bearing c symetro gear



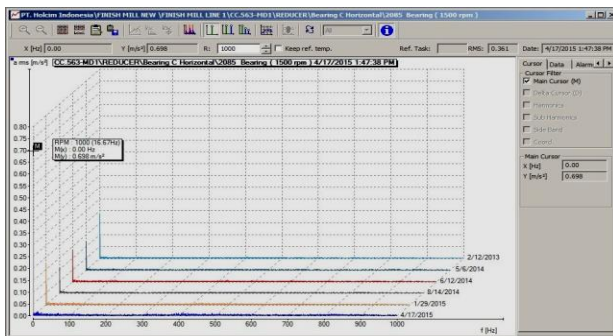
Gambar 11. Grafik spektrum acceleration bearing sebelum pemasangan sensor pada bearing c symetro gear



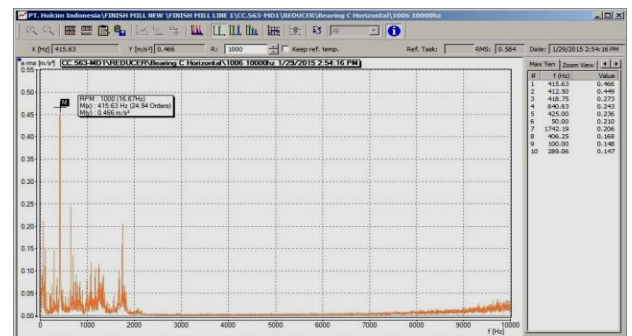
Gambar 12. Grafik spektrum *acceleration bearing* setelah pemasangan sensor



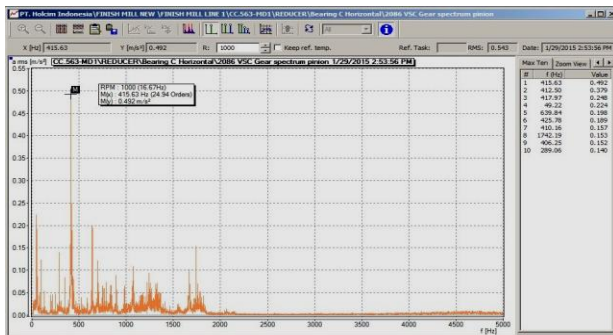
Gambar 16. Perbandingan gear spectrum pinion pengukuran keseluruhan



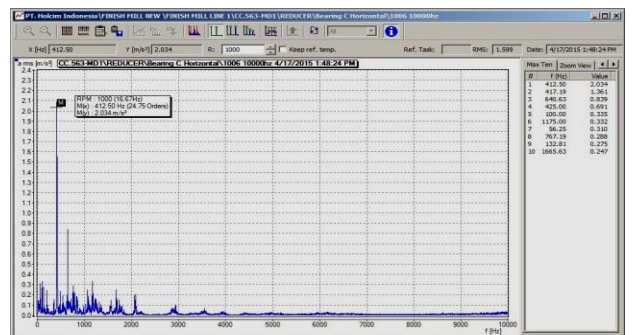
Gambar 13. Grafik spektrum *acceleration bearing* keseluruhan pengukuran



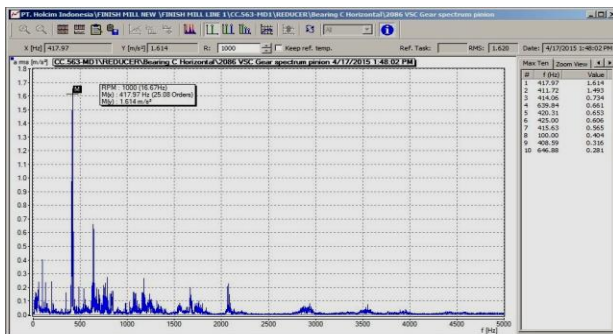
Gambar 17. Grafik spektrum 10000hz sebelum pemasangan sensor



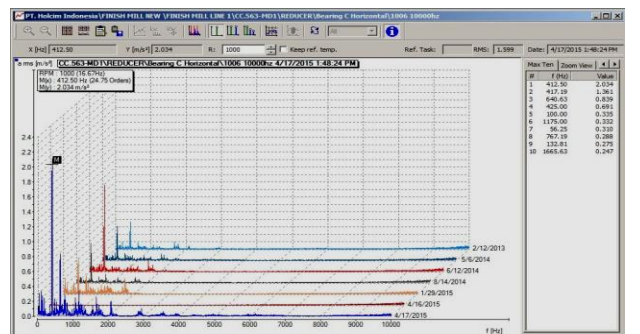
Gambar 14. Grafik *gear spectrum pinion* sebelum pemasangan sensor



Gambar 18. Grafik spektrum 10000hz setelah pemasangan sensor

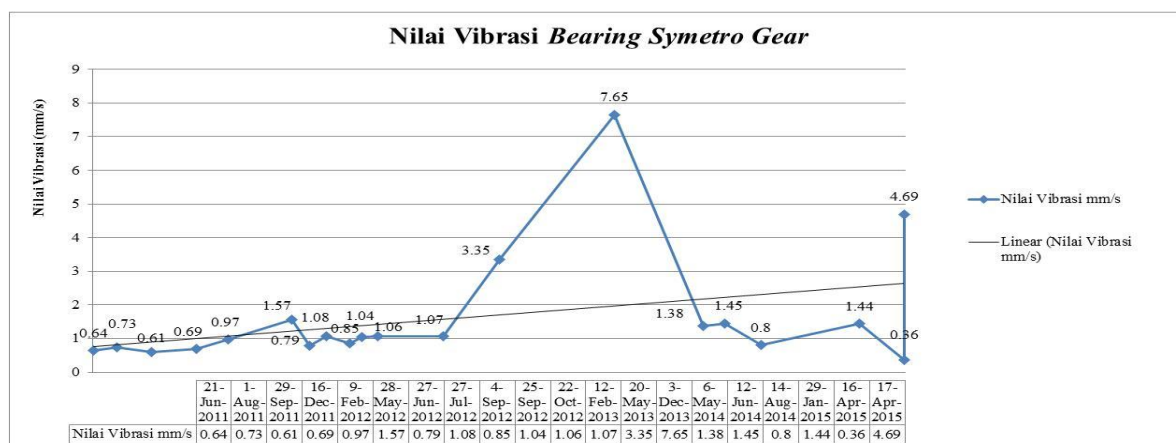


Gambar 15. Grafik *gear spectrum pinion* setelah pemasangan sensor



Gambar 19. Grafik spektrum 10000hz perbandingan spektrum keseluruhan pengukuran

Berikut ini adalah data vibrasi pada *bearing C symetro gear* dalam beberapa periode pengukuran.



Grafik 20. Grafik Nilai Vibrasi Secara Keseluruhan

Pada spektrum di atas menunjukkan bahwa dominan aktifitas vibrasi pada rentang frekuensi dibawah 1000 Hz dan pembacaan nilai vibrasi pada beberapa grafik spektrum terjadi peningkatan nilai vibrasi secara keseluruhan (overall velocity) karena proses pengambilan data vibrasi langsung pada sumber vibrasi dan tidak terlalu terpengaruhi sumber vibrasi yang lain. Hal ini akan membantu dalam proses pemantauan kondisi bearing, mencegah adanya kerusakan bearing secara mendadak dan mengurangi cost maintenance yang diakibatkan oleh adanya kerusakan komponen bearing

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Melihat data vibrasi yang diperoleh dari pengambilan data dan pembahasan analisa yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Indikasi adanya kerusakan pada peralatan berputar, dalam hal ini komponen *bearing* pada *symetro gear* dapat dideteksi dengan bantuan aplikasi *Omnitrend*.
- Nilai amplitudo dan pola spektrum vibrasi akan memberikan informasi tentang kondisi suatu mesin dan komponen-komponennya. Besar kecilnya nilai amplitudo akan menentukan baik atau buruknya kondisi suatu mesin.
- Peningkatan nilai vibrasi setelah pemasangan sensor secara *radial horizontal* mengindikasikan bahwa terjadi peningkatan keakuratan dalam proses pengambilan data dan analisa vibrasi

B. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Pemasangan sensor vibrasi dapat diletakkan di *bearing symetro gear* yang lain (*bearing A, B, dan D*) karena data vibrasi yang diambil lebih *representative*.
- Letak pemasangan sensor vibrasi dapat diletakkan dalam 3 titik sekaligus yaitu *radial horizontal, radial vertical, dan axial*.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Harris, Tedic A and Michael N. Kotzalas, "Essential concepts of Bearing Technology," CRC Press Taylor & Francis Group, 2007.
- A. Fuller, "Contract Instruction Manual For Symetro Gear TSX-2160A and Barring Gear TTVF-1700T M-746-02," FLSmidth, 1996.
- Friedman, Alan, "Bearing Wear Example #1 – Inner Race Fault," DLI Engineering, 2007.
- Keller, Jonathan A, Paul Grabill, "Inserted Fault Vibration Monitoring Test For a CH-47D AFT Swash plate Bearing," US Army AMCOM CIC, 2007.
- Suhardjono, "Analisis Sintal Getaran Untuk Menentukan Jenis Dan Tingkat Kerusakan Bantalan Bola (Ball Bearing), Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya, 2005