

PENENTUAN INTERVAL WAKTU MAINTENANCE FORKLIFT TERHADAP KOMPONEN KRITIS BERDASARKAN DATA KERUSAKAN MESIN MENGGUNAKAN METODE PREVENTIVE AGE REPLACEMENT (Studi kasus: PT. XXX)

Gustama P. Alhadi¹⁾, Din Aswan Amran Ritonga²⁾, Junaidi³⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan

Email: alhadiputragustama@gmail.com

Abstrak

Forklift adalah salah satu alat pengangkat yang berfungsi untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lainnya, dengan jarak pendek dan ketinggian tertentu, alat berat ini sangat berguna karena dapat memindahkan barang yang sangat berat ke arah vertikal maupun horizontal. Permasalahan yang sering khususnya terkait dengan kerusakan pada komponen-komponen unit pada PT. XXX, yang tersusun atas bagian utama yaitu mesin forklift. Kerusakan pada bagian tersebut dapat mengakibatkan jam berhenti (*downtime*) dan *delay* pada proses produksi yang mengakibatkan kinerja mesin menjadi kurang efektif dan efisien. Efektivitas dalam proses produksi perlu strategi yang tepat untuk menjaga mesin agar dapat beroperasi dengan cara menentukan interval waktu perawatan (*maintenance*) peralatan yang optimal dengan menggunakan metode *criticality analysis*. Setelah dilakukan perhitungan dengan metode *criticality analysis* diperoleh bahwa komponen sistem hidrolik dan transmisi merupakan komponen kritis. Selanjutnya, tindakan penggantian pencegahan untuk komponen sistem hidrolik dapat dilakukan setelah beroperasi selama 6800 jam. Pada komponen transmisi dapat juga dilakukan setelah beroperasi selama 900 jam atau pada saat overhaul. Sedangkan tindakan pemeriksaan untuk komponen sistem hidrolik dilakukan setelah beroperasi selama 620.76 jam, komponen transmisi dilakukan setelah beroperasi selama 540,39 jam. Setelah dilakukan pengecekan dan pemeriksaan diperoleh nilai *avaibility* dari kedua komponen tersebut di atas 95% yang artinya pemeriksaan dapat meningkatkan ketersediaan dan mencegah terjadinya *downtime* pada unit serta mengoptimalkan proses produksi.

Kata Kunci: Maintenance, Preventive maintenance, Downtime, Critical analysis, Forklift, Sistem hidrolik, Taransmisi, Avaibility.

Abstract

A forklift is a lifting tool that functions to move goods from one place to another, with a short distance and a certain height, this heavy equipment is very useful because it can move very heavy goods in a vertical or horizontal direction. Problems that are often especially related to damage to unit components at PT. XXX, which are composed of the main part, namely the forklift engine. Damage to this section can result in downtime and delay in the production process which results in machine performance being less effective and efficient. Effectiveness in the production process requires the right strategy to keep the machine in operation by determining the optimal maintenance time interval using the criticality analysis method. After calculating with the criticality analysis method, it is found that the components of the hydraulic system and transmission are critical components. Furthermore, preventive replacement measures for hydraulic system components can be taken after 6800 hours of operation. The transmission component can also be done after operating for 900 hours or during an overhaul. While the inspection action for hydraulic system components is carried out after operating for 620.76 hours, the transmission component is carried out after operating for 540.39 hours. After checking and inspection, the availability value of the two components is above 95%, which means that the inspection can increase availability and prevent downtime in the unit and optimize the production process.

Keywords: Maintenance, Preventive maintenance, Downtime, Critical analysis, Forklifts, Hydraulic systems, transmission, Avaibility.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan dibidang manufacturing makanan ringan dan meningkatnya permintaan konsumen, menyebabkan produksi manufacturing makanan ringan ini semakin dituntut meningkatkan produktifitas dan kualitas. Adapun efisiensi waktu dalam proses produksi sangatlah mendukung untuk tercapainya target produksi dalam memenuhi permintaan dan kepuasan konsumen dan luasnya area pabrik sering menjadi kendala terlambatnya proses produksi yang telah direncanakan, maka dari itu diperlukan peran mesin yang dapat menjadi solusinya [1]. Di PT. XXX khususnya di area departemen gudang memiliki suatu alat angkat yang bernama *forklift*, *forklift* ini selain mampu mentransfer barang ke suatu tempat juga dapat di gunakan untuk melakukan pengangkatan palet-palet dan peroses loading muat barang jadi ke truck ekspedisi [2]. Untuk menjaga kondisi *forklift* di butuhkan sistem perawatan yang baik agar peroses produksi berjalan dengan lancar. Sistem maintenance ini untuk menentukan interval waktu perawatan sebagai suatu pendekatan dalam perawatan dimana mengorganisasikan seluruh karyawan adalah suatu langkah yang tepat dalam melangsungkan manajemen perawatan peralatan yang dapat mendukung fasilitas produksi yang handal [3]. Akan tetapi banyak sekali kendala-kendala yang di temukan dalam peroses produksinya sehingga aktifitas proses transfer bahan baku dan proses loading muat barang jadi tersebut akan mengalami keterlambatan waktu dan juga akan menambah biaya produksi [1]. Perusahaan terkadang tidak memperhatikan kendala-kendala yang mungkin tergolong kecil, akan tetapi proses transfer bahan baku dan penyelesaian proses loading muat barang jadi dituntut sesuai jadwal yang telah di tentukan. Dalam upaya kelancaran produksi [4]. Di PT. XXX telah menetapkan standarisasi operasional inturuksi kerja sebagai panduan dan cara kerja dan bagi karyawan, menetapkan metoda pemeliharaan untuk menangani timbulnya kerusakan pada *forklift*, salah satunya metoda pemeliharaan rutin supaya kondisi *forklift* dapat terkontrol. Kegiatan ini dapat di lihat pelaksanaanya pada jadwal pemeliharaan *forklift* yang telah di buat oleh dapartemen teknik dan juga melaksanakan perawatan korektif sebagai usaha untuk memulihkan kondisi *forklift* setelah terjadi gangguan [3]. Adapun tujuan dari penelitian ini menentukan penjadwalan interval waktu

perawatan pada *forklift* dengan menggunakan metode *preventive age replacement* dan memberikan tindakan dalam penjadwalan perawatan *forklift* 3 ton untuk kedepannya di PT. XXX agar tercapainya target produksi yang ditentukan perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perawatan (Maintenance)

Perawatan didefinisikan sebagai kegiatan merawat fasilitas. Sehingga fasilitas tersebut berada pada kondisi yang siap pakai sesuai dengan kebutuhan, dengan kata lain perawatan merupakan aktifitas dalam rangka mengupayakan fasilitas produksi berada pada kondisi/kemampuan produksi yang dikehendaki [3].

Preventive Maintenance (Perawatan Pencegahan), dilaksanakan untuk mempertahankan sistem dalam keadaan siap beroperasi dengan cara sistematis dan periodic memberikan inspeksi, deteksi dan pencegahan awal. Dalam kegiatan ini digunakan peralatan pendukung perawatan secukupnya serta personil dengan kemampuan yang tidak memerlukan tingkat spesialisasi yang tinggi. Kejadiannya antara lain menyiapkan sistem servicing dan perbaikan ringan [4].

Corective Maintenance (Perawatan Kerusakan), adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik dan hanya dilaksanakan sesudah terjadinya kerusakan. Hal ini bukan berarti bahwa aktifitas tidak dapat diramalkan karena pada kenyataanya ke dua metode tersebut memperlihatkan kebijakan [4].

2.2 Kegiatan dan Dukungan Perawatan

Sistem.

Pelaksanaan pencapaian tujuan yang memerlukan beberapa aspek dukungan dengan bertitik tolak pada pokok-pokok yang merupakan kebijakan yang harus diakui. Untuk mengetahui berbagi kegiatan perawatan sistem yang dilaksanakan, perlu dipahami ketentuan bentuk macam dan interval/toleransi perawatan.: 0.105 Watt [1].

2.3 Konsep Maintainabilitas

Maintainabilitas suatu perawatan didefinisikan sebagai probabilitas peralatan yang kerusakan dan dapat beroperasi kembali dalam waktu perawatan "T" tertentu, dimana tindakan perawatan seperti perbaikan (*repair*), *overhaul*, atau penggantian (*replacement*) dilakukan. Jika

f(t) adalah fungsi *density* probabilitas terhadap waktu yang dibutuhkan untuk mempengaruhi tindakan, maka maintainabilitas dari suatu peralatan dapat didefinisikan sebagai:

$$T \int_0^{\infty} Of(t) d.....(4)$$

Maintanabilitas memerlukan pertimbangan banyak faktor yang berbeda meliputi semua aspek dari suatu sistem dan pengukuran terhadap maintainabilitas sering melibatkan kombinasi gabungan seperti dibawah ini:

1. **MTBF** (Mean Time Between Failures) waktu rata-rata diantara perawatan yang meliputi kebutuhan perawatan preventive (terjadwal) dan perawatan corrective (tak terjadwal). Hal ini meliputi pertimbangan terhadap reliability (keandalan) dan MTBF mungkin saja pertimbangan sebagai parameter reliability. $MTBF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\sum f_{pti} + \sum f_{cti}}$(1)
2. **MTTF** (Mean Time To Repair) waktu rata-rata pelepasan atau penggantian suatu item sehubungan dengan tindakan perawatan, biasanya menghasilkan kebutuhan suku cadang .Perawatan terencana Perawatan tak terencana Perawatan pencegahan Perawatan kerusakan.....(2)
3. M' . Waktu rata-rata perawatan aktif (fungsi dari Mct dan Mpt). $M = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{f_{pt} + f_{ct}}$ (3)
4. Mct. Waktu perawatan koreksi, sama dengan waktu rata-rata repair (MTTR) $M = n \sum_{i=1}^n Mct$ (4)
5. M' Waktu rata-rata perawatan *preventive*. $M'_{pt} = \frac{\sum (f_{pti})(M_{pti})}{\sum f_{pti}}$(5)
6. M' ct. Median waktu perawatan koreksi sama dengan waktu repair peralatan **ERT**=(Equitment Repair Time).....(6)
7. M' pt. Median aktif waktu perawatan *preventive* $M'_{pt} = \text{Anti log} \frac{\sum (f_{pti})(M_{pti})}{\sum f_{pti}}$ $M'_{ct} = \text{Anti log} \frac{\sum (f_{cti})(M_{cti})}{\sum f_{cti}}$ $M = \text{Anti log} \frac{\sum (f_{pti})(M_{pti}) + \sum (f_{cti})(M_{cti})}{\sum f_{pti} + \sum f_{cti}}$(7)
8. **MTTR** (*Mean Time To Repair*) Waktu rata-rata geometric untuk repair.....(8)
9. M max. Waktu maximum perawatan koreksi (biasanya ditentukan pada 90% dan 95% *confidence inteval*) $M_{max} = \text{Anti Log} \frac{1}{\log Mct + Z \sigma \log Mcti}$ (9)
10. MTD. (*Maintenance time down*) jumlah waktu selama item tidak dalam kondisi baik.....(10)
11. untuk melakukan fungsi dan tugasnya. MTD meliputi M , waktu delay logistic dan waktu delay administrasi..... (11)
12. **TAT**. (Turn Around Time). Waktu diperlukan perawatan untuk service, repair dan pertanggung jawaban kembali pemeriksaan suatu item(12)
13. **Failt Isolation Accuray**. Ketepatan dari diaknosis suatu item peralatan dalam persen

-(13)
14. **Sel-Test Thoroughness**. Lingkup, kedalaman dan ketetapan dari suatu pengujian(14)

2.4 Pengertian Keandalan

Keandalan adalah probabilitas suatu sistem yang mempunyai performansi sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam selang waktu dan kondisi operasi tertentu. Dalam definisi tersebut ada empat elemen antara lain yaitu, probability, performance yang memuaskan, waktu dan kondisi operasi khusus [1].

2.5 Fungsi Keandalan

Keandalan dapat di definisikan secara singkat yaitu sebagai ke mungkinan bahwa sistem atau hasil produksi akan berperan dalam keadaan yang memuaskan pada suatu periode waktu yang ditentukan jika dipergunakan pada suatu kondisi operasi yang telah ditentukan. Adapun fungsi keandalan $R(t) = 1 - F(t)$

2.6 Laju Kerusakan (Failure rate)

Laju dimana kerusakan terjadi pada interval waktu yang ditetapkan disebut laju kerusakan pada interval tersebut [6]. Laju kerusakan (λ) dirumuskan:

$$\lambda = \frac{\text{Banyak Kerusakan Yang Terjadi}}{\text{Jumlah Jam Oprasi}}$$

2.7 Konsep Availabilitas

Berhubungan dengan probabilitas suatu peralatan untuk melakukan operasi secara memuaskan pada kondisi dan periode tertentu. Secara sistematis dapat dirumuskan sebagai berikut [7].

$$AV = \frac{Uptime}{Uptime + Downtime}$$

2.8 Preventive Maintenance

Preventive Maitenance adalah perawatan suatu peralatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya *breakdown*. Secara kontinu dan periodik serta dengan perlakuan khusus sesuai dengan spesifikasi yang ada pada peralatan tersebut. *preventive maintenance*, merupakan bagian dari suatu kerusakan yang mungkin akan terjadi pada peralatan melalui pemeriksaan yang kontinu dan periodic [3].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

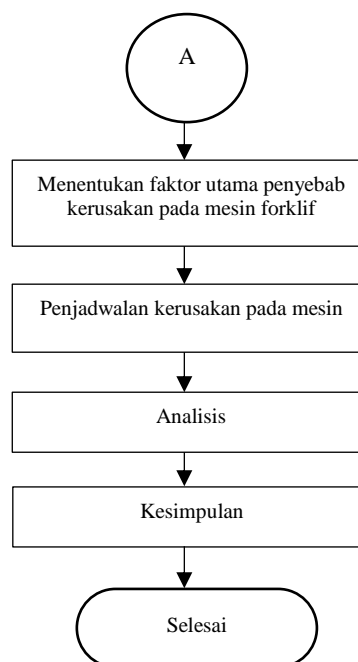
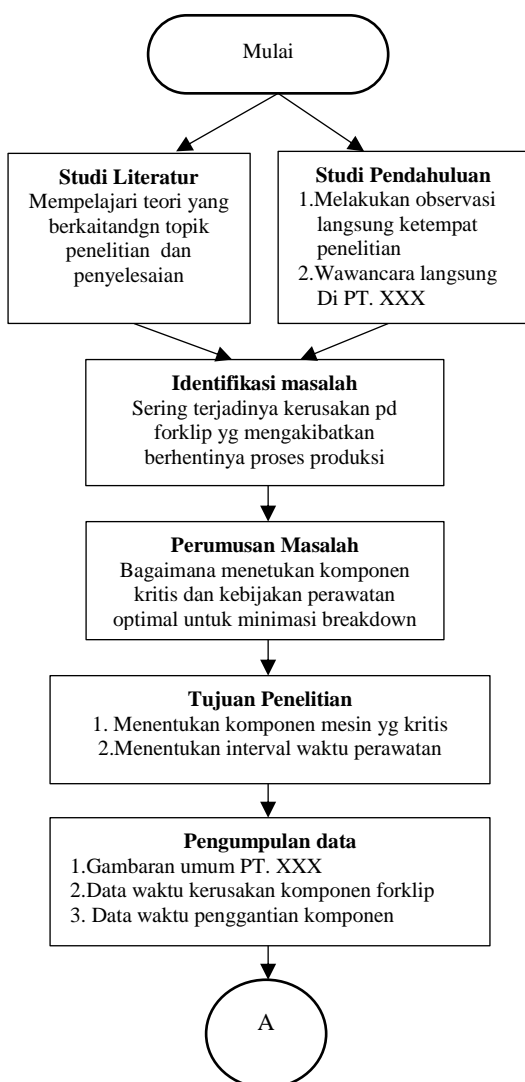
Penelitian pada mesin forklift 3 ton melalui perawatan mesin hanya diterapkan pada kerusakan sehingga data yang di ambil adalah data kerusakan mesin forklift 3 ton, dari bulan Mei 2019 sampai dengan bulan April 2020. Dalam menentukan

sistem manajemen perawatan yang tepat pada forklift 3 ton. Penulis mengambil data dengan cara melakukan wawancara kepada teknisi, menanyakan penyebab kerusakan di forklift, seperti kerusakan pada sistem transmisi, rantai, sistem hidrolik, sistem break roda, engine dan lainnya, instruksi safety saat menjalankan, dan hal lainnya yang tentunya berhubungan erat dengan proses perawatan dan perbaikan pada forklift tersebut [4].

Tabel 1. Data maintenance forklift 3 ton

Data waktu maintenance/perawatan forklift 3 ton				
no	Bagian kerusakan	kerusakan	rangkaian	Waktu perawatan
1	raditor	Servis radiator	Ganti selang	1.440
	Pompa injeksi	Servis injeksi	Perbaikn injek pom	960

3.1 Flowchart/Diagram Alur



Gambar 1. Diagram alur prosedur penelitian.

3.2 Data waktu operasi

forklift 3 ton pada april 2019 sampai Mei 2020 dapat dilihat pada tabel 2 [7].

Tabel 2. Data waktu operasi forklift 3 ton

Mesin	Bulan	Waktu Operasi forklif				Total operasi waktu Forklif Jam (hari + jam)
		Senin jumat (8 jam kerja)	Sabtu (5 jam kerja)	Senin jumat (jam) hari x 24	sabtu (jam) Hari x 15	
Forklif 3 ton	Mei	23	4	552	60	612
	Juni	20	5	480	75	555
	April	22	4	528	60	588
Total operasi						7.068

3.3 Penentuan Mesin Kritis

Penentuan mesin kritis yang terdapat pada mesin forklift adalah dengan menggunakan metode *criticality analysis* yang merupakan metode untuk mengetahui nilai kekritisan dari suatu mesin atau komponen sehingga hasil penilaiannya dapat dijadikan input dalam perawatan mesin [7].

Tabel 3. Kekeiritasan Komponen

Menu	Bulan	Waktu Operasi forklif				Total operasi waktu Forklift (jam + hari)
		Senin jumat (8 jam kerja)	sabtu (5 jam kerja)	Senin jumat (jam) hari x 24	sabtu (jam) Hari x 15	
Forklift 3 ton	Mei	23	4	552	60	612
	Juni	20	5	480	75	555
	April	22	4	528	60	588
	Total operasi					7.068

3.4 Penentuan downtime komponen kritis

Setelah mengetahui komponen yang kritis maka langkah selanjutnya adalah menentukan komponen yang memiliki tingkat downtime kritis paling besar sampai yang terkecil dengan menggunakan konsep ABC yaitu metode pareto [8].

Tabel 4. Nilai persentase downtime komponen Forklift

No	Komponen	Downtime (Menit)	Downtime (%)	Kumulatif down	Kategori
1	sistem hidrolik	9120	31,80%	31,80%	A
2	Transmisi	5280	18,41 %	50,21%	A
Total		28680	100,00%		

3.5 Perhitungan Waktu Kerusakan (TTF) dan Perhitungan Waktu Perbaikan Kerusakan (TTR)

Waktu antar gangguan atau *Time To Failure* (TTF) merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan antara perbaikan kerusakan i dengan lama operasi periode gangguan i + 1. Sedangkan *Time To Repair* (TTR) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki susatu komponen yang mengalami kerusakan. Perhitungan waktu antar kerusakan dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut: $TBF_{i+1} = O_{i+1} - O_i - TTR_i$(8)

Tabel 5. Data TTR Dan TTF sistem hidrolik

No	Tanggal	Downtime (jam)	TTR (Jam)	TTP (Jam)
1	17 Mei 2019	16	16	0
2	26 Agustus 2019	16	16	2408
3
4	04 Febuari 2020	24	24	736

Tabel 6. Data TTR Dan TTF transmisi

No	Tanggal	Downtime (jam)	TTR (Jam)	TTP (Jam)
1	26 sep 2019	40	40	0
2	23 Okt 2019	8	8	608
3
4	05 Maret 2020	16	16	696

3.6 Perhitungan Index Of Fit Time To Failure (TTF) Pada sistem hidrolik dan Transmisi.

Selanjutnya yaitu menghitung *index of fit* dengan mengetahui *least square curve fitting* komponen sistem hidrolik dan sistem transmisi dapat dilihat pada table 7 [9].

Tabel 7. Data TTF sistem hidrolik dan sistem transmisi

Index Of Fit			
Nama komponen	Distribusi Eksponeusia	Distribusi Lognormal	Distribusi Weibull
System Hidrolik	-0.86	0.95	0.87
Transmisi	-0.97	0.75	0.96

Dengan melihat tabel 7, dapat diketahui nilai *index of fit* terbesar yaitu untuk komponen sistem hidrolik dengan distribusi *lognormal* sebesar 0.95, dan komponen transmisi dengan distribusi *weibull* sebesar 0.96.

3.7 Perhitungan Parameter Time To Repair (TTR) Pada sistem hidrolik dan Transmisi.

Perhitungan parameter untuk *time to repair* pada komponen sistem hidrolik yang berdistribusi *lognormal*, transmisi berdistribusi *weibull* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Data TTR sistem hidrolik dan sistem transmisi

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	TTR (Jam)
Forklift	System hidrolik	Lognormal	7.315
	Transmisi	Weibull	9.67

3.8 Perhitungan Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR).

Setelah dilakukan perhitungan parameter, tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan Mean Time To Failure (MTTF) dan perhitungan Mean Time To Repair (MTTR) pada komponen sistem hidrolik dan transmisi sesuai dengan distribusi masing-masing.

Rekapitulasi hasil perhitungan MTTF dan MTTR komponen kritis ditunjukkan pada tabel 9 dan tabel 10 [10].

Tabel 9. Rekapitulasi Mean time to failure (MTTF)

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	Parameter	MTTF (Jam)
Forklift	System hidrolik	Lognormal	S = 0.8 tmed = 4105.16	5653.3
	Transmisi	Weibull	$\Theta = 22.86$ $\beta = 1.17$	21.90

Tabel 10. Rekapitulasi Mean time to repair (MTTR)

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	Parameter	MTTR (Jam)
Forklift	System Hidrolik	Weibull	$\Theta = 3.11$ $\beta = 7.31$	9.66
	Transmisi	Lognormal	S = 0.71	12.44

3.10 Availability

Perhitungan *availability* ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan mesin setelah dilakukan perawatan yang bersifat preventif. interval kegiatan penggantian pencegahan dan interval pemeriksaan tidak saling mempengaruhi terhadap tingkat ketersediaan suatu komponen, kedua kejadian tersebut dapat dikatakan sebagai kejadian saling bebas, maka untuk dapat mengetahui peluang dua kejadian yang saling bebas adalah dengan mengalikan nilai *availability* dua kejadian tersebut. Rekapitulasi perbandingan nilai *availability* pada komponen kritis dapat dilihat pada tabel 11 [7].

Tabel 11. Rekapitulasi Availability Komponen

Nama Komponen	Availability jika dilakukan penggantian pencegahan	Availability jika dilakukan pemeriksaan	Availability total

System hidrolik	0.9995	0.983006	0.9825
Transmisi	0.98461	0.98156	0.96645

4. KESIMPULAN

Ada beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh antar lain:

- Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *preventif age replacemet* diperoleh mesin forklift yang kritis. Dan hasil penentuan komponen kritis dengan menggunakan konsep pareto, komponen yang kritis adalah sistem hidrolik dan Transmisi, tindakan perawatan yang dilakukan adalah *preventive maintenance* yang berupa pemeriksaan dan penggantian yang dilakukan secara terjadwal.
- Untuk komponen sistem hidrolik dapat berupa melakukan pengecekan secara visual dan melakukan pengecekan kualitas pelumas dan pengecekan aliran pelumasan untuk mencegah terjadinya kerusakan lebih lanjut.
- Untuk komponen transmisi kegiatan pemeriksaan yang dapat dilakukan dapat berupa perawatan atau pergantian material agar tidak mengalami kerusakan sehingga mengalami *break down*.
- Tindakan penggantian pencegahan untuk komponen sistem hidrolik dapat dilakukan setelah beroperasi selama 6800 jam.
- Pada komponen sistem transmisi dapat juga dilakukan setelah beroperasi selama 900 jam atau pada saat *overhaul*.
- Sedangkan tindakan pemeriksaan untuk komponen sistem hidrolik dilakukan setelah beroperasi selama 620,76 jam, komponen transmisi dilakukan setelah beroperasi selama 540,38 jam.
- Setelah dilakukan pengecekan dan pemeriksaan di dapat nilai *availability* dari kedua komponen tersebut diatas 95% yang artinya pemeriksaan dapat meningkatkan ketersediaan dan mencegah terjadinya *downtime* unit serta mengoptimalkan proses produksi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- E. Supriyanto, "Penentuan Interval Waktu Perawatan Forklift Scaglia Berdasarkan Data Laju Kerusakan Mesin Di PT. 'X,'" *Indept*, vol. 1, no. 3, pp. 1–8, 2011, [Online]. Available: <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indept/article/view/80/53>.
- M. Metode, L. O. T. Sizing, P. Pt, and P. Persero, "Perencanaan Kebutuhan Bahan

- Baku Produk Windlass Dengan Menggunakan Metode Lot Sizing Pada Pt Pindad (Persero),” *Image*, vol. 3, no. 1, 2014, doi: 10.17509/image.v3i1.2315.
- [3] A. P. Ramadhan and Iskandar, “PENENTUAN JADWAL PREVENTIVE MAINTENANCE MENGGUNAKAN METODE AGE REPLACEMENT PADA FORKLIFT 5 TON DI PT SWADAYA GRAHA Tujuan Penelitian Manfaat Penelitian,” vol. 01, pp. 54–61, 2015.
- [4] P. Simanungkalit, R. Yasra, and B. W. Widiado, “Perencanaan Sistem Perawatan Alat Angkat Kapasitas 5 Ton Dengan Metode Preventive Maintenance (Studi Kasus PT . Trikarya alam),” *Profisiensi*, vol. 4, no. 1, pp. 47–57, 2016.
- [5] P. Jalan *et al.*, *Engginer Maintenance*, vol. 3, no. 200. 2008.
- [6] H. Winarno and S. Y. Negara, “Analisis Productive Maintenance Di Pt . Sankyu Indonesia International,” *Jurnal Intech Teknik Industri*, vol. 2, no. 11, pp. 24–32, 2014.
- [7] D. Aswan and A. Ritonga, “Penentuan Waktu Preventive Maintenance Turbin Dengan Metode Criticality Analysis Pada Plta Sipansihaporas,” *Jurnal Simetri Rekayasa*, vol. 1, no. 2, pp. 58–65, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.harapan.ac.id/index.php/JSR>.
- [8] H. K. Atmaja, “Penggunaan Analisis ABC Indeks Kritis Untuk Pengendalian Persediaan Obat Antibiotik Di Rumah Sakit M.H Thamrin Salemba,” *Universitas Indonesia*, 2012.
- [9] G. Rahmatullah, “PENGENDALIAN PERSEDIAAN SUKU CADANG DENGAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOQ) SINGLE ORDER MULTIPLE PRODUCT DI PT . ABCD,” 2019.
- [10] S. Seberang, K. Timur, F. Ilwan, F. H. Rumawan, and L. D. Fathimahhayati, “Melalui Analisis Keandalan Pada Pdam Gunung Lipan ,” vol. 8, no. 1, pp. 31–38, 2016.