

Rancang Bangun Sistem Distribusi Grease Secara Otomatis Dengan Metode Penjadwalan

Moh. Afandy
Prodi Teknik Listrik dan Instalasi
Politeknik Industri Logam Morowali
Morowali, Indonesia
Fandhymoh@gmail.com

Ahmad Ali Akbar
Prodi Teknik Listrik dan Instalasi
Politeknik Industri Logam Morowali
Morowali, Indonesia
Ahmadaliakbar49@gmail.com

Abdul Haris Mubarak
Prodi Teknik Listrik dan Instalasi
Politeknik Industri Logam Morowali
Morowali, Indonesia
haris080686@gmail.com

Diterima : November 2022
Disetujui : Juni 2023
Dipublikasi : Juli 2023

Abstrak - Penelitian ini merupakan program kerja sama antara Politeknik Industri Logam Morowali dengan kawasan industri dalam bidang *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam menjaga kestabilan sistem produksi. HAPL atau *Hot Annealing Pickling Line* merupakan perusahaan yang bergerak dalam pengolahan gulungan baja hitam menjadi gulungan baja putih tahan karat. Proses pemurnian baja hitam menjadi baja tahan karat melalui proses yang panjang di mana peran motor listrik sangat lah penting. Motor listrik harus mendapatkan perhatian khusus dalam hal perawatan. Salah satu perawatan motor listrik yang harus dilakukan yaitu pengisian *grease*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem yang dapat mengontrol waktu pengisian *grease* dan lama pengisian *grease* yang disajikan dalam bentuk menu-menu pilihan yang terdapat pada LCD. Pada penelitian ini dikendalikan oleh Arduino Uno sebagai mikrokontroler, LCD 20x4 sebagai tampilan, RTC sebagai penyimpan waktu, keypad sebagai input pengontrol dan relay sebagai output yang terhubung dengan valve penumatik untuk mengontrol angin menuju pompa *grease*. Sistem penjadwalan menggunakan counter waktu yang akan menghitung durasi *delay system* dalam memompa *grease*. Pengujian dilakukan pada motor 22KW dengan hasil jarak interval waktu pengisian *grease* 3204 jam, banyak *grease* yang harus diisi sebanyak 10,35 gram dengan lama pengisian 23 detik dengan nilai error yang diperoleh dari pengujian 0.89%

Kata Kunci - Motor Listrik; Grease; Bearing; Preventive Maintenance.

Abstract - This research is a collaborative program between the Morowali Metal Industry Polytechnic and industrial areas in the field of *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* is one effort that can be done in maintaining the stability of the production system. HAPL or *Hot Annealing Pickling Line* is a company engaged in processing black steel coils into white stainless steel coils. The process of refining black steel into stainless steel goes

through a long process where the role of the electric motor is very important. Electric motors must receive special attention in terms of maintenance. One of the electric motor maintenance that must be done is filling the grease. Therefore, this study aims to create a system that can control the grease filling time and grease filling time which are presented in the form of menu options found on the LCD. In this study it was controlled by Arduino Uno as a microcontroller, 20x4 LCD as a display, RTC as a time saver, a keypad as input controller and a relay as an output connected to a pneumatic valve to control the wind to the grease pump. The scheduling system uses a timer that will calculate the duration of the system delay in grease consolidation. The test was carried out on a 22KW motor with the result that the time interval for filling grease was 3204 hours, the amount of grease that had to be filled was 10.35 grams with a filling time of 23 seconds with an error value obtained from the test of 0.89%.

Keywords - Electric motor; Grease; Bearings; Preventive Maintenance.

I. PENDAHULUAN

Perawatan atau *maintenance* merupakan tindakan secara administratif atau pun secara teknis yang berguna untuk menjaga kondisi dari suatu mesin atau sistem agar dapat berjalan sesuai dengan fungsinya dan beroperasi dengan baik, penggunaan yang lebih efisien, dan lebih ekonomis dengan tingginya tingkat keamanan. Dalam konsep permesinan, kontak antar mekanik merupakan hal umum yang sering ditemui, sehingga gesekan antara mekanik tersebut akan terus terjadi. Gesekan yang terus menerus terjadi akan mengakibatkan keausan disalah satu pengantar mekanik sehingga jika tidak diimbangi dengan perawatan berkala akan mengakibatkan masalah [1].

Motor listrik merupakan komponen permesinan yang banyak digunakan dalam sistem produksi dengan prinsip kerjanya yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik. Dalam proses pemeliharannya, komponen motor listrik membutuhkan penjadwalan yang baik dengan ketepatan serta control waktu yang sesuai sehingga menjadikan sistem produksi tetap berjalan dengan baik. Hal

lain yang menjadi indikator keberhasilan perawatan motor listrik yang dilakukan dapat dilihat dari usia pakai motor listrik yang Panjang sehingga menekan biaya pengantian. Dalam penggunaannya, motor listrik dipengaruhi oleh banyak faktor kerusakan, dan sebesar 51% kerusakan pada motor listrik disebabkan oleh *bearing* yang salah pelumasan [2].

Pelumasan adalah proses pemberian lubrikasi pada dua atau lebih kontak mekanik yang ada dalam *gearbox*. Umumnya pelumas yang digunakan berwujud cairan yang dapat mengurangi gaya gesekan antara mekanik satu dengan yang lain. Selain itu pelumasan yang baik dapat membantu pelepasan panas yang diakibatkan dari gesekan. Penggantian pelumas akan membawa sisa kotoran yang ada pada *gearbox* keluar sehingga tidak mengganggu kerja kontak mekanik [3].

Grease merupakan media pelumasan yang berfungsi melindungi *bearing* pada motor listrik, sehingga efek dari pelumasan tersebut dapat mencegah keausan akibat gesekan antar komponen [4]. *Grease* juga berfungsi sebagai media pembawa panas keluar serta untuk mencegah karat pada bagian mesin [5].

Pengisian *grease* pada *bearing* pada motor listrik harus terjadwal dengan kuantitas yang bervariasi tergantung dari ukuran motor dan nomor *bearing* yang digunakan [6]. Proses pengisian *grease* secara konvensional umumnya dilakukan oleh operator dengan kuantitas pelumas yang diberikan hanya berdasarkan perkiraan saja. Hal tersebut di satu sisi dapat menyebabkan pemborosan dan over greasing akibat pengisian *grease* yang berlebihan, dan di sisi lain kualitas pelumasan bisa menjadi tidak optimal apabila kekurangan [7].

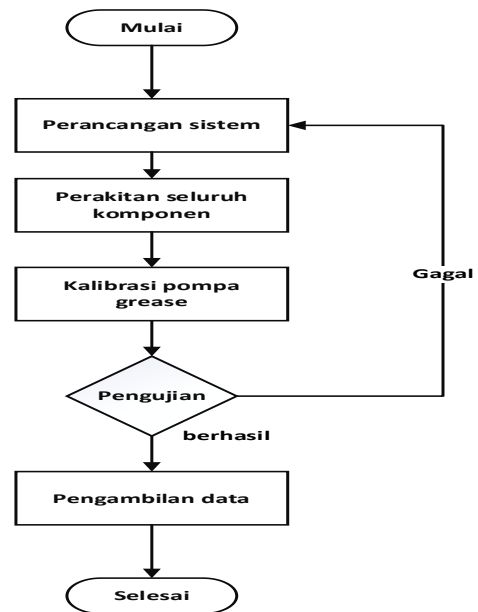
Berdasarkan permasalahan tersebut dan untuk meningkatkan standar pengisian *grease* pada perusahaan HPAL, maka dibuat sistem yang dapat mendistribusikan *grease* secara otomatis dengan metode penjadwalan yang berguna untuk mengontrol jadwal pengisian *grease* dan kebutuhan *grease* pada motor listrik, sehingga dapat meminimalisir kesalahan prosedur pengisian *grease* serta over greasing pada motor listrik. Studi kasus yang dilakukan serta penerapan alat yang langsung digunakan pada kawasan industry menjadi kelebihan dalam penelitian kali ini.

II. METODE PENELITIAN

Dalam metode penelitian berikut dibagi menjadi beberapa tahapan pengerjaan untuk memudahkan proses penelian sebagai berikut.

A. Diagram Alir

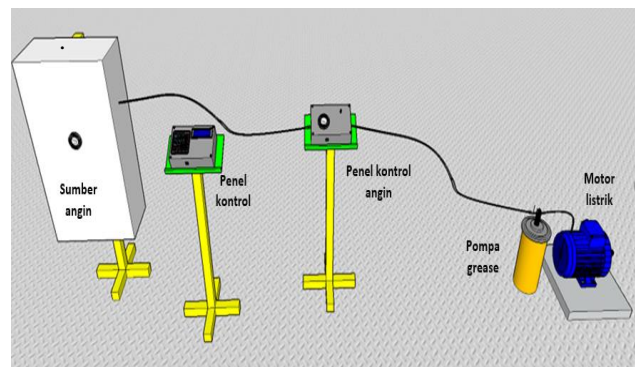
Proses merancang penelitian kali ini digunakan diagram alir untuk menggambarkan tahapan-tahapan yang dilalui selama proses perancangan dan pengerjaan. Metodologi yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 1 yang memperlihatkan aliran tahap serta proses yang dilakukan. Perancangan sistem dimulai dengan menentukan kontroler dan mekanik yang akan digunakan dalam sistem rancangan. Perakitan dan kalibrasi dilakukan dengan memperhitungkan durasi kerja dari *bearing* dan motor yang dijalankan pada perusahaan. Pengujian sistem bertujuan untuk mengevaluasi hasil perhitungan matematis tentang kebutuhan grees yang diberikan pada motor sesuai dengan diameter *bearing*.



Gambar 1. Diagram Alir

B. Diagram alur Pengisian Grease

Dalam proses pengisian *grease* manual umumnya dengan menggunakan pompa *grease* yang di *inject* langsung kedalam motor listrik. Dalam perancangan kali ini Pompa Grees dikendalikan oleh kontrol angin dengan memberikan bukaan tekanan tertentu pada sumber angin sehingga akan memberikan efek tekanan pada selang distribusi *grease* yang telah berisikan *grease*. Buka tutup katup valve akan menentukan besaran jumlah *grease* yang akan diterima oleh *bearing* pada motor berdasarkan pengaturan tegangan input yang diberikan oleh kontroller. Pada gambar 2 dapat dilihat pompa *grease* yang terhubung dengan selang distribusi *grease* mengarah langsung ke motor listrik.



Gambar 2. Desain Alur Pengisian Grease

C. Menentukan Jumlah Kebutuhan Grease Motor

Pengisian *grease* pada motor listrik harus dilakukan dengan benar sesuai dengan kebutuhan *grease* motor tersebut. Kesalahan dalam memperhitungkan kebutuhan *grease* dapat membuat kelebihan *grease* (overgreasing) atau kekurangan *grease* pada motor. Hal tersebut dapat memperpendek umur *bearing*. Sehingga diperlukan panduan untuk menentukan kebutuhan *grease* pada motor. [3]

$$V = \frac{\pi}{4} B (D^2 - d^2) \times 10^{-3} - \frac{M}{7,8 \times 10^{-3}}$$

Atau

$$Gq = 0,005 \times D \times B$$

Dimana :

V = Volume kosong bearing (cm³)

Gq = banyak grease (gram)

D = diameter luar bearing (mm)

B = lebar bearing (mm)

d = Diameter dalam bearing (mm)

M = Massa Bearing (kg)

D. Menentukan Waktu Pengisian Grease

Perawatan bearing pada motor listrik merupakan suatu hal yang penting, agar motor listrik tetap berfungsi dengan baik dan memberikan *lifetime* pada bearing lebih lama, sehingga memerlukan panduan jadwal pengisian grease. Tabel 1 merupakan faktor kondisi motor. Waktu pengisian grease dapat menggunakan rumus dibawah untuk menentukan waktu pengisian grease pada motor. [3]

$$T = K \times \left[\frac{(14,000,000)}{n \times (d^{0.5})} - 4 \times d \right]$$

Dimana :

T = Waktu pengisian grease

K = Faktor kondisi motor "Ft x Fc x Fm x Fv x Fp x Fd"

n = Kecepatan putaran (RPM)

d = Diameter lubang bearing

Tabel 1. Faktor Kondisi Motor

Kondisi	Rentang operasi rata-rata (°C)	Faktor koreksi
Suhu (Ft)	Dibawah 65,5	1,0
	65,5 – 79,4	0,5
	79,4 – 93,3	0,2
	Diatas 93,3	0,1
Pencemaran (Fc)	ringan dan debu tidak abrasive	1,0
	berat dan debu tidak abrasive	0,7
	Ringan, debu abrasive	0,4
	Berat, debu abrasive	0,2
Kelembapan (Fm)	Kelembapan dibawah 80%	1,0
	Kelembapan 80 – 90%	0,7
	Sangat lembab	0,4
	Berada di air	0,1
Vibration (Fb)	Kurang dari 5 mm/sec	1,0
	5 – 10 mm/sec	0,5
	Diatas 10 mm/sec	0,3
Posisi (Fp)	Posisi bearing horizontal	1,0

Kondisi	Rentang operasi rata-rata (°C)	Faktor koreksi
	Posisi bearing 45°	0,5
	Posisi bearing vertikal	0,3
Desain bearing	Ball bearing	10
	Rol silinder	5,0
	Rol temper dan bulat	10

E. Penentuan Jenis Grease

Lubrikasi bearing menggunakan grease harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan padadunia industri. Berdasarkan Standar yang telah ditetapkan oleh *National Lubricating and Grease Institute (NLGI)* kategori grease terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Standarisasi Grease berdasarkan sifat dan kepadatannya.

NO	Nomor NLGI	Penetrasi menurut ASTM (10 ⁻¹ mm)	Wujud pada suhu kamar
1	000	445 – 475	Sangat cair
2	00	400 – 430	Cair
3	0	335 – 385	Semi cair
4	1	310 – 340	Sangat lembut
5	2	256 – 295	Lembut
6	3	220 – 250	Semi padat
7	4	175 – 205	Padat
8	5	130 – 160	Sangat padat
9	6	85 – 155	Extra padat

Tabel 2. Merupakan tabel penentuan Grease yang digunakan pada sistem pelumasan mesin industri. Dalam penelitian ini grease yang digunakan yaitu grease dengan nomor NLGI 3 dengan sifat kepadatan semi padat.

F. Perakitan sistem keseluruhan

Pada perakitan sistem keseluruhan dilakukan dengan menggunakan kompresor angin bertekanan dengan pengaturan tekanan yang distabilkan. Pada gambar 3 dapat dilihat gambar keseluruhan sistem yang terpasang pada industri HPAL divisi PAWANJI



Gambar 3. Sistem Secara Keseluruhan

G. Perhitungan nilai error sistem

Untuk menentukan nilai besaran error pada sistem pengisian maka dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Error = \frac{Kebutuhan\ grease - keluaran\ pompa}{kebutuhan\ grease} \times 100\%$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Lokasi Penelitian

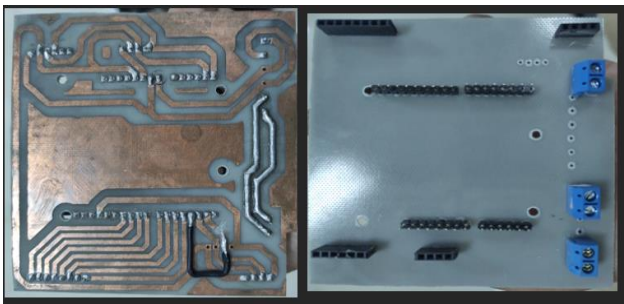
Pada gambar 4 dapat dilihat gambaran dari area penelitian yang dilakukan. **Pawanji** merupakan salah satu tempat pada bagian produksi di departemen **HAPL** yang ada pada kawasan industri morowali di mana baja gulungan ditembak menggunakan bola baja dengan tujuan untuk mengikis kerak pada permukaan baja. pada bagian ini terdapat 8 buah motor dengan spesifikasi beragam yang berperan sebagai penggerak mesin penembak bola baja. Namun pada umumnya Pawanji menggunakan motor 22 KW sebagai pegerak utamanya.



Gambar 4. Pawanji (penembak bola baja)

B. Pembuatan Panel Kontrol Angin

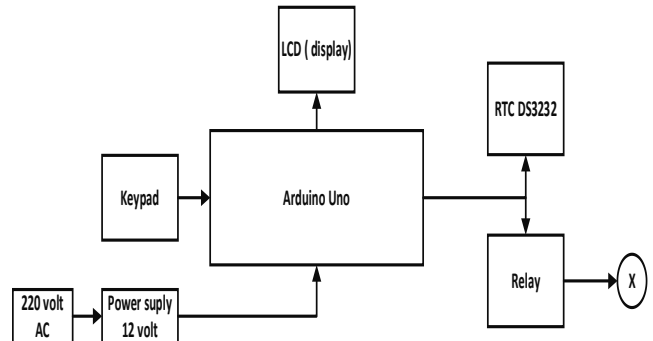
Dalam proses pembuatan panel kontrol meliputi pencetakan skematik rangkaian pada PCB dan perakitan komponen kontrol.



Gambar 5. Rangkaian Utama panel kontrol angin

C. Sistem panel kontrol

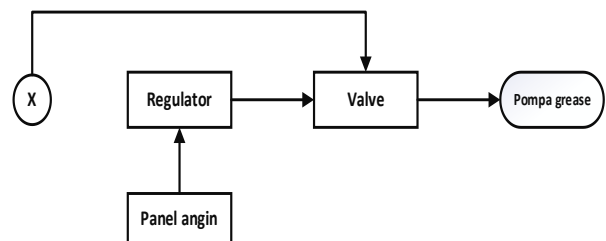
Pada gambar 6 menampilkan sistem panel kontrol menggunakan Arduino uno sebagai mikrokontroler untuk mengatur jadwal pengisian *grease* dan lama pengisian *grease*. Pada sistem ini digunakan *keypad* sebagai input masukan berupa perintah dan LCD sebagai *display* tampilan yang menunjukkan lama operasi *valve pneumatik* yang menijeksi angin ke pompa *grease* sedangkan *output* nya adalah relay.



Gambar 6. Sistem kontrol panel

D. Sistem distribusi kontrol angin

Pada gambar 7 dapat terlihat sistem distribusi kontrol angin menggunakan *valve pneumatik* sebagai katup otomatis. *Valve pneumatik* diatur oleh sistem kontrol untuk membuka atau menutup katup tujuannya agar sistem dapat mengontrol angin yang menuju ke pompa *grease*. Durasi buka dan tutupnya valve pneumatik akan menentukan bobot *grease* yang akan dipompa kedalam motor listrik. Sebagai saluran udara dalam sistem distribusi angin digunakan selang khusus yaitu jenis RAT126M dengan kemampuan tahan tekanan udara tinggi dengan diameter selang distribusi 6x4 mm.



Gambar 7. Sistem distribusi kontrol angin

E. Kalibrasi System pada Motor Industri.

Kalibrasi sistem dilakukan pada Industri HAPL (*Hot Annealing Pickling Line*) pada bagian pawanji (penembak bola baja) dengan spesifikasi motor listrik yang digunakan sebesar 22KW dengan nomor *bearing* 6308.

Tabel 3. Data spesifikasi motor 22 KW

Nomor bearing	Rpm	Jenis bearing	Diameter bearing (D)	Lebar bearing (B)	Diameter lubang (d)
6308	1465	Ball bearing	90mm	23mm	40mm

Tabel 3 menunjukkan data spesifikasi motor listrik yang digunakan dengan kemampuan kerja yang dapat dioperasikan

pada kecepatan 1465 RMP. Diameter lubang *bearing* pada motor listrik tersebut sebesar 40mm. Pada kalibrasi sistem, tekanan udara yang digunakan diatur pada tekanan sebesar 0,8 bar. Area kerja yang menjadi tempat uji kalibrasi memiliki suhu sebesar 51,8°C dengan daerah yang memiliki tingkat kontaminasi tinggi yaitu daerah berdebu. Pada spesifikasi motor tersebut diperoleh pengukuran hasil getaran 4.3 mm/s saat dioperasikannya motor. Posisi pemasangan *bearing* pada motor yang digunakan terpasang dengan kemiringan 45° dimana kelembaban pada area tersebut normal dengan kondisi area kering.

F. Perhitungan Kebutuhan Motor dan Lama Pengisian Grease.

Berdasarkan tabel 3 data spesifikasi motor maka digunakan persamaan sebagai berikut.

$$Gq = 0,005 \times D \times B$$

$$Gq = 0,005 \times 90 \times 23$$

$$= 10,35 \text{ gr}$$

Hasil perhitungan tersebut merupakan kebutuhan *grease* pada motor 22KW. Selanjutnya dari hasil perhitungan tersebut dilakukan perhitungan kembali untuk menentukan lama pengisian *grease* dan jumlah kebutuhan *grease* pada motor 22KW. Untuk menentukan pengisian *grease* maka digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Lama Pengisian} = \frac{\text{kebutuhan grease motor}}{0,44}$$

$$= \frac{10,35}{0,44}$$

$$= 23 \text{ detik}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka diperoleh lama waktu pengisian *grease* pada motor 22KW yaitu selama 23 detik.

G. Hasil Pengujian

Pengambilan data dilakukan pada bagian **HAPL PAWANJI** (penembak bola baja). Pengambilan data dilakukan pada satu motor dengan spesifikasi 22 KW dan nomor *bearing* 6308.

Tabel 4. Data pengujian lama operasi terhadap jumlah *grease*

NO	Lama operasi (s)	Jumlah <i>grease</i> (gram)
1	5	2,53
2	10	5,15
3	15	7,43
4	20	9,80
5	25	12,16

Dari tabel 4 dapat dilihat lama operasi merupakan delay pembukaan *valve pneumatik*. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan 5 kondisi delay pembukaan valve yaitu 5s, 10s, 15s, 20s dan 25s untuk mengetahui jumlah *grease* yang keluar dari pompa terhadap lama operasi.

Perhitungan kondisi motor dimasukan berdasarkan data kondisi motor, baik pada saat beroperasi maupun kondisi lingkungan motor. Kondisi yang dimaksud pada yaitu kontaminasi terhadap debu (Fc), kelembaban (Fm), posisi *bearing* pada motor (Fp), getaran motor (Fb), suhu motor (Ft)

dan jenis *bearing* (Fd). Kondisi tersebut digunakan untuk menentukan nilai K pada perhitungan berikut :

$$T = K \times \left[\frac{(14,000,000)}{n \times (d^{0.5})} - 4 \times d \right]$$

$$T = 2 \times \left[\frac{(14,000,000)}{9258} - 160 \right]$$

$$T = 2 \times 1512$$

$$T = 3204$$

Berdasarkan perhitungan tersebut maka diperoleh waktu pengisian *grease* pada motor secara berkala yaitu setiap 3204 jam pemakaian. Selanjutnya perhitungan besaran nilai error yang kemungkinan terjadi pada system rancangan kali ini digunakan rumus

$$\text{Error} = \frac{\text{Kebutuhan grease} - \text{keluaran pompa}}{\text{kebutuhan grease}} \times 100 \%$$

$$\text{Error} = \frac{10,35 - 10,24}{10,35} \times 100 \%$$

$$\text{Error} = 0,89 \%$$

Dimana keluaran pompa merupakan nilai pengukuran yang diperoleh dari lama pengisian dalam detik dikonversi menjadi nilai gram dengan nominal 10.24.

IV. KESIMPULAN

Akhirnya penelitian ini dapat menyajikan data dari hasil rancang bangun sistem distribusi *grease* secara otomatis dengan metode penjadwalan pada lokasi penelitian HAPL yang berada dalam kawasan PT IMIP. Dari proses rancang bangun yang telah dilakukan, sistem pendistribusian *grease* dengan metode penjadwalan dapat berjalan dengan baik. Sistem mampu mendistribusikan *grease* sesuai dengan kebutuhan motor listrik 22KW yang digunakan pada departemen PAWANJI. Perhitungan error dilakukan untuk mengukur akurasi pemberian *grease* pada motor dengan besar error 0.89%. *Bearing* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *bearing* dengan nomor 6308 dengan diameter lobang sebesar 40mm. valve pneumatik juga bekerja secara sempurna dalam sistem ini, dengan besaran tekanan angin yang digunakan sebesar 80 bar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kawasan industry di Morowali terkhusus PT HAPL (Hot Annealing Pickling Line) yang telah bersedia memberikan

kesempatan untuk peneliti sehingga dapat melakukan penelitian dilokasi departemen PAWANJI.

REFERENSI

- [1] Firmantara, I. A., I, M. H. H., & P, B. H. "Pelumasan Rantai Otomatis Pada Roller Chain Conveyor Menggunakan Metode Regresi Linear". *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (J-PTIIK) Universitas Brawijaya*, , pp 2771–2780,2018.
- [2] Anas Rullah, N. 2019 . 1 Perancangan Mesin Distribusi Grease Di Pt. Xyz Dengan Metode Vdi 2221. 1–12.
- [3] Machinery Lubrication 2018 calculating grease quantity, frequency, <https://www.machinerylubrication.com/Read/grease-quantity-frequency> diakses 4 Agustus. 2022
- [4] Bo Su and Li Wang, "Study on control system of grease lubrication," *2010 8th World Congress on Intelligent Control and Automation*, 2010, pp. 4240-4243, doi: 10.1109/WCICA.2010.5553838.
- [5] B. Rajkumar, V. Sanjeev, M. Surya, S. Sanjeev, A. A. Raja and S. Srikanth, "Embedded Based Automatic Chain Lubrication System," *2020 6th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)*, 2020, pp. 1218-1221, doi: 10.1109/ICACCS48705.2020.9074340.
- [6] K. Wang, X. Liu, X. Wu and Z. Zhu, "Condition monitoring on grease lubrication of rolling bearing using AE technology," *2017 9th International Conference on Modelling, Identification and Control (ICMIC)*, 2017, pp. 595-599, doi: 10.1109/ICMIC.2017.8321525.
- [7] Heinz P. Bloch; Kenneth E. Bannister, "Chapter 8 Lubricating Greases," in *Practical Lubrication for Industrial Facilities* , River Publishers, 2017, pp.141-160.
- [8] M. Afandy, F. A. Samman and A. Ejah Umraeni Salam, "Performance Comparative study on DC-DC Boost Converters Non-Isolated Configurations," *2019 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, Yogyakarta, Indonesia, 2019, pp. 728-732, doi: 10.1109/ICOIACT46704.2019.8938481.
- [9] X. Li, L. Wang and L. Gu, "Performance of high-speed grease lubricated hybrid ceramic ball bearing," in *Tsinghua Science and Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 322-326, June 2004.
- [10] S Melangi, M Asri, S A Hulukati, " Sistem Monitoring Informasi Kualitas dan Kekeruhan Air Tambak Berbasis Internet of Things", *Jurnal of Electrical and Electronics Engineering*, doi: 0.37905/jjee.v4i1.12061 , pp 77-82, 2022
- [11] K. Wang, X. Liu, X. Wu and Z. Zhu, "Condition monitoring on grease lubrication of rolling bearing using AE technology," *2017 9th International Conference on Modelling, Identification and Control (ICMIC)*, Kunming, China, 2017, pp. 595-599, doi: 10.1109/ICMIC.2017.8321525.
- [12] M. Afandy, I hidayat, A H Mubarak, F R Rahman, A . Latifaf, "Pemodelan dan Analisa Kendali PI Static dan PI Adaptive DC-DC Boost Converter", *Jurnal of Electrical and Electronics Engineering*, doi: 10.37905/jjee.v4i2.13531 , pp 131-136, 2022
- [13] J. Duan, Z. Xia, G. Xu, Z. Dan, S. Zhang and L. Liang, "Lubrication Condition Monitoring and Evaluation of Rolling Bearing Based on Acoustic Emission," *2018 IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM)*, Seattle, WA, USA, 2018, pp. 1-7, doi: 10.1109/ICPHM.2018.8448881.
- [14] SA Hulukati, S Abdussamad, A R Langinusa, " Rancang Bangun Swich On/Off Air Conditioner Dengan Suara Manusia " *Jurnal of Electrical and Electronics Engineering*, doi: 10.37905/jjee.v4i1.11760 , pp 16-21, 2022
- [15] I Hidayat, Al Mahdali, M Afandy, " Analisis Perbandingan Inverter Satu Fasa PWM dan SPWM dengan Trafo ", *Jurnal of Electrical and Electronics Engineering*, doi: 10.37905/jjee.v4i1.11900 , pp 27-32, 2022
- [16] R S. Poliyama, F E P Surusa, R K Abdullah, " Rancang Bangun Alat Sistem Monitor Lampu Jalan Umum Tenaga Surya Berbasis Teknologi Lo – Ra", *Jurnal of Electrical and Electronics Engineering*, doi: 10.37905/jjee.v3i2.10202, pp 34-40, 2021.