



Penentuan Waktu Interval Perawatan dan Pemasangan Lampu Indikator Perawat Mesin CNC Pada UPT Logam Yogyakarta

Rebecca Angelina Silaen¹

Universitas Teknologi Yogyakarta

Noviana Salsabila²

Universitas Teknologi Yogyakarta

Daniallabib³

Universitas Teknologi Yogyakarta

Widya Setiafindari⁴

Universitas Teknologi Yogyakarta

Email : rebeccangs.24@gmail.com

Abstract. *UPT Metals Yogyakarta City is a service provider of machinery for the small and medium industrial community (IKM) in the city of Yogyakarta and outside Yogyakarta. The purpose of this study was to plan a schedule for machine maintenance at UPT metal in the city of Yogyakarta, which had previously implemented a maintenance system with breakdown maintenance and making indicator lights to minimize work accidents due to operator ignorance regarding maintenance. There were 22 downtimes from April to September. The method applied in solving this problem is using the Age Replacement method with the analysis step of calculating Rtp Ftp Mtp Dtp in determining the optimal maintenance interval time based on component life, as well as calculating Cp and Cf for comparison of minimizing costs. From the research results, it was obtained that the interval time for 3 critical components included, 31 days for the coolant component, 171 days for the hydraulic component, and 486 days for the oil tank component. With a percentage decrease from the previous cost of 34%, 39%, 38% for each critical component.*

Keywords: *Maintenance, age replacement, Preventive Maintenance, Downtime, Costs.*

Abstrak. UPT Logam Kota Yogyakarta merupakan lembaga layanan penyedia permesinan bagi masyarakat pelaku industri kecil menengah (IKM) di kota Yogyakarta maupun diluar Yogyakarta. Tujuan dari penelitian ini untuk merencanakan jadwal perawatan mesin di UPT logam kota Yogyakarta yang sebelumnya menerapkan sistem perawatan dengan breakdown maintenance dan pembuatan lampu indikator untuk meminimasi kecelakaan kerja akibat ketidaktahuan operator mengenai adanya maintenance. Terjadi downtime sebanyak 22 kali dari April hingga September. Metode yang diterapkan dalam menyelesaikan masalah tersebut yaitu menggunakan metode Age Replacement dengan langkah analisis perhitungan Rtp Ftp Mtp Dtp dalam penentuan waktu interval perawatan berdasarkan umur komponen yang optimal, serta perhitungan Cp dan Cf untuk perbandingan biaya minimasi. Dari hasil penelitian diperoleh waktu interval untuk 3 komponen kritis diantaranya, 31 hari untuk komponen coolant, 171 hari komponen hydrolic, dan komponen tangki oli 486 hari. Dengan presentase penurunan

Received Maret 20, 2023; Revised Maret 25, 2023; April 2, 2023

*Corresponding author, rebeccangs.24@gmail.com

dari biaya sebelumnya 34%, 39%, 38% untuk masing – masing komponen kritis. $value > 0.05$. kebisingan Mempengaruhi hasil kerja, pencahayaan Mempengaruhi hasil kerja, kebisingan Tidak Mempengaruhi hasil kerja

Kata kunci: Motivasi dan Lingkungan Kerja Fisik, Kinerja Karyawan.

LATAR BELAKANG

Unit Pelaksana Teknis (UPT) Logam Kota Yogyakarta adalah suatu lembaga non profit, dan secara administrasi bertanggung jawab langsung terhadap Kepala Dinas Perindustrian Perdagangan Koperasi dan Pertanian Kota Yogyakarta. UPT Logam Kota Yogyakarta melayani jasa permesinan kepada perusahaan industri kecil menengah (SKM) di kota Yogyakarta dan luar Yogyakarta. Dari cetakan logam, peleburan logam menjadi produk, pemotongan lubang dan pencetakan hingga proses finishing produk logam. UPT logam kota Yogyakarta belum memiliki jadwal untuk perencanaan Perawatan mesin yang tidak terencana dapat mengakibatkan adanya biaya perbaikan yang besar ketika mesin mengalami perbaikan. Perbaikan yang tidak terencana juga dapat mengakibatkan suatu proses operasi terhenti karena perbaikan yang mendadak. Hal lain yang timbul yaitu kemungkinan kurangnya alat yang diperlukan karena perawatan dilakukan tidak dengan rencana. Kerusakan mesin penting untuk memiliki strategi perawatan yang dapat meminimalkan downtime yang berdampak pada kegiatan produktif di perusahaan. Jika kelangsungan produksi sangat bergantung pada pengoperasian mesin, maka diperlukan perawatan mesin yang baik. Metode yang digunakan adalah metode Age Replacement, metode ini bertujuan untuk untuk menentukan interval perawatan dan memberikan ekepektasi biaya perawatan minimasi.

Selain diperlukan adanya penjadwalan diperlukan juga adanya indikator lampu maintenance. Dalam melakukan maintenance terdapat kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dikarenakan operator yang tidak mengetahui adanya kegiatan maintenance yang sedang berlangsung sehingga diperlukan adanya indikator untuk memberi peringatan bahwa sedang dilakukan maintenance suatu mesin.

KAJIAN TEORITIS

Perawatan Mesin (Maintenance)

Perawatan ialah aktivitas yang dilakukan untuk menjaga fasilitas dan peralatan pabrik serta pengadaan perbaikan atau penyesuaian serta penggantian yang diharapkan agar proses produksi berjalan sesuai dengan standar. Dari sini dapat disimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan dilakukan untuk memelihara atau memperbaiki perangkat agar dapat melakukan kegiatan produksi secara efektif dan efisien dengan hasil produksi yang berkualitas. Sistem perawatan dapat dilihat menjadi bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka perawatan akan lebih intensif [1].

Tujuan Maintenance

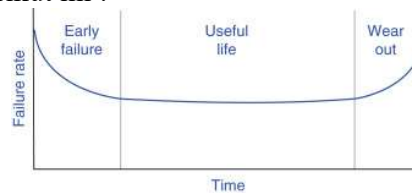
Beberapa tujuan maintenance [2] adalah:

1. Memperpanjang umur kegunaan aset
2. Menjamin ketersediaan peralatan dan kesiapan operasional perlengkapan dan peralatan yang dipasang untuk aktivitas produksi
3. Membantu mengurangi penyimpangan penggunaan atau melampaui batas dan mempertahankan modal yang diinvestasikan buat waktu yang ditentukan

4. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi kebutuhan produk itu sendiri dan produksi yang tidak terputus
5. Menjaga biaya hidup serendah mungkin dengan memaksimalkan kegiatan pemeliharaan secara efisien
6. Memenuhi kebutuhan produk dan rencana produksi tepat waktu
7. Meningkatkan keterampilan para supervisor dan operator melalui kegiatan pelatihan yang diadakan
8. Menghindari kegiatan maintenance yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

Tingkat Kerusakan

Seiring bertambahnya usia mesin dan penggunaan mesin, mesin dapat mengalami penurunan performansi yang dapat membuat mesin tidak dapat beroperasi lagi [3] Dari hasil analisis diketahui bahwa tingkat kerusakan akan mengikuti bentuk dasar kurva Bathub seperti terlihat berikut ini :



Gambar 1 Bath Up Curve
(Sumber : Ren et al., 2017)

3 fase kerusakan adalah sebagai berikut [5]

1. Fasa Early Failure, yaitu fasa yang memiliki laju kerusakan yang terus menurun sesuai dengan bertambahnya waktu.
2. Fasa Useful Life, yaitu fasa yang memiliki laju kerusakan yang konstan terhadap waktu.
3. Fasa Wear Out, yaitu fasa yang memiliki laju kerusakan yang terus meningkat terhadap waktu

Komponen Kritis

Komponen kritis ialah dimana keadaan dari komponen yang mengalami kerusakan yang berpengaruh di keandalan operasional unit system dari komponen tersebut dengan di atas rata rata harga seluruh komponen yang terdapat dalam satu mesin [6]. Penetapan komponen kritis ini memakai diagram pareto agar lebih memudahkan saat menentukan frekuensi yang tersebsar antar komponen yang satu dengan komponen yang lainnya [7].

Metode Age Replacement

Model matematis sistem perawatan preventif yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode age replacement, yaitu metode perawatan preventif yang dilaksanakan dengan menetapkan interval waktu perawatan preventif berdasarkan interval kerusakan, perbaikan dan penggantian menggunakan kriteria minimalisasi yang dibutuhkan [8]. Dengan model age replacement, waktu yang diharapkan untuk melakukan penggantian preventif masa hidup komponen. Penggantian preventif dilakukan dengan mengatur ulang interval penggantian berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan, jika ada kerusakan yang memerlukan prosedur penggantian. Beberapa asumsi berorientasi masalah dikembangkan dalam menurunkan model kompensasi ini, yaitu [9]:

- a) Tingkat kerusakan komponen meningkat dengan meningkatnya penggunaan

- b) Perangkat yang diganti dengan komponen akan dikembalikan ke kondisi semula. Tidak ada masalah dengan persediaan komponen.

Preventive replacement dilakukan dengan menentukan interval preventif selanjutnya sesuai dengan interval yang ditentukan saat terjadi kerusakan yang memerlukan penggantian. (Fikri & Widjajati, 2020) menjelaskan mengenai model Age Replacement memiliki formulasi sebagai berikut:

$$C(t_p) = \frac{C_p \cdot R(t_p) + C_f \cdot (1 - R(t_p))}{(t_p + T_p) \cdot R(t_p) + M(t_p) + T_f \cdot (1 - R(t_p))}$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di UPT Logam Kota Yogyakarta yang beralamat di Jl Kranon Timur No.2, Sorosutan, Umbulharjo, Yogyakarta. Objek penelitian ini adalah fokus sistem perawatan mesin CNC Milling yang

Pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Untuk data primer, pengumpulan data dilakukan dengan metode wawancara. Data yang dikumpulkan adalah data mengenai waktu downtime pada mesin yang terjadi breakdown serta komponen dan jumlah kerusakan dalam beberapa waktu, dilakukan pengambilan data melalui wawancara kepada karyawan bagian maintenance mesin. Adapun untuk data primer yang diperoleh yaitu :

Tabel 1 Komponennya yang sering mengalami maintenance

Komponen	Frekuensi
Auto Lubricator Oil	120
Filter Udara	120
Coolant Tank	12
Hydrolic	2
Tangki Oli	1

Adapun untuk data sekunder, pengumpulan data dilakukan dengan metode pengumpulan dokumen perusahaan. Data historis yang digunakan yaitu data nama komponen, frekuensi kegagalan mesin, lama perbaikan dan jarak antar kerusakan selanjutnya. Data tersebut didapat dari guide book CNC Milling dan data historis checklist harian teknisi.

Sedangkan tahapan pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Age Replacement, dengan tahapan pengolahan data yang dilakukan, antara lain (Rachman et al., 2022):

1. Penetapan komponen kritis
Penetapan komponen kritis berdasarkan data kerusakan komponen kritis yang diperoleh dari pengambilan jumlah data kerusakan tiap komponen yang sering terjadi kerusakan dengan menggunakan diagram pareto. Data yang digunakan adalah frekuensi kerusakan dari komponen mesin CNC Milling
2. Perhitungan interval waktu kerusakan dan perbaikan
data yang dibutuhkan dilakukan perhitungan dan analisa data interval waktu kerusakan dan perbaikan komponen, dengan menghitung Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR) komponen kritis pada mesin CNC Milling.
3. Identifikasi distribusi kerusakan
Penentuan pola distribusi kerusakan dilakukan menggunakan cara melakukan

perhitungan Index of Fit pada data waktu antar kerusakan (TTF) serta data waktu kerusakan (TTR).

4. Uji kesesuaian distribusi
Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh cocok atau mendekati distribusi nilai r maksimum.
5. Perhitungan MTTF dan MTTR
Pada langkah ini, parameter dihitung sesuai dengan distribusi yang dipilih. Estimasi parameter untuk setiap distribusi berbeda. Parameter yang dihitung digunakan untuk menghitung nilai MTTF (Mean Time to Failure) dan MTTR (Mean Time to Repair).
6. Perhitungan biaya penggantian komponen akibat perbaikan (Cp) dan biaya penggantian komponen akibat kerusakan (Cf)
Biaya penggantian komponen karena perbaikan (Cp) meliputi biaya tenaga kerja (operator), tenaga kerja maintenance atau mekanik, dan harga komponen. Sedangkan untuk biaya penggantian komponen akibat kerusakan (Cf) meliputi biaya operasi, mekanik, produksi yang hilang dan harga komponen, dimana biaya total merupakan kerugian akibat kegagalan komponen.
7. Penentuan interval perbaikan dan pencegahan komponen
Setelah dilakukan perhitungan MTTR dan MTTF kemudian dilakukan perawatan terjadwal dengan menggunakan metode age replacement, dimana metode tersebut bertujuan untuk meminimalisir downtime yang terjadi. Data yang digunakan adalah nilai MTTF, MTTR, frekuensi kerusakan dan waktu operasi dari komponen kritis.
8. Perbandingan biaya existing method dengan biaya usulan
Data yang digunakan adalah biaya penggantian awal (perkalian frekuensi kerusakan komponen dengan cost of failure komponen) dan biaya penggantian usulan (perkalian frekuensi penggantian dengan interval waktu penggantian dan preventive replacement cost) dari komponen kritis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum melakukan pengolahan data, tahapan pertama yang harus dilakukan ialah mengumpulkan data yang berkaitan dengan objek penelitian mesin bubut CNC Lathe.

Data yang meliputi :

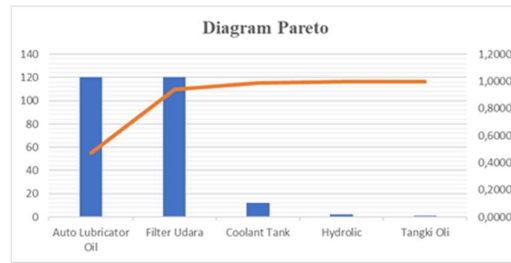
Tabel 2 Data Downtime Komponen CNC Leadweell

No	Nama Mesin	Komponen	Frekuensi	Downtim (Menit)
1	CNC	Auto Lubricator Oil	120	5
2		Coolant Tank	12	10
3	Leadwell	Filter Udara	120	2
4		Hydrolic	2	120
5		Tangki Oli	1	60

Saat menentukan komponen kritis dari sebuah mesin CNC, perhitungan persentase dan persentase kumulatif dilakukan untuk mendapatkan histogram sebagai berikut:

Tabel 3 Presentase dari Komponen

Komponen	Frekuensi	Presentase	Presentase Kumulatif
Auto Lubricator Oil	120	0,4706	0,4706
Filter Udara	120	0,4706	0,9412
Coolant Tank	12	0,0471	0,9882
Hydrolic	2	0,0078	0,9961
Tangki Oli	1	0,0039	1,0000



Gambar 2 Diagram Pareto

Dari histogram diatas diketahui bahwa komponen kritis Mesin CNC adalah komponen coolant tank, hydrolic, dan tangki oli dengan prinsip diagram pareto yaitu 20% kerusakan menyebabkan 80% kegagalan.

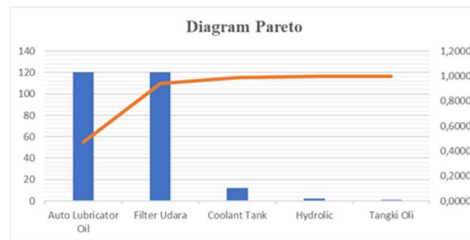
Penentuan Komponen Kritis

1. Penentuan Komponen Kritis

Saat menentukan komponen kritis dari sebuah mesin CNC, perhitungan persentase dan persentase kumulatif dilakukan untuk mendapatkan histogram sebagai berikut:

Tabel 3 Presentase dari Komponen

Komponen	Frekuensi	Presentase	Presentase Kumulatif
Auto Lubricator Oil	120	0,4706	0,4706
Filter Udara	120	0,4706	0,9412
Coolant Tank	12	0,0471	0,9882
Hydrolic	2	0,0078	0,9961
Tangki Oli	1	0,0039	1,0000



Gambar 3 Diagram Pareto

Dari histogram diatas diketahui bahwa komponen kritis Mesin CNC adalah komponen coolant tank, hydrolic, dan tangki oli dengan prinsip diagram pareto yaitu 20% kerusakan menyebabkan 80% kegagalan.

2. Perhitungan TTR dan TTF

TTF merupakan waktu antar kerusakan dihitung berdasarkan waktu saat komponen selesai diperbaiki hingga mesin rusak kembali. TTR merupakan waktu yang diperlukan untuk perbaikan. Hasil dari TTR dan TTF adalah sebagai berikut:

Tabel 3 TTF dan TTR komponen Coolant

No	Tanggal Kerusakan	TTF (Hari)	TTR (menit)
Coolant			
1	26/12/2018		
2	02/01/2019	7	10
3	25/01/2019	23	9
4	04/02/2019	10	9
5	11/02/2019	7	9
6	18/02/2019	7	7
7	21/02/2019	3	8
8	25/03/2019	32	10
9	04/02/2019	8	8
10	15/04/2019	13	7
11	30/04/2019	15	10
12	27/05/2019	27	10
13	14/06/2019	18	7
14	30/06/2019	16	7
15	27/07/2019	27	10
16	08/10/2019	14	9
17	09/07/2019	28	10
18	24/09/2019	17	10
19	15/10/2019	21	7
20	26/10/2019	11	8
21	11/02/2019	7	9
22	30/11/2019	28	8
23	19/12/2019	19	8
24	01/04/2020	16	10
25	21/01/2020	17	9
26	02/12/2020	23	7
27	03/05/2020	22	7
28	18/03/2020	18	8
29	04/04/2020	17	10
30	23/04/2020	19	7
31	23/05/2020	30	8
32	18/06/2019	26	9
33	30/06/2020	12	7
34	21/07/2020	21	7
35	15/08/2020	25	9
36	29/08/2020	14	7
37	29/09/2020	31	7
38	10/10/2020	11	10
39	27/10/2020	17	9
40	11/11/2020	15	10
41	30/11/2020	19	7
42	17/12/2020	17	7
43	01/02/2021	16	10
44	01/09/2021	7	10
45	02/06/2021	28	10
46	24/02/2021	18	9
47	17/03/2021	21	7
48	31/03/2021	14	7
49	25/04/2021	25	7
50	05/09/2021	14	7
51	31/05/2021	22	9
52	15/06/2021	15	7
53	26/06/2021	11	8
54	13/07/2021	17	9
55	08/02/2021	20	7
56	24/08/2021	22	7
57	09/07/2021	14	9
58	28/09/2021	21	7
59	10/11/2021	13	7
60	11/07/2021	27	8
61	22/11/2021	15	8
62	22/12/2021	30	7
63	01/07/2022	16	9

Tabel 4 TTF dan TTR komponen hydrolic

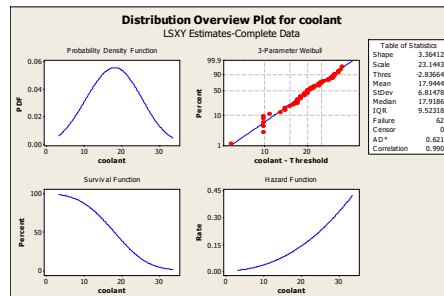
No	Tanggal Kerusakan	TTF (Hari)	TTR
Hydrolic			
1	02/05/2018	38	60
2	18/9/2018	139	54
3	23/01/2019	127	50
4	19/03/2019	55	60
5	07/08/2019	141	53
6	05/12/2019	120	50
7	14/02/2020	71	50
8	30/07/2020	167	57
9	13/10/2020	75	52
10	28/01/2021	107	58
11	23/04/2021	85	57
12	04/07/2021	72	57
13	25/11/2021	144	55
14	11/02/2022	78	54

Tabel 5 TTF dan TTR komponen Tangki Oli

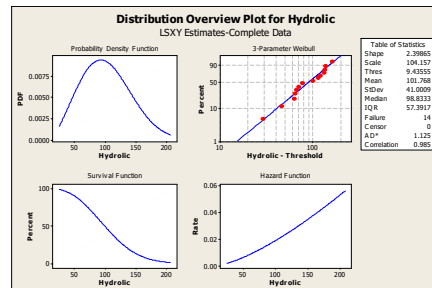
No	Tanggal Kerusakan	TTF (Hari)	TTR
		Tangki Oli	
1	01/02/2019	282	116
2	15/01/2020	348	120
3	04/03/2021	414	118
4	23/02/2022	356	116

3. Identifikasi Pola Distribusi.

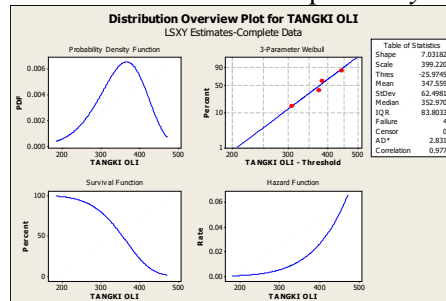
Data yang digunakan pada langkah ini adalah data TTF dan TTR, kemudian dilakukan pengolahan menggunakan software minitab dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 4 Statistik TTF komponen coolant



Gambar 5 Statistik TTF Komponen Hydrolic

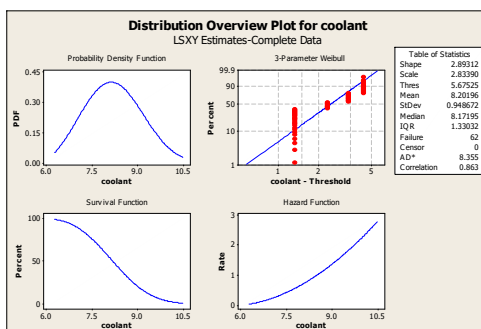


Gambar 6 Statistik TTF Komponen Tangki Oli

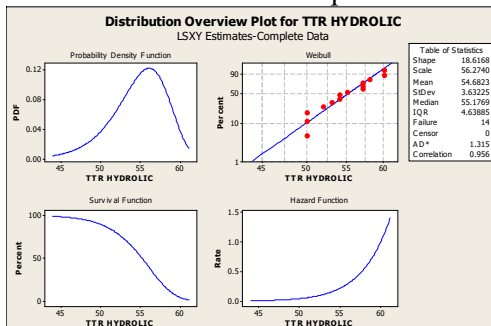
Suatu data dikatakan mengikuti distribusi data tertentu apabila nilai statistik Anderson Darling yang diperoleh adalah yang terkecil[10]. Ditentukan distribusi dari perbandingan 4 distribusi yaitu weibull, normal, lognormal, dan eksponensial. Nilai yang dimaksud merupakan nilai *square error*.

Tabel 6 Penentuan Distribusi TTF

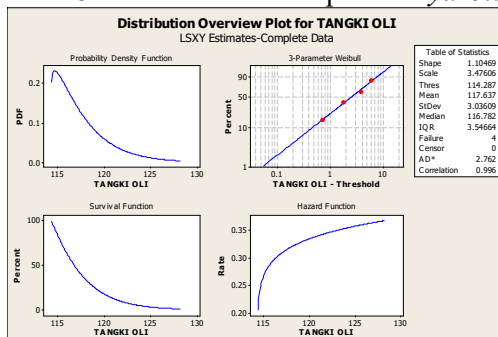
No	Komponen	Distribusi	Nilai	Parameter	
				Shape	Scale
1	Coolant	Weibull	0,549	3,364	23,144
2	Hydrolic	Weibull	1,143	2,399	104,157
3	Tangki Oli	Weibull	2,83	7,032	399,22



Gambar 7 Statistik TTR Komponen Coolant



Gambar 8 Statistik TTR Komponen Hydrolic



Gambar 9 Statistik TTR Komponen Tangki Oli

Nilai *square error* yang diperoleh adalah:

Tabel 7 Penentuan Distribusi TTR

No	Komponen	Distribusi	Nilai	Parameter	
				Shape	Scale
1	Coolant	Weibull	5,241	2,8931	2,8339
2	Hydrolic	Weibull	1,126	18,617	56,274
3	Tangki Oli	Weibull	2,83	7,032	399,22

4. Perhitungan MTTR dan MTTF

Berikut adalah perhitungan nilai MTTF dan MTTR untuk distribusi weibull adalah

a. MTTF

Komponen Coolant :

$$MTTF = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

.....
(1)

$$MTTF = 23,144 \cdot r \left(1 + \frac{1}{3,364} \right)$$

$$MTTF = 23,144 \cdot r(1,29) = 20,807382$$

Komponen Hydrolic

$$MTTF = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$MTTF = 104,157 \cdot r \left(1 + \frac{1}{2,399} \right)$$

$$MTTF = 104,157 \cdot r(1,41) = 92,362261$$

Tangki Oli

$$MTTF = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$MTTF = 399,2 \cdot r \left(1 + \frac{1}{7,032} \right)$$

$$MTTF = 399,2 \cdot r(1,14) = 373,83759$$

b. MTTR

Komponen Coolant

$$MTTF = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$MTTF = 2,8339 \cdot r \left(1 + \frac{1}{2,8931} \right)$$

$$MTTF = 2,8931 \cdot r(1,35) = 2,52543$$

Komponen hydrolic

$$MTTF = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$MTTF = 56,274 \cdot r \left(1 + \frac{1}{18,617} \right)$$

$$MTTF = 56,274 \cdot r(1,05) = 54,782739$$

Komponen tangki oli

$$MTTF = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$MTTF = 399,2 \cdot r \left(1 + \frac{1}{7,032} \right)$$

$$MTTF = 399,2 \cdot r(1,14) = 373,83759$$

5. Penentuan waktu interval dengan Metode Age Replacement

menghitung nilai minimasi downtime d (t_p) interval (t) ke 1 dengan rumus sebagai berikut :

Tabel 8 nilai Tf Tp

Komponen	NILAI	
	Tf	Tp
COOLANT	8,03	10
HYDROLIC	54,8	60
TANGKI OLI	118	120

Tabel 9 interval perawatan komponen coolant

t_p	$R(t_p)$	$F(t_p)$	$M(t_p)$	$D(t_p)$
20	0,542341895	0,457658105	20,26504	16,0588612
21	0,486220115	0,513779885	20,32111	14,5230158
22	0,435161819	0,564838181	20,37702	13,0977150
23	0,375640976	0,624359024	20,43174	11,5138969
24	0,322086802	0,675913198	20,48429	10,1054049
25	0,272581842	0,726418158	20,5338	8,8038340
26	0,227826079	0,775123921	20,57951	7,6392292
27	0,186530781	0,821469219	20,62085	6,6418774
28	0,149915225	0,850084775	20,62085	5,8373823
29	0,118126475	0,863893525	20,62085	5,2369291
30	0,091116289	0,908683711	20,71607	4,9644613
31	0,069076274	0,930923726	20,73831	4,9779807
32	0,051109816	0,944890184	20,72027	4,320941
33	0,036952977	0,961047023	20,72041	6,332571

Tabel 10 interval perawatan komponen hydrolic

t_p	$R(t_p)$	$F(t_p)$	$M(t_p)$	$D(t_p)$
160	0,060792	0,939208	92,30147	13,0636555
161	0,058282	0,941718	92,30398	12,8515685
162	0,055854	0,944146	92,30641	12,6594336
163	0,053509	0,946491	92,30875	12,4874272
164	0,051242	0,948758	92,31102	12,3357516
165	0,049054	0,950946	92,31321	12,2046368
166	0,046941	0,953059	92,31532	12,0943433
167	0,044903	0,955097	92,31736	12,0051642
168	0,042937	0,957063	92,31932	11,9374279
169	0,041042	0,958958	92,32122	11,8915010
170	0,039216	0,960784	92,32305	11,8677909
171	0,037457	0,962543	92,3248	11,8667489
172	0,035763	0,964237	92,3265	11,8888740
173	0,034133	0,965867	92,32813	11,9347156
174	0,032565	0,967435	92,3297	12,004878
175	0,031058	0,968942	92,3312	12,1000236

Tabel 11 interval perawatan komponen tangki oli

t_p	$R(t_p)$	$F(t_p)$	$M(t_p)$	$D(t_p)$
475	0,033567	0,966433	373,804	22,4198558
476	0,031912	0,968088	373,8057	21,9018797
477	0,030318	0,969682	373,8073	21,4334730
478	0,028786	0,971214	373,8088	21,0154339
479	0,027313	0,972687	373,8103	20,6486716
480	0,025898	0,974102	373,8117	20,3342198
481	0,02454	0,97546	373,8131	20,0732496
482	0,023238	0,976762	373,8144	19,8670850
483	0,021989	0,978011	373,8156	19,7172195
484	0,020793	0,979207	373,8168	19,6253340
485	0,019648	0,980352	373,8179	19,5933170
486	0,018554	0,981446	373,819	19,6232863
487	0,017507	0,982493	373,8201	19,7176131
488	0,016508	0,983492	373,8211	19,8789489

Berdasarkan perhitungan umur penggantian [11] dapat diketahui apabila nilai t_p 31 diperoleh karena nilai Dt menurun dan pada t_p selanjutnya yaitu 32 nilai Dt meningkat, oleh karena itu ditentukan pada t_p 31 optimal dan merupakan waktu penggantian komponen yang sesuai dengan nilai $R(t_p)$ yaitu 0,069076274 adalah nilai keandalan mesin pada rentang waktu t_p dan nilai $F(t_p)$ sebesar 0,930923726 adalah probabilitas kerusakan yang terjadi pada rentang waktu t_p . Kemudian nilai $M(t_p)$ yaitu 20,73831 merupakan rata-rata waktu terjadinya kerusakan jika dilakukan penggantian preventif pada t_p . Sedangkan nilai $D(t_p)$ yaitu 4,9779807 merupakan probabilitas downtime terendah pada rentang waktu t_p . Hal ini berlaku pada semua perhitungan komponen diatas.

6. Perhitungan Biaya Penggantian dan Perbaikan

Diketahui melalui observasi dengan pihak UPT Kota Yogyakarta biaya tenaga kerja pada operator mesin adalah 2.100.000 masing masing operator mesin. Sedang operator yang

ada berjumlah 2. Dengan biaya penggantian oli dianggarkan sebesar 15.000.000 sehingga untuk 3 komponen masing masing 5.000.000. Biaya kerugian ketika mesin berhenti diperoleh dari perhitungan biaya layanan untuk mesin CNC adalah 75.000 per jam, apabila dalam proses produksi berhenti selama waktu downtime (komponen coolant) 0,17 jam maka biaya kerugiannya yaitu 12.500, untuk komponen hydrolic 1 jam 75.000 dan untu tangki oli 2 jam 150.000.

$$C_p = [\text{Biaya Operator} \times \text{MTTR}] + \text{Harga Komponen}$$

.....

(2)

$$C_f = [(\text{Biaya Operator} + \text{Kerugian produksi per hari}) \times \text{MTTR}] + \text{Harga Komponen}$$

.....

(3)

Sehingga diperoleh hasil dari perhitungan 3 komponen sebagai berikut;

Tabel 12 Perhitungan Biaya Penggantian

Cp	a. <i>Coolant</i>	Rp5.363.636,36
	b. <i>hydrolic</i>	Rp10.931.818,18
	c. Tangki Oli	Rp25.863.636,36

Tabel 13 Perhitungan Biaya Perbaikan

Cf	a. <i>Coolant</i>	Rp5.292.000,00
	b. <i>hydrolic</i>	Rp10.417.727,27
	c. Tangki Oli	Rp25.515.909,09

Total biaya penggantian perbaikan dan pencegahan adalah sebagai berikut:

Biaya perawatan untuk penggantian kerusakan (Cf) dalam satu kali kerusakan untuk komponen coolant adalah Rp5.292.000,00, komponen hydrolic Rp10.417.727,27, dan komponen tangki oli Rp25.515.909,09. Frekuensi kerusakan yang terjadi pada komponen coolant adalah 63, hydrolic 14 dan tangki oli 4 kali maka total biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp333.396.000,00 untuk coolant,

Rp145.848.181,82 untuk hydrolic, dan Rp102.063.636,36 untuk tangki oli.

Biaya perawatan jika menggunakan usulan dengan metode Age Replacement pada komponen mesin CNC adalah untuk 1 kali penggantian untuk komponen coolant adalah Rp5.363.636,36, komponen hydrolic Rp10.931.818,18, dan komponen tangki oli Rp25.863.636,36. Biaya perawatan untuk penggantian kerusakan (Cf) dalam satu kali kerusakan

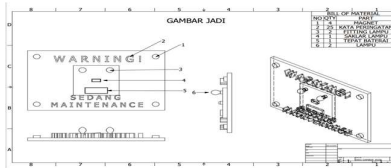
$$\frac{\text{Jumlah waktu operasi mesin kerja}}{\text{Usulan interval metode Age Replacement}} \dots\dots\dots (4)$$

Sehingga diperoleh hasil yaitu komponen coolant 41,16129032, komponen hydrolic 8,076023392, komponen tangki oli 2,430041152. Kemudian untuk total dikalikan dari biaya 1 kali penggantian dengan penggantian komponen menggunakan age replacement, dengan hasil sebagai berikut: Rp220.774.193,55 untuk komponen coolant dengan presentase penurunan dari biaya sebelumnya 34%, Rp88.285.619,35 untuk komponen hydrolic dengan presentase penurunan dari biaya sebelumnya 39%, Rp62.849.700,71 untuk komponen tangki oli dengan presentase penurunan dari biaya sebelumnya 39%.

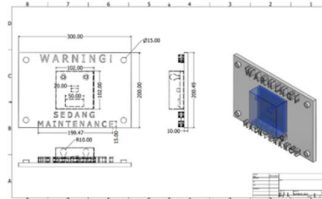
Pembuatan Lampu Indikator

1. Pembuatan Desain

Pembuat desain prototype yaitu lampu indikator maintenance dilakukan dengan menggunakan software CAD yaitu inventor. Berikut merupakan hasil desain awal lampu indikator



Gambar 10 BOM Desain



Gambar 11 Desain

2. Persiapan alat dan bahan

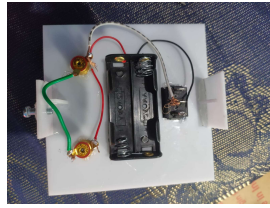
Alat dan bahan yang dibutuhkan selama proses pembuatan lampu indicator *maintenance* adalah

- Akrilik
- Holder baterai
- Baterai
- Saklar
- Kabel
- Fiting lampu
- Lampu bolam
- Solder
- Timah
- Gunting
- Lem

3. Pembuatan lampu indikator



Gambar 12 Pembuatan lampu indikator



Gambar 13 Pembuatan lampu indikator



Gambar 14 Pembuatan lampu indicator

4. Test Lampu Indikator



Gambar 15 Test Lampu Indikator

5. Perhitungan Biaya Pembuatan Lampu Indikator

Tabel 14 Biaya Pembuatan Lampu Indikator

Nama Alat / Bahan	Jumlah	Harga	Jumlah Biaya
Akrilik	1	Rp 175.000	Rp 175.000
Holder batrei	1	Rp 5.000	Rp 5.000
Batrei	2	Rp 5.000	Rp 10.000
Saklar	1	Rp 1.000	Rp 1.000
Kabel	1	Rp 2.000	Rp 2.000
Fitting lampu	2	Rp 2.500	Rp 5.000
Lampu bohlam	2	Rp 2.000	Rp 4.000
Solder	1	Rp 16.000	Rp 16.000
Timah	1	Rp 3.000	Rp 3.000
Total			Rp 221.000

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari perhitungan diatas diperoleh 3 komponen kritis dari diagram pareto yaitu komponen coolant, hydrolic, dan tangki oli. Dan kemudian diketahui bahwa Interval perawatan untuk komponen coolant adalah 31 hari, komponen hydrolic 171 hari, dan komponen tangki oli 486 hari. Dengan Perhitungan total biaya penggantian pencegahan biaya usulannya yaitu Rp220.774.193,55 untuk komponen coolant dengan presentase penurunan dari biaya sebelumnya 34%, Rp88.285.619,35 untuk komponen hydrolic dengan presentase penurunan dari biaya sebelumnya 39%, Rp62.849.700,71 untuk

komponen tangki oli dengan presentase penurunan dari biaya sebelumnya 39%. Biaya untuk pembuatan lampu indikator adalah sebesar Rp 221.000

DAFTAR REFERENSI

- [1] M. R. Kurniawan, "Penentuan Interval Penggantian Komponen Kritis Pada Mesin Dryer (Studi Kasus: Pt Sumber Mas Indah Plywood). Diss. Universitas Muhammadiyah Gresik," *Psikol. Perkemb.*, no. October 2013, pp. 1–224, 2018.
- [2] I. Firdaus, "Usulan Waktu Perawatan Bus Berdasarkan Keandalan Suku Cadang Kritis Di Pt Suryaputra Adiparadana," *Perpust. Pus. Unikom*, pp. 5–25, 2017.
- [3] C. N. Primanocthor and Subagyo, "Identifikasi Waktu Kerusakan Mesin Ditinjau dari Tingkat Keandalan, Waktu Perbaikan, dan Spesifikasi Mesin," 2019.
- [4] H. Ren, X. Chen, and Y. Chen, *Aircraft Reliability and Maintainability Analysis and Design*. 2017.
- [5] Ekwana Hardiyanto, "Penentuan Interval Waktu Perawatan Pencegahan Padaperalatan Gas Compression System Di Pt Pertamina Hulu Energi," pp. 1–79, 2017.
- [6] R. Hari and I. Iriani, "Perencanaan Interval Perawatan Mesin Hd 102 Dengan Metode Realibility Centered Maintenance (Rcm) Ii Di Pt. Xyz," *Juminten*, vol. 1, no. 1, pp. 96–103, 2020, doi: 10.33005/juminten.v1i1.19.
- [7] D. S. dan P. J. G. Roganda Simbolon, "Jurnal Indonesia Sosial Teknologi : p – ISSN : 2723 - 6609 Perancangan Interval Perawatan Mesin Secara *Preventive Maintenance Reliability Centered Maintenance II (RCM II)* Roganda Simbolon , Doarjo Simbolon dan Paris Johannes Ginting Teknik Industri Univ," vol. 1, no. 3, pp. 210–221, 2020.
- [8] M. K. Anam, "Analisis Penentuan Penjadwalan Preventive Dengan Menggunakan Metode Age Replacement Di Cv.Surya Mas Rubber," 2019.
- [9] E. N. Arinta, "Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) dan Age Replacement Pada Mesin Submerged Scraper Chain Conveyor (SSCC)," *Univ. Islam Indones.*, 2020.
- [10] E. A. AGUSTIAWAN, M. Z. FATHONI, and D. WIDYANINGRUM, "Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Hanger Shot Blast Kazo Dengan Menggunakan Metode Age Replacement Di Pt Barata Indonesia," *Matrik*, vol. 22, no. 1, p. 73, 2021, doi: 10.30587/matrik.v22i1.2715.
- [11] F. Ma'ruf and S. S. Dahda, "Determination of Lathe Component Replacement Interval Using Age Replacment Method," *J. Teknovasi*, vol. 8, no. 01, pp. 1–12, 2021, doi: 10.55445/jt.v8i01.22.