

PENINGKATAN EFISIENSI KERJA MESIN HIDROLIK MAIN PRESS DI PT.FCC INDONESIA

Jaenal Abidin¹, Kodir^{1*}, Ghany Heryana¹, Sentot Novianto¹

¹Sekolah Tinggi Teknologi TEXMACO, Jln Raya Pabuaran KM 3.5 Desa Karangmukti Kec.

Cipeundeuy Kab. Subang 41272, Indonesia

*Kodirabdul193@gmail.com

Abstrak

Salah satu proses yang sering ditemui dibidang manufaktur otomotif adalah proses penekanan menggunakan “*hydroulic process machine*”. Penelitian ini dilakukan di perusahaan PT.FCC Indonesia menggunakan mesin “*hydroulic main press*”. Masalah pertama adalah terlalu besar mengkonsumsi energi dan masalah yang kedua adalah terlalu banyak kerusakan pada sistem hidrolik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan memodifikasi mesin ini dengan “*installing inverter energy-efficient*”, yang kedua adalah memodifikasi program PLC (*Program logic control*) untuk motor pompa hidrolik *on/off* oleh sistem *auto off* dan *power saving*. Hasilnya setelah kedua item di modifikasi, penggunaan energi listrik dari pompa hidrolik berkurang mencapai 85%, dan kemudian suhu oli dan peralatan hidrolik berkurang kisaran sampai 60°C berdasarkan kalkulasi, alirannya berganti menjadi aliran laminar, itu artinya akan membuat perpindahan katup-katup solenoid, silinder dan perangkat peralatan hidrolik lainnya menjadi lebih halus tetapi tidak lambat, dan nantinya akan membuat mesin-mesin itu lebih tahan lama.

Kata kunci : *turbulen, laminar, inverter, daya, suhu*

Nomenklatur

Q	Debit aliran (m ³ /s)	V ₂	Kecepatan aliran fluida pada reservoir
A	Luas penampang (m ²)	z ₁	Titik yang akan diberi tekanan yang diukur dari atas permukaan cairan hidrolik pada saluran satu (111 cm)
V	Kecepatan aliran fluida (m/s)	z ₂	Titik yang akan diberi tekanan yang diukur dari atas permukaan cairan hidrolik pada saluran dua (70 cm)
D	Diameter penampang	H _{lt}	Head loss (m)
P _{sh}	Daya pompa	μ	Viskositas kinematic oli (kg/m)
He	Head keseluruhan		
ρ	Berat jenis oli		
g	Percepatan gravitasi bumi		
P ₁	Tekanan pada saluran		
P ₂	Tekanan pada permukaan reservoir		
V ₁	Kecepatan aliran fluida pada saluran pemasukan 1 (m/s)		

Pendahuluan

Latar Belakang

Perusahaan-perusahaan otomotif saat ini bersaing dalam hal teknologi baru, baik itu teknologi keselamatan maupun teknologi yang berkonsep ramah lingkungan, dari

dasar itu perusahaan juga mensyaratkan mesin – mesin yang digunakan saat ini harus dilakukan perbaikan terutama dalam hal peningkatan efisiensi kerja terutama penggunaan energi dan perawatan yang murah.

Perumusan Masalah

Dari latar belakang diatas penulis memilih mesin “hidrolik main press” karena sangat potensial untuk dilakukan perbaikan agar lebih efisien dalam sistim kerjanya.

Berikut permasalahan-permasalahan yang ada di mesin hidrolik main press:

Seringnya terjadi rembesan kebocoran oli di beberapa bagian sistim hidrolik, seperti di *packing rod*, *o-ring* sekat antara solenoid dan manifold, *mechanical seal* pompa walaupun part-part tersebut sering diganti.

- a. Seringnya terjadi rembesan kebocoran oli di beberapa bagian system hidrolik seperti *packing*, *o-ring* atau *seal*.
- b. Oli hidrolik yang sering berkurang karena penguapan dan kebocoran.
- c. Sering terjadinya *trouble cylinder* tidak bisa bergerak yang diakibatkan solenoid valve macet.
- d. Pompa hidrolik sering cepat aus sehingga mengakibatkan polusi suara yang berlebih.
- e. Konsumsi energi listrik yang tinggi, yang bersumber dari penggunaan *heater* dan motor pompa hidrolik. Berikut data konsumsi listrik mesin hidrolik main press.
- f. Konsumsi energi listrik yang tinggi, yang bersumber dari penggunaan *heater* dan motor pompa hidrolik. Berikut data konsumsi listrik mesin hidrolik main press.

Table 1. Konsumsi Energi Listrik Mesin Main Pres

No	Item	KWH/hari	Nilai uang/Hari
1	Heater	50	Rp 82500
2	Motor	64,1	Rp 105765
TOTAL		114,1	Rp 188265

Dari permasalahan-permasalahan diatas diambillah langkah-langkah untuk melakukan penelitian untuk mengetahui :

1. Daya sebenarnya dari pompa hidrolik yang dibutuhkan sekarang, apakah kurang, sudah pas atau bahkan berlebih? Jika berlebih tentunya ada potensi untuk peningkatan efisiensi dengan menurunkan daya motor pompa hidrolik yang nantinya akan berdampak pada turunnya konsumsi energi listrik.
2. Apakah suhu peralatan hidrolik bisa di turunkan dari nilai sekarang yang rata-rata mencapai 80°C, dengan tujuan agar peralatan hidrolik menjadi lebih awet dari keausan, yang nantinya akan berdampak pada menurunnya biaya perawatan.

Landasan Teori

Debit Aliran Fluida

Debit aliran fluida merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung kecepatan aliran fluida, yaitu sebagai berikut :

Kemudian dari persamaan kontinuitas akan didapat:

$$Q = A \cdot V \quad \text{Pers. 1}$$

$$A = 1/4 \cdot \pi \quad \text{Pers. 2}$$

[1].

Daya Pompa Hidrolik

Dengan ditentukannya randemen volumetrik dan randemen mekanis maka daya pompa dapat dihitung.

$$P_{sh} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_e \quad \text{Pers. 3} \quad [2].$$

Daya Motor Pompa

Untuk mendapatkan daya motor pompa sebenarnya, harus diketahui 2 parameter utama yaitu torsi dan rpm yang dibutuhkan, berikut ini rumus hubungan daya, torsi dan rpm.

$$P = 2 \cdot \pi \cdot N_s \cdot t \quad \text{Pers. 4}$$

Jika sudah diketahui daya riil pompa hidrolik, daya motor juga dapat dihitung

dengan rumus daya pompa dibagi randemen mekanis, rendemen mekanis pompa umumnya sebesar 85% [3].

Fluida Hidrolik

Fluida dalam sistim hidrolik digunakan untuk mengangkat energi dan menghasilkan gaya yang dibutuhkan pada aktuator, Fluida hidrolik harus memiliki beberapa syarat agar bisa digunakan dengan baik diantaranya:

1. Pelumas yang baik yang mampu mereduksi gesekan kontak logam ke logam yang menyebabkan keausan.
2. Tahan terhadap karat
3. Tidak mudah terbakar
4. Memiliki sifat *sealing* yang baik
5. Memiliki *viscosity index* yang tinggi
6. *Low compressibility*
7. Stabil secara kimia dan tidak mengalami oksidasi
8. Ramah lingkungan dll.

Suhu fluida hidrolik cenderung naik dengan kerja yang dilakukan, suhu operasinya yang ideal adalah sekitar 50°C.

Viskositas

Viskositas dapat dianggap sebagai kelengketan internal dari suatu fluida. viskositas memiliki satuan N.s/m² (lb-sec/ft²) [4].

Dalam jenis lain dari viskositas yang berhubungan dengan kecepatan aliran adalah viskositas kinematik, dan memiliki persamaan dimana viskositas dibagi dengan densitas.

Aliran *Laminar*, transisi dan *Turbulen*

Aliran *laminar* adalah aliran yang pergerakannya halus dan tenang di dalamnya tidak terjadi pencampuran partikel-partikel yang signifikan, sedangkan aliran *turbulen* adalah aliran yang didalamnya terjadi pencampuran pembuatan penelitian seperti buku-buku tentang hidrolik, mekanika fluida, ilmu kekuatan bahan dan lain-lain.

4. Metode Konsultasi

partikel-partikel fluida sehingga pergerakan suatu partikel tertentu terjadi secara acak dan tidak teratur dan aliran transisi ada diantara aliran *laminar* dan *turbulen*. Terdapat suatu kuantitas, yang disebut Bilangan reynolds yang digunakan untuk menentukan *laminar* atau *turbulen*. Bilangan tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} \quad \text{Pers. 5}$$

Bilangan Reynolds kritis biasanya ditetapkan sebesar 2000.

Aliran laminar = bilangan Reynolds < 2000
Aliran turbulen = bilangan Reynolds > 2000 [5].

Metode

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 5 bulan terhitung dari tanggal 07 November sampai dengan 20 April 2016 di PT.FCC Indonesia, Teluk jambe, Karawang.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan 4 metode :

1. Metode Observasi.

Penulis melaksanakan penelitian dan pengamatan dilapangan untuk menemukan data-data riil yang diambil dari operasi sehari-hari mesin hidrolik main press.

2. Metode Pengumpulan Data

Penulis melakukan pendataan Arus motor pompa, suhu equipment hidrolik, cycle time mesin, dan pengukuran konsumsi energi mesin main press, hal tsb dilakukan sebelum dan sesudah perbaikan.

3. Metode Literatur

Penulis melakukan pengumpulan literatur-literatur yang berhubungan dengan

Penulis melakukan konsultasi pada semua pihak yang dapat membantu penyusunan penelitian.

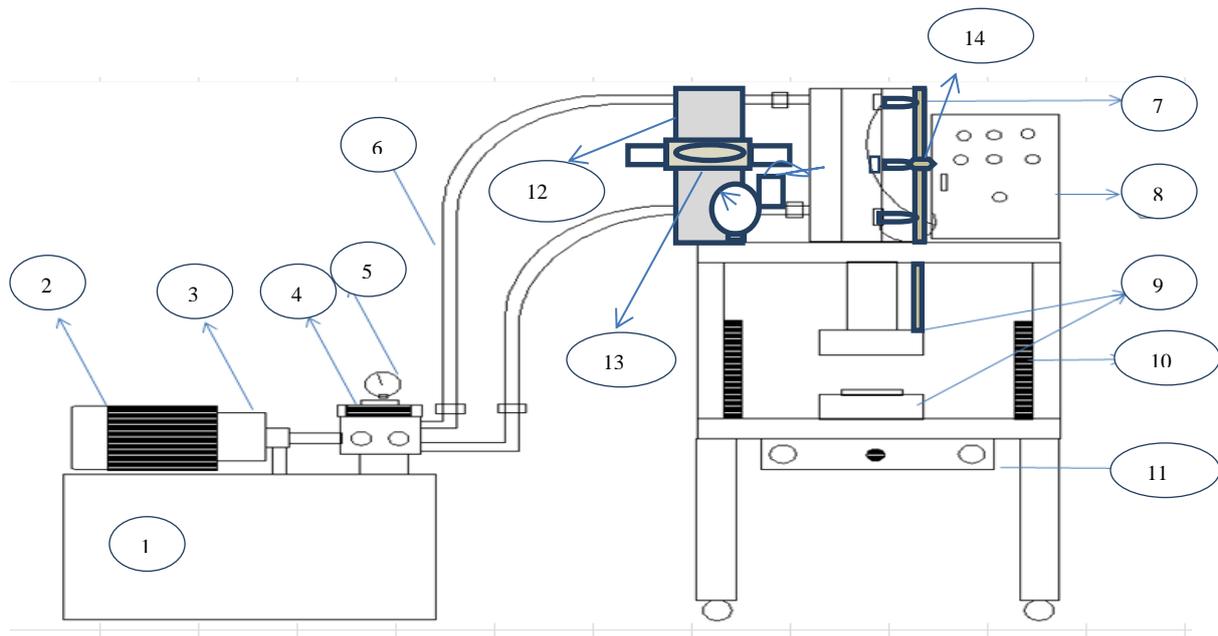
Parameter Uji

Untuk dapat menganalisa dan membandingkan kinerja mesin hidrolik main press, sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan, maka peneliti menggunakan beberapa parameter sebagai bahan uji, yaitu:

1. Suhu peralatan hidrolik seperti oli, body pompa, body motor dll.

2. Waktu yang dibutuhkan mesin untuk melakukan proses.
3. Arus motor pompa hidrolik
4. Konsumsi Energi berupa (kwh).
5. Densitas dan viskositas kinematik (oli hidrolik).

Desain Umum Mesin



Gambar 1. Ilustrasi mesin hidrolik main press

Keterangan gambar mekanik :

1. Reservoir (oli tank)
2. Motor penggerak
3. Pompa hidrolik
4. Relief valve
5. Pressure gauge
6. Hose hidrolik
7. Silinder hidrolik
8. Control panel

9. Dies atas dan bawah
10. Area sensor
11. Operation panel
12. Manifold
13. Solenoid valve dan pressure adjuster valve
14. Pressure switch
15. Stopper dan 3 buah limit switch

Alat dan Bahan

Untuk melakukan perbandingan data suhu, arus dan konsumsi energi, diperlukan percobaan tambahan yang menggunakan alat-alat sebagai berikut:

3. KWH meter (clamp on hisester) merk : HIOKI tipe 3168
4. Stopwatch

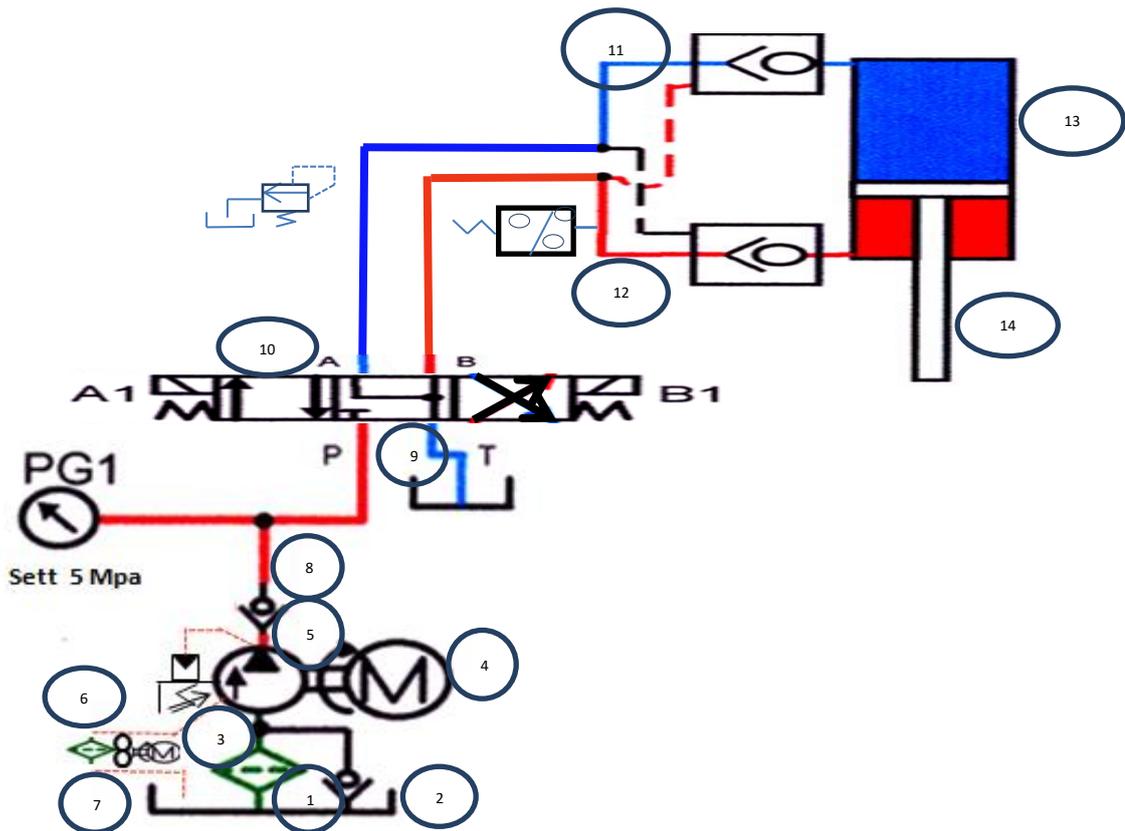
1. Ampere meter merk kyoritsu tipe : KEW SNAP 2003A
2. Infrared thermometer merk : FLUKE, tipe 63 MAX
5. Density meter merk : ALFA MIRAGE, tipe EW300SG
6. Computer dengan software jw-300
7. 1 set tool box

Dan bahan-bahan yang digunakan yaitu :

1. Kabel 4×4 mm² (4 core) panjang 3m
2. Skun 4 mm 20 pcs
3. 1 unit inverter merk : Fuji electric, tipe FRN 5,5 EIS-2a
4. Box panel ukuran 27×35×18 cm
5. Oli hidrolik AW46 S Idemitsu (diambil sampel dari mesin).

Aktifitas Pengukuran Suhu Pada Peralatan System Hidrolik

Didalam penelitian juga dilakukan pengukuran suhu di beberapa posisi untuk mengetahui perbandingan antara sebelum dan setelah dilakukan kaizen (perbaikan) hasil ada di pembahasan :



Gambar 2. Titik pengukuran suhu peralatan hidrolik

Hasil dan Pembahasan

Penurunan Setting Daya Motor

Menurut perhitungan daya sebenarnya yang dibutuhkan adalah sekitar 3,8 KW, sedangkan kapasitas motor pompa yang digunakan sekarang adalah 5,5 KW, kontrol yang digunakan sebelumnya menggunakan kontaktor konvensional maka daya yang dikeluarkan oleh motor adalah 100% dari

kapasitas (5,5 Kw), akan tetapi dengan menggunakan inverter daya bisa dirubah dengan merubah parameter F5 (Frekuensi) menjadi 43,7 Hz dengan tujuan menurunkan Rpm menjadi 1310(sesuai perhitungan kebutuhan) karena menurut dan merubah parameter F9 (Torsi) turun kurang lebih 23%.

Berikut adalah data hasil penurunan frekuensi listrik pada inverter, yang berpengaruh terhadap putaran pompa, Debit pompa, dan Arus motor pompa.

Table 2. Hasil penurunan daya dan pengaruhnya terhadap debit pompa dan arus motor

Kondisi	Daya (watt)	Torsi (N.m)	Frekuensi Listrik (Hz)	Putaran Motor Pompa (rpm)	Debit Pompa (Liter/menit)	Arus Motor (Ampere)
Sebelum perbaikan	5,5	35	50	1500	47	11
Setelah perbaikan	3,8	27,7	43,7	1310	39,3	5,3

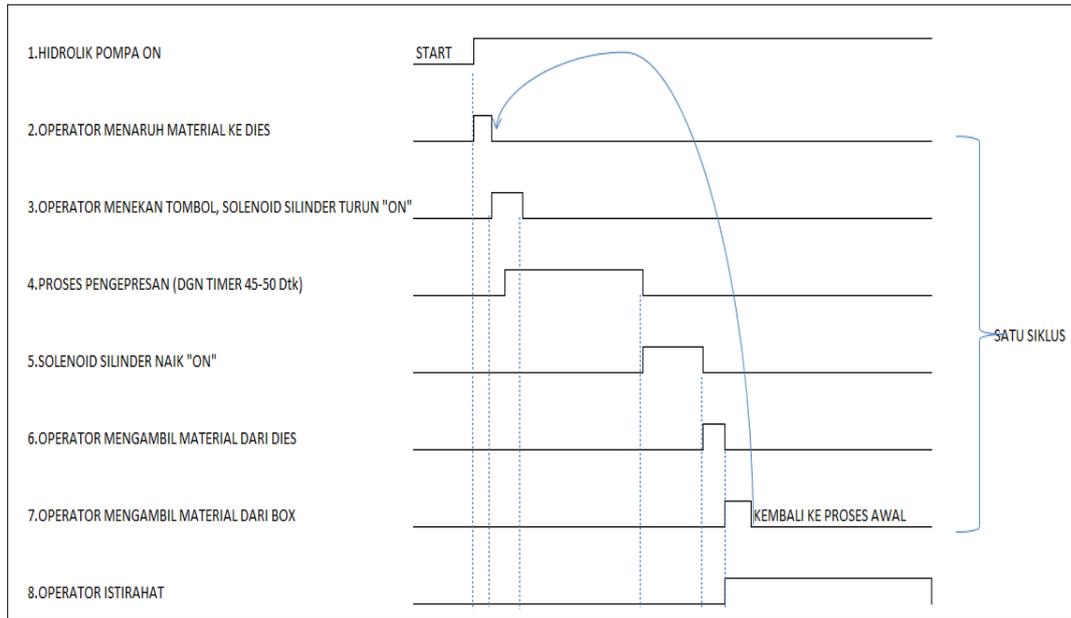
Pembuatan Sistem Auto Off Untuk Motor Pompa Hidrolik

Konsep *Auto off* diambil karena penulis menilai selama ini motor pompa hidrolik banyak diwaktu-waktu tertentu tidak digunakan output tekanannya, contohnya saat operator mengambil barang, saat waktu tunggu proses "*press holding*" selama 45 detik, bahkan saat operator istirahat, dari dasar tersebut peluang bahwa disaat pressure pompa tidak digunakan seharusnya motor pompa

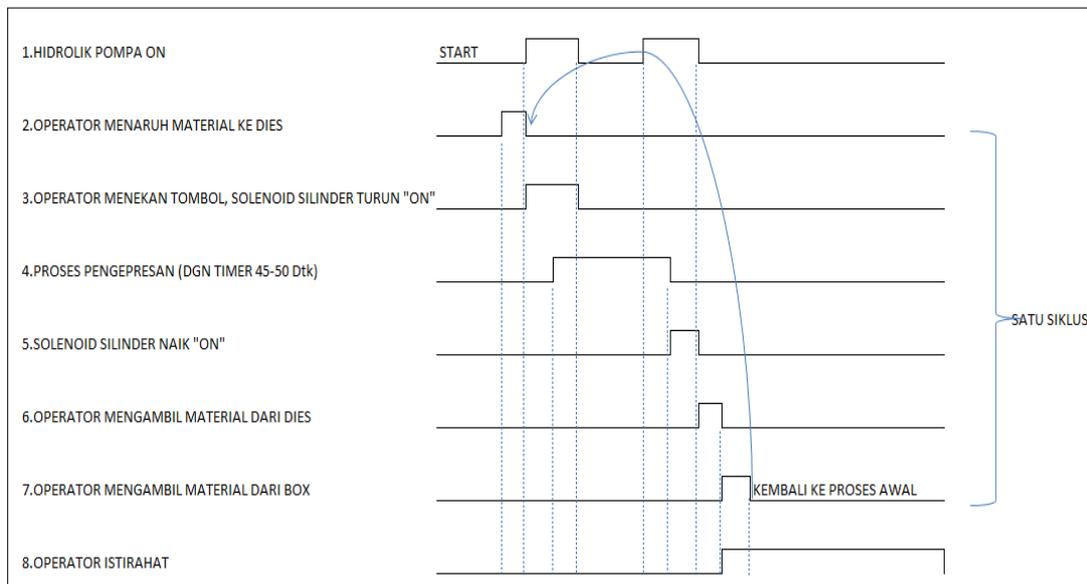
dimatikan dan akan menyala lagi saat akan digunakan.

Untuk membuat konsep *Auto off* yang dijelaskan diatas cara yang dilakukan adalah dengan merubah sistem kerja hidrolik dengan memodifikasi program *PLC*.

Berikut adalah chart dimana cara kerja timing *ON/OFF* motor pompa hidrolik sebelum dan sesudah perubahan program (*autooff*)



Gambar 3. Chart sebelum dibuat *Auto off*



Gambar 4. Chart setelah dibuat *Auto*

Table-tabel Hasil Pengukuran

Tabel 3. Pengukuran waktu pergerakan silinder

Waktu	Waktu pergerakan turun rata-rata	
	Gerakan turun/press	Gerakan naik/kembali
Sebelum perbaikan	2,8	2,6
Setelah perbaikan	2,85	2,5

Table 4. Hasil pengukuran suhu sebelum perbaikan

No.	Posisi pengukuran suhu part hidrolik	Waktu pengukuran suhu (°C)					
		saat mesin jalan 5 menit awal	saat mesin sudah berjalan 1 jam	saat mesin sudah berjalan 2 jam	saat mesin sudah berjalan 3 jam	saat mesin sudah berjalan 4 jam	saat mesin sudah berjalan 5 jam
		1	Oli hidrolik	33	74	79	80
2	Tangki posisi	35	72	73	78	81	83
3	Pipa hisap posisi	36	77	80	80	84	84
4	Body motor posisi	42	82	85	85	86	88
5	Body pompa posisi	38	83	84	84	88	89
6	Oli drain menuju oil cooler	39	77	79	79	81	84
7	Oli drain after oil cooler	38	80	81	81	83	82
8	Pipa keluaran dari pompa	36	80	80	82	82	83
9	Pipa return ke tangki	36	70	82	83	83	84
10	Solenoid valve	38	74	76	81	83	85
11	Pipa menuju lubang silinder bagian atas	36	76	81	81	84	87
12	Pipa menuju lubang silinder bagian bawah	39	78	81	82	82	84
13	Body silinder (vessel)	38	80	80	82	83	84
14	Rod silinder	57	93	93	93	94	95

Table 5. Setelah dilakukan efisiensi penurunan daya dan pembuatan sistem *auto off*

No.	Posisi pengukuran suhu part hidrolik	Waktu pengukuran suhu (°C)					
		saat mesin jalan 5 menit awal	saat mesin sudah berjalan 1 jam	saat mesin sudah berjalan 2 jam	saat mesin sudah berjalan 3 jam	saat mesin sudah berjalan 4 jam	saat mesin sudah berjalan 5 jam
		1	Oli hidrolik	33	59	60	61
2	Tangki posisi	34	57	58	59	60	60
3	Pipa hisap posisi	36	58	60	62	63	63
4	Body motor posisi	43	57	70	70	68	68
5	Body pompa posisi	39	52	64	66	70	70
6	Oli drain menuju oil cooler	39	62	64	64	66	66

7	Oli drain after oil cooler	38	61	63	63	64	64
8	Pipa keluaran dari pompa	36	60	61	61	63	63
9	Pipa return ke tangki	37	58	61	63	64	64
10	Solenoid valve	38	59	59	62	66	66
11	Pipa menuju lubang silinder bagian atas	36	58	58	61	62	62
12	Pipa menuju lubang silinder bagian bawah	40	62	66	66	65	65
13	Body silinder (vessel)	38	65	65	65	66	66
14	Rod silinder	58	79	80	82	81	63

Table 6. Properti oli hidrolik AW 46 (Idemitsu) di kondisi suhu tertentu

Suhu (°C)	Viskositas kinematik (mm ² /s)	Bilangan Reynolds	Kategori aliran
30	52,66	832,0357	Aliran laminar
40	46,13	949,81574	Aliran laminar
50	39,58	1106,9985	Aliran laminar
60	33	1327,7273	Aliran laminar
70	26,5	1653,3962	Aliran laminar
80	19,96	2195,1403	Aliran turbulen
90	13,4	3269,7761	Aliran turbulen
100	6,885	6363,8344	Aliran turbulen

Tabel 7. Pengukuran arus (ampere)

No	Pelaksanaan pengukuran	Waktu pengukuran arus (ampere)						
		Start awal (1-1,5 detik)	Mesin jalan 5 menit awal	Mesin sudah berjalan 1 jam	Mesin sudah berjalan 2 jam	Mesin sudah berjalan 3 jam	Mesin sudah berjalan 4 jam	Mesin sudah berjalan 5 jam
1	Sebelum perbaikan	17,1	11	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
2	Setelah perbaikan	7,8	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3

Tabel 8. Perbandingan *investment* dengan *saving cost* dan emisi carbon

No	Bahan-bahan	Investment cost (Rp)	Saving cost/tahun	Saving co2/tahun (kg)
1	Inverter	8.700.000		
2	Kabel dan skun	200.000		
3	Box	130.000	28.212.360	13259,15
4	Sdm	200.000		
	total	9.230.000		

Tabel 9. Tabel konsumsi listrik setelah perbaikan

kondisi	Arus (ampere)	KWH/Hari	Lama operasi	Gas buang Co2 (kg)
Sebelum dilakukan perbaikan	10,8	64,1	21,34	54,93
Setelah dipasang inverter dan dilakukan penurunan frekuensi	5,3	31,7	21,34	27,16
Setelah dibuat sistim <i>auto off</i>	5,3	9,3	5,19	7,97

Kesimpulan

Setelah dilakukan pengamatan, perhitungan, dan analisa berdasarkan hasil dari data-data yang diambil dari mesin, baik sebelum maupun setelah dilakukan perbaikan dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Dengan mengganti komponen elektrik kontaktor menjadi *inverter* sebagai penyupply motor dan memodifikasi sistim elektrik motor dari *standby* menjadi sistim *Auto off* dapat menurunkan konsumsi energi listrik sampai 85% lebih. Sehingga daya motor yang dibutuhkan adalah 3,8 KW jadi saat ini kapasitas motor terlalu besar yaitu 5,5 KW.
2. Efek dari efisiensi penggunaan daya motor, temperature Oli dan peralatan hidrolik dapat turun secara signifikan,

hal ini diharapkan akan menambah umur pakai peralatan tersebut.

Saran

Dari hasil penelitian dan perbaikan yang dilakukan pada mesin hidrolik main press, terdapat beberapa saran baik untuk perusahaan maupun pembaca antara lain:

1. Penggunaan oli hidrolik untuk penambahan maupun penggantian akan menjadi lebih irit secara konsumsi.
3. Dengan turunnya temperatur oli dan sebagian besar peralatan hidrolik, frekuensi perawatan alat-alat hidrolik bisa di review ulang frekuensi pengantiannya menjadi lebih lama seperti Pompa, *Solenoid*, *Hose*, *packing*, *o ring*, *seal*, oli hidrolik dan lain sebagainya.
4. Ada sekitar 30 mesin hidrolik main press, jika hasil penelitian ini berdampak positif disarankan kepada perusahaan untuk

melakukanya perbaikan terhadap semua mesin.

Referensi

[1] Andrew parr, Pneumatik hidrolik (1998)

[2] Dietzel, Fritzt, Turbin pompa dan compressor (1990)

[3] Zuhail, Teknik tenaga listrik dan elektronika daya (2000)

[4] C. Merle, Potter, Mekanika Fluida (2008) 6-7

[5] C. Merle, Potter, Schaum, Mekanika