

Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* dan *Age Replacement*

Yayan Saputra*¹, Murwan Widyantoro², Rifda Ilahy Rosihan³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi, Indonesia

e-mail: ¹yayan.saputra@dsn.ubharajaya.ac.id, ²murwan@dsn.ubharajaya.ac.id, ³rifda.ilahy@dsn.ubharajaya.ac.id

Abstrak

PT. Dok Perkapalan Kodja Bahari adalah perusahaan yang bergerak dibidang jasa perbaikan, perawatan dan pemeliharaan. Dengan produk berbagai pemeliharaan sparepart kapal maupun alat apung lainnya, dalam penelitian ini di *PT.Dok Perkapalan Kodja Bahari* dengan tujuan menentukan komponen kritis, mengetahui tindakan perawatan, interval waktu penggantian dan pencegahan komponen kritis. Metode yang tepat yaitu metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* untuk menemukan komponen yang tergolong kritis. Kemudian *Age Replacement* untuk menentukan interval penjadwalan penggantian dan pemeriksaan dari mesin kritis. Pengumpulan data menggunakan 2 cara yaitu dengan data kualitatif dan kuantitatif, objek yang diamati dalam penelitian ini adalah 3 mesin bubut jenis 380V 3 phase 2m, 380V 3 phase 4m dan 380V 3 phase 9m yang merupakan bagian dari sistem pengerjaan atau produksinya. Komponen yang tergolong kritis pada mesin bubut didapat dari *Failure Mode Effect (FMEA)* dimana dilihat dari *Risk Priority Number (RPN)* tertinggi pada setiap komponen yang dimana komponen dinamo menunjukkan hasil tertinggi yaitu $severity \times occurrence \times detection$ dengan nilai $10 \times 8 \times 5 = 400$. Interval kerusakan dan perbaikan mesin bubut bahwa *Mean Time To Failure (MTTF)* didapat sebesar 917,4312 menit, komponen dinamo akan mengalami gejala kerusakan setelah beroperasi 3,15 hari. Sedangkan *Mean Time To Repair (MTTR)* didapat 460,8296 menit dan komponen dinamo akan mengalami perbaikan selama 8 jam.

Kata kunci— *Age Replacement, Reliability Centered Maintenance, Mean Time To Failure, Mean Time To Repair, Preventive Maintenance.*

Abstract

PT. Kodja Bahari Shipping Dock is a company engaged in repair, maintenance and maintenance services. With various maintenance products for ship spare parts and other floating equipment, in this study at *PT.Dok Perkapalan Kodja Bahari* with the aim of determining critical components, knowing maintenance actions, and time intervals for replacing and preventing critical components. The right method is the *Reliability Centered Maintenance (RCM)* method to find critical components. Then *Age Replacement* to determine the interval for scheduling replacement and inspection of critical machines. Data collection uses 2 methods, namely qualitative and quantitative data, the objects observed in this study are 3 lathes of the type 380V 3 phase 2m, 380V 3 phase 4m, and 380V 3 phase 9m which are part of the workmanship or production system. Components that are classified as critical on a lathe are obtained from the *Failure Mode Effect (FMEA)* which is seen from the highest *Risk Priority Number (RPN)* for each component where the dynamo component shows the highest result, namely $severity \times occurrence \times detection$ with a value of $10 \times 8 \times 5 = 400$ The mean time to failure (*MTTF*) for lathe damage and repair was 917.4312 minutes, the dynamo components will experience symptoms of damage after operating for 3.15 days. The *Mean Time To Repair (MTTR)* is 460.8296 minutes and the dynamo components will experience repairs for 8 hours.

Keywords— *Maintenance, Downtime, RCM (Reliability Centered Maintenance), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)*

1. PENDAHULUAN

Pemeliharaan atau yang biasa disebut dengan *maintenance* merupakan fungsi kegiatan dalam suatu organisasi yang sama pentingnya dengan fungsi kegiatan lainnya. Tindakan pemeliharaan dan perbaikan, termasuk inspeksi, pelumasan, dan perbaikan kerusakan yang ada, serta penyesuaian, diperlukan untuk layanan peralatan atau fasilitas yang berkelanjutan dan untuk memastikan kelangsungan produksi.

Proses produksi di PT. Perkapalan Kodja Bahari cabang Jakarta yaitu terletak pada daerah Priuk Jakarta Utara Provinsi DKI Jakarta salah satu bengkel kapal atau pada dasarnya kapal yang rusak dan akan diperbaiki yang terhubung dalam perusahaan BUMN seluruh Indonesia.. Bahwa sederhana kesimpulan dari permasalahan pada PT. Dok Perkapalan Kodja Bahari cabang Jakarta yaitu jika terjadi *downtime* pada salah satu mesin sistem produksi maka akan mengakibatkan perusahaan kehilangan produktifitasnya sehingga mengakibatkan kerugian yang cukup besar.

Pada mesin bubut di sub komponen dinamo atau biasa disebut mesin penggerak yaitu salah satu komponen mesin yang sering mengalami kegagalan fungsi sehingga perlu dilakukan tindakan perawatan agar mencegah atau meminimalisir kegagalan fungsi.

Menurut PT. Dok Perkapalan Kodja Bahari adanya permasalahan mesin bubut mengalami kerusakan pada komponen dinamo yang dimana terjadinya terbakarnya komponen dinamo akibat daya arus listrik yang tidak stabil karena adanya beban kerja berlebih. Dengan adanya masalah tersebut maka komponen yang menjadi vital bagi mesin bubut terpaksa diharuskan *shutdown* beserta komponen yang lainnya, dan dari data *downtime* perusahaan bahwa mesin tersebut mengalami kerusakan sebanyak 20 kali (9.600 menit) dengan total periode 6 bulan.

Berikut adalah jenis mesin bubut dan jumlah trouble serta total proses selama 6 bulan :

Tabel 1 Mesin Bubut PT. Dok Perkapalan Kodja Bahari cabang Jakarta

Bulan	Mesin Bubut					
	380V 3 phase 2m		380V 3 phase 4m		380V 3 phase 9m	
	Proses (Hari)	Trouble (Hari)	Proses (Hari)	Trouble (Hari)	Proses (Hari)	Trouble (Hari)
Juni	16	-	18	4	18	4
Juli	20	2	17	-	20	2
Agustus	17	-	14	1	18	4
September	18	-	18	2	18	4
Oktober	7	-	12	-	19	3
November	8	1	10	4	19	3
Total	86	3	89	11	112	20

Data pada tabel 1 adalah menunjukkan mesin 380V 3 phase 9m sering terjadinya *breakdown* sehingga menyebabkan *downtime* yang mengakibatkan jam operasionalnya tidak efektif. Untuk mengetahui komponen apa saja yang terjadi kerusakan, maka peneliti mendata komponen inti dari mesin bubut dari hasil wawancara terhadap penanggung jawab area pada tabel 2 berikut :

Tabel 2 Data Waktu Perbaikan Kerusakan Komponen Mesin Bubut 380V 3 phase 9m

Komponen	Actual Start	Actual Finish	Total Waktu Downtime (Menit)
Panel	05/06/2023 10.00 WIB	06/06/2023 11.00 WIB	600
	15/07/2023 14.00 WIB	16/07/2023 09.00 WIB	240
	27/09/2023 09.00 WIB	27/09/2023 15.00 WIB	360
	04/11/2023 08.00 WIB	04/11/2023 10.00 WIB	120
Transmisi	10/06/2023 15.00 WIB	11/06/2023 09.00 WIB	180
	03/08/2023 10.00 WIB	03/08/2023 13.00 WIB	180
	21/10/2023 08.00 WIB	21/10/2023 13.00 WIB	300

Gear Box	03/07/2023 10.00 WIB	03/08/2023 11.00 WIB	600
	07/08/2023 10.00 WIB	07/08/2023 13.00 WIB	180
Kanvas Kopling	06/08/2023 14.00 WIB	06/08/2023 15.00 WIB	60
	15/10/2023 09.00 WIB	15/10/2023 12.00 WIB	180
Total			3000
Dinamo	11/06/2023 13.00 WIB	12/06/2023 10.00 WIB	360
	20/06/2023 15.00 WIB	21/06/2023 09.00 WIB	180
	01/09/2023 16.00 WIB	03/09/2023 09.00 WIB	600
	07/10/2023 13.00 WIB	09/10/2023 10.00 WIB	840
	05/11/2023 09.00 WIB	05/11/2023 13.00 WIB	240
	06/11/2023 09.00 WIB	07/11/2023 09.00 WIB	540
Eretan	18/08/2023 16.00 WIB	19/08/2023 11.00 WIB	240
	01/09/2023 10.00 WIB	01/09/2023 11.00 WIB	60
Meja Eretan	25/09/2023 14.00 WIB	26/09/2023 09.00 WIB	240
Total			3300

Data total *downtime* dari komponen mesin bubut diambil dari periode Juni sampai November 2023. Untuk jadwal pembersihan atau perawatan mesin di PT. Dok Perkapalan Kodja Bahari cabang Jakarta dilakukan setiap 3 bulan sekali yang dilaksanakan secara serentak saat *visual* inspeksi. Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat menentukan komponen kritis terjadinya kegagalan dalam proses kerja dan *Age Replacement* menentukan *interval* waktu [1]

Pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan. Berdasarkan kenyataan bahwa pada dasarnya prinsip utama dalam manajemen perawatan adalah untuk menekan periode kerusakan (*breakdown period*) sampai batas minimum, [2].

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap asset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunaannya dalam konteks operasionalnya. [3].

Root Cause Failure Analysis (RCFA) adalah sebuah rangkaian langkah logik yang menuntun pengamat melalui proses yang memisahkan fakta – fakta yang mencakup sebuah kegiatan atau kegagalan. [4]

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mengidentifikasi mode kegagalan dari setiap komponen dari sistem dan menganalisis pengaruhnya terhadap *Reliability* sistem tersebut [5] *Logic Tree Analysis* (LTA) dapat menunjukkan jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*). [6]

Model matematis sistem perawatan secara pencegahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Age Replacement*, [7]. Dalam model *Age Replacement* saat untuk dilakukan pergantian pencegahan adalah tergantung pada umur pakai dari komponen [8].

Berdasarkan penjelasan tersebut diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah menentukan komponen yang tergolong kritis pada mesin bubut, menentukan waktu interval kerusakan, perbaikan mesin secara optimal dan waktu interval penggantian, dan pencegahan komponen kritis pada mesin bubut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian kualitatif dimana penelitian ini digunakan untuk mengambil data jenis mesin bubut dan objek yang diamati dalam penelitian ini adalah dari 3 mesin bubut jenis 380V 3 phase 2m, 380V 3 phase 4m dan 380V 3 phase 9m yang merupakan bagian dari sistem pengerjaan atau produksinya yang menggunakan bahan bakar listrik dan hasil dari komponen kritis yaitu terfokus pada komponen dinamo. Penelitian ini berdasarkan dari *downtime* mesin bubut yang terpilih yaitu dengan menggunakan metode

Reliability Centered Maintenance (RCM) berbasis *Age Replacement* agar peneliti mengetahui komponen kritis yang sering terjadi *downtime* serta ingin mengetahui interval penggantian komponen kritis dan pemeriksaan komponen [9].

2.2 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data primer dan skunder

2.3 Pengolahan Data

Pada penelitian yang dipakai oleh peneliti dengan metode *Reliability Centered Maintenance* dan *Age Replacement* maka untuk proses pengolahan data antara lain :

1. *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA)

Data mesin dan komponen yang sudah tertulis pada *Functional Block Diagram* (FBD) maka masuk ke dalam rangkaian *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) yang didalamnya mencari fungsi, mode kegagalan, penyebab kegagalan dan efek dari kegagalan semua komponen dalam mesin bubut dan menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN) digunakan untuk melihat komponen mesin yang paling kritis [10].

2. *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Reliability Centered Maintenance digunakan untuk [11]

Penentuan Interval Pemeriksaan dan Penggantian Komponen Kritis, *Time To Failure*, *Time To Repair*, *Time To Failure*, *Mean Time To Failure*, Interval Waktu Penggantian Pencegahan, perhitungan interval waktu pemeriksaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA merupakan digunakan untuk menilai dari suatu mode kegagalan dan efek kegagalan dari setiap komponen dari sistem dan menganalisis pengaruhnya terhadap *reliability* sistem tersebut, berikut tabel 3 menjelaskan FMEA kondisi di perusahaan.

Tabel 3 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Mesin bubut								
<i>Equipment</i>	<i>Function</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Causes</i>	<i>Effect of Failure</i>	S	O	D	RPN
Panel	Untuk mengatur kecepatan <i>spindle</i> , mengatur <i>feeding</i> , mengatur arah dan kecepatan pemakanan, mengatur penguliran, menyalakan dan mematikan mesin	Motor penggerak atau dinamo menjadi lemah, terjadi kebakaran jika kurang 1 phase	<i>Over weight</i> dan konsumsi aliran listrik tidak stabil	Mesin untuk dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan kerja secara tiba-tiba dan tidak dapat memenuhi standar keselamatan kerja.	10	8	4	320
Transmisi	Mengubah kecepatan dan torsi sesuai kondisi dan beban	<i>Vanbelt</i> akan slip atau putus	Terjadi dikarenakan beroperasi secara <i>continue</i>	Mesin gagal dalam beroperasi dan tidak memenuhi standar keselamatan kerja	9	8	4	288
<i>Gear Box</i>	Penggerak <i>chain</i> dan komponen-komponen dalam transmisi	<i>Gear box</i> akan aus	Kurangnya oli, jarang penggantian oli maupun kualitas olinya sendiri	Kurangnya oli, jarang penggantian oli maupun kualitas olinya sendiri	9	8	4	288
Dinamo	Mengubah energi	Konsleting dan	<i>Over weight</i> dan	Mesin tidak	10	8	5	400

	listrik menjadi energi mekanik untuk menggerakkan semua komponen yang ada	mesin akan ngetrip	daya arus konsumsi listrik tidak stabil	layak untuk dioperasikan dan mati total				
Kanvas Kopling	Bekerja dari putaran poros yang diteruskan menuju transmisi	Aus dan slip	Akibat beban kerja yang berlebih dan oli terlalu encer sehingga timbul panas yang tidak normal	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, namun sedikit adanya gangguan kecil pada peralatan	7	9	4	252
Eretan	Sebagai penggerak alat potong baik secara <i>horizontal</i> maupun <i>vertical</i>	Rel aus, drat ulir aus	Akibat material benda kerja <i>low quality</i>	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, namun sedikit adanya gangguan kecil pada peralatan	8	9	5	360
Meja Eretan	Menopang seluruh mesin dan komponen-komponen mesin bubut dan benda kerja yang akan diproses	Aus, terjadinya gesekan sehingga menimbulkan gerusan dan as eretan menjadi serat	Terjadi dikarenakan beban kerja <i>over weight</i>	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan dan kecacatan produk	8	5	6	240

Pada *severity* terdapat *ranking* 10 dikarenakan mesin tidak layak dioperasikan, untuk *occurrence* terdapat *ranking* 8 dikarenakan kerusakan sering terjadi dan relatif tinggi dan untuk *detection* terdapat *ranking* 5 dikarenakan perawatan *preventive* memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan [12].

3.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)

a. Penentuan Interval Pemeriksaan dan Penggantian Komponen Kritis

Berikut merupakan penentuan mesin kritis dengan *downtime* terbesar 9.600 atau 48,87% dari persentase *downtime* kumulatif pada jenis mesin bubut. Dibawah ini merupakan tabel 4 data pada jenis mesin bubut.

Tabel 4 Penentuan Mesin Kritis

Mesin Bubut	<i>Downtime</i> (Menit)	% <i>Downtime</i>	% <i>Downtime</i> Kumulatif
380V 3 Phase 2m	4.320	11,20%	88,8%
380V 3 Phase 4m	5.280	34,04%	65,96%
380V 3 Phase 9m	9.600	48,87%	51,13%

Mesin bubut 380V 3 Phase 9m menunjukkan mesin kritis, dalam penentuan komponen kritis dimana menunjukkan tingkat kepentingan dari sebuah komponen yang dianggap mempunyai tingkat resiko tertinggi sehingga memerlukan perlakuan khusus dengan melakukan perbaikan. Berikut merupakan tabel 5 data pada komponen mesin bubut

Tabel 5 Penentuan Komponen Kritis

Komponen	Frekuensi Kerusakan	Downtime (Menit)	% Downtime	% Downtime Kumulatif
Panel	4	1.320	3,3%	96,7%
Transmisi	3	660	2,2%	97,8%
Gear Box	2	680	3,4%	96,6%
Kanvas Kopling	2	240	1,2%	98,8%
Dinamo	6	2.760	4,6%	95,4%
Eretan	2	300	1,5%	95,5%
Meja Eretan	1	240	0,4%	100%

Dalam penentuan mesin kritis diperoleh dari data *downtime* terbesar yang akan menunjukkan tingkat kepentingan dari sebuah mesin yang dianggap mempunyai tingkat resiko tertinggi sehingga memerlukan perlakuan khusus dengan melakukan perbaikan pada mesin tersebut. Komponen yang memiliki *downtime* tertinggi yaitu dinamo sebesar 2.760 menit.

b. Penentuan Distribusi Data Antar Waktu Kerusakan (*Time To Failure*)

Mendapatkan waktu *interval* pemeriksaan komponen dinamo selama 6 bulan. Selanjutnya saat komponen kritis sudah diketahui maka menentukan jarak antar kerusakan pada komponen dinamo pada tabel 6.

Tabel 6 *Time To Failure* Komponen Dinamo

Mulai Downtime	Selesai Downtime	Ti
11/06/2023 13.00 WIB	12/06/2023 10.00 WIB	0
20/06/2023 15.00 WIB	21/06/2023 09.00 WIB	4.140
01/09/2023 16.00 WIB	03/09/2023 09.00 WIB	22.560
07/10/2023 13.00 WIB	09/10/2023 10.00 WIB	9.900
05/11/2023 09.00 WIB	05/11/2023 13.00 WIB	8.640
06/11/2023 09.00 WIB	07/11/2023 09.00 WIB	300

Pada pengujian berikut menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* dimana adanya pemilihan nilai *Index Of Fit* terbesar. Berikut ini adalah perhitungan distribusi Ekspensial pada komponen dinamo ($i = 1$) :

$$\begin{aligned}
 X_i &= t_i \\
 &= 300 \\
 X_{i2} &= 300^2 \\
 &= 90.000 \\
 F(t_i) &= (i - 0,3)/(n + 0,4) \\
 &= (1 - 0,3)/(5 + 0,4) \\
 &= 0,1296 \\
 Y_i &= \ln [1/(1 - F(t_i))] \\
 &= \ln [1/(1 - 0,1296296296)] \\
 &= 0,1388364448201 \\
 Y_{i2} &= 0,1388364448201^2 \\
 &= 0,01927 \\
 X_i Y_i &= 300 \times 0,01388364448201 \\
 &= 4,16509334
 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah tabel perhitungan nilai r pada distribusi Ekspensial komponen dinamo :

$$\begin{aligned}
 R \text{ Ekspensial} &= \frac{[n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)]}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2] [\sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} \\
 R \text{ Index Of Fit} &= \frac{(5 * (4,16509334)) - (300 * (0,1388364448201))}{\sqrt{((5 * 90000) - 300^2) * ((5 * 0,01927) - (0,1388364448201)^2)}}
 \end{aligned}$$

$$= 0,750$$

Tabel 7 *Time To Failure* Distribusi Eksponensial

No	Ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	300	300	90000	0,13	0,13	0,019	4,165
2	4.140	4140	17139600	0.31	0,84	0,709	3488,33
3	8.640	8640	74649600	0,50	1,20	1,440	10368,0
4	9.900	9900	98010000	0,68	1,22	1,456	11946,36
5	22.560	22560	508953600	0,87	12,1	14,659	273147,97
Total	45.540	45540	698842800	2,49	15,49	18,283	298954,825

Dari tabel diatas maka didapat nilai dari hasil *Index Of Fit* yaitu sebesar 0,750 atau 75,04%

c. Penentuan Distribusi Data Antar Waktu Perbaikan (*Time To Repair*)

Selanjutnya saat komponen kritis sudah diketahui maka menentukan jarak antar kerusakan pada komponen dinamo disajikan pada tabel 8.

Tabel 8 *Time To Repair* komponen dinamo

Mulai Downtime	Selesai Downtime	Dti
11/06/2023 13.00WIB	12/06/2023 10.00 WIB	360
20/06/2023 15.00 WIB	21/06/2023 09.00 WIB	180
01/09/2023 16.00 WIB	03/09/2023 09.00 WIB	600
07/10/2023 13.00 WIB	09/10/2023 10.00 WIB	840
05/11/2023 09.00 WIB	05/11/2023 13.00 WIB	240
06/11/2023 09.00 WIB	07/11/2023 09.00 WIB	540

Selanjutnya penentuan distribusi data antar waktu perbaikan, pada pengujian berikut menggunakan metode *Least Square Curve Fitting*. Berikut perhitungan nilai distribusi eksponensial :

$$\begin{aligned} X_i &= dt_i \\ &= 180 \\ X_{i2} &= 180^2 \\ &= 32.400 \\ F(dt_i) &= (i - 0,3)/(6 + 0,4) \\ &= 0,109375 \\ Y_i &= \ln [1/(1 - F(t_i))] \\ &= \ln [1/(1 - 0,109375)] \\ &= 1,12280 \\ Y_{i2} &= 1,1228070175438^2 \\ &= 1,2606955986456 \\ X_i Y_i &= 180 \times 1,1228070175438 \\ &= 202,10526315788 \end{aligned}$$

Berikut tabel 9 ini adanya perhitungan nilai r distribusi eksponensial pada mesin bubut :

$$R \text{ eksponensial} = \frac{[n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i) (\sum_{i=1}^n y_i)]}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2] - [\sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}}$$

$$\begin{aligned} R \text{ Index Of Fit} &= \\ &= \frac{(6 * (202,10526315788)) - (180 * (1,12280))}{\sqrt{(6 * (32400) - 180^2) * ((6 * 1,2606955986456) - (1,1228070175438)^2)}} \\ &= 0,0082 \end{aligned}$$

Tabel 9 *Time To Repair* Komponen Dinamo

No	Dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	180	180	32400	0,10	1,12	1,26	202,10
2	240	240	57600	0,26	1,15	1,32	276,75
3	360	360	129600	0,42	1,16	1,35	418,90
4	540	540	291600	0,57	1,17	1,36	631,23
5	600	600	360000	0,73	1,17	1,37	703,29
6	840	840	705600	0,89	1,17	1,38	986,42
Total	2760	2760	1576800	2,97	6,94	8,04	3218,69

Dari tabel diatas maka didapat nilai terbesar dari hasil *Index Of Fit* yaitu 0,082 atau 82%

d. Perhitungan Parameter Data Waktu Kerusakan (*Time To Failure*)

Parameter yaitu λ (parameter lokasi) dan T (waktu bentuk) dengan perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 N &= 5 \\
 \lambda &= \frac{n}{T} \\
 &= \frac{5}{45540} \\
 &= 0,00109 \\
 T &= \sum_{ti}^r ti \\
 &= 5,4677
 \end{aligned}$$

e. Perhitungan Parameter Data Waktu Perbaikan (*Time To Repair*)

Parameter yaitu λ (parameter lokasi) dan T (waktu bentuk) dengan perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 N &= 6 \\
 \lambda &= \frac{n}{T} \\
 &= \frac{6}{2760} \\
 &= 0,00217 \\
 T &= \sum_{ti}^r ti \\
 &= 0,0010
 \end{aligned}$$

f. Penentuan Nilai Tengah dari Data Waktu Kerusakan (*Mean Time To Failure*)

Berikut ini adalah penentuan nilai tengah dari distribusi data waktu kerusakan *Mean Time To Failure* (MTTF) :

$$\begin{aligned}
 \text{MTTF} &= \frac{1}{\lambda} \\
 &= \frac{1}{0,00109} \\
 &= 917,4312 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

g. Penentuan Nilai tengah dari Data Waktu Perbaikan (*Mean Time To Repair*)

Waktu perbaikan *Mean Time To Repair* (MTTR) :

$$\begin{aligned}
 \text{MTTR} &= \frac{1}{\lambda} \\
 &= \frac{1}{0,00217}
 \end{aligned}$$

$$0,00217$$

$$= 460,8294 \text{ menit}$$

h. Perhitungan Interval Waktu Penggantian Pencegahan dengan Minimasi *Downtime* penggantian pencegahan dengan minimasi *downtime* sebagai berikut :

1. Data waktu kerusakan berdistribusi eksponensial
 - MTTF = 917,4311
 - λ = 0,00109
 - T = 54,677
2. Waktu untuk melakukan penggantian kerusakan komponen
 - Tf = 460,8294 menit
3. Waktu untuk melakukan penggantian *preventive*
 - Tp = 460,8294 menit

i. Perhitungan Interval Waktu Pemeriksaan

Berikut ini adalah perhitungan interval waktu pemeriksaan pada komponen dinamo :

1. Waktu yang dibutuhkan perusahaan untuk pemeriksaan komponen dinamo baik secara *visual* maupun mekanik adalah 60 menit.
2. Jumlah pemeriksaan (k) :
 - a. 1 bulan = 22 hari kerja, 1 hari 8 jam kerja
 - b. T = 22 hari/bulan x 8 jam = 176 jam (10.560 menit)
 - c. Jumlah kerusakan komponen dinamo selama 6 bulan = 6 kali
 - d. K = $\frac{6}{132 \text{ hari}}$
= 0,045
3. Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk perbaikan
 - a. MTTR = 460,8294 menit
 - b. T = 10.560 menit/bulan
 - c. $1/\mu$ = MTTR/T
= 460,8294/10560
= 0,04363914
4. Waktu rata-rata melakukan pemeriksaan
 - a. Waktu untuk melakukan pemeriksaan ti adalah 1 jam (60 menit)
 - b. T = 10.560 menit/bulan
 - c. $\frac{60}{T} = \frac{ti}{T}$
= $\frac{60}{10560}$
= 0,00568181
5. Perhitungan frekuensi pemeriksaan

$$N = \sqrt{\frac{k, i}{\mu}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,045 \times 10560}{04363914}}$$

$$= 108,89 \text{ kali pemeriksaan/bulan}$$
6. Interval waktu pemeriksaan

$$\frac{T}{N} = \frac{10560}{108,89}$$

$$= 96,9786 \text{ menit (4,4 hari)}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Komponen yang tergolong kritis pada mesin bubut didapat dari *Failure Mode Effect and Anaysis* (FMEA) dimana dilihat dari *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi pada setiap komponen mesin bubut bahwa komponen dinamo yang dimana $severity \times occurrence \times detection$ dengan nilai $10 \times 8 \times 5 = 400$.
2. Pada interval kerusakan dan perbaikan mesin bubut bahwa *Mean Time To Failure* (MTTF) didapat sebesar 917,4312 menit. Komponen dinamo akan mengalami gejala kerusakan setelah beroperasi 3,15 hari. Sedangkan *Mean Time To Repair* (MTTR) didapat 460,8294 menit dan komponen dinamo akan mengalami perbaikan selama 8 jam.

5. SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai masukan perusahaan dari penelitian yang dilakukan ini sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari hasil penelitian diatas bahwa peneliti menyarankan agar *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini dapat lebih diterapkan sebagai pendekatan sistem perawatan mesin di PT.Dok Perkapalan Kodja Bahari cabang Jakarta. Karena dengan adanya penerapan konsep *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini, perusahaan dapat mengetahui jenis tindakan perawatan yang optimal sehingga dapat meningkatkan keandalan mesin-mesin perusahaan.
2. Berdasarkan dari hasil penelitian diatas bahwa peneliti menyarankan agar lebih baik tentang pemeriksaan umur tiap komponen serta kondisi dari tiap komponen selama 3,15 hari atau paling lama 1 minggu sekali agar tidak terjadi *downtime* pada komponen mesin tersebut

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Hamda, "Analisis Nilai Overall Equipment Effectiveness (Oee) Untuk Meningkatkan Performa Mesin Exuder Di Pt Pralon," *J. Ilm. Teknol. dan Rekayasa*, vol. 23, no. 2, pp. 112–121, 2018, doi: 10.35760/tr.2018.v23i2.2461.
- [2] A. Padhil, A. Mail, and M. Jannah, "Analisis Pemeliharaan Mesin Swd 1 Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada Pltd Tello," *J. Manaj. Rekayasa dan Inov. Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 50–59, 2023, [Online]. Available: <https://journal.iteba.ac.id/index.php/jmrib>
- [3] F. Fathurohman and S. Triyono, "Rcm (Reliability Centered Maintenance): the Implementation in Preventive Maintenance (Case Study in an Expedition Company)," *EKOMABIS J. Ekon. Manaj. Bisnis*, vol. 1, no. 02, pp. 197–212, 2020, doi: 10.37366/ekomabis.v1i02.29.
- [4] M. Cheshmberah, A. Naderizadeh, A. Shafaghat, and M. K. Nokabadi, "An integrated process model for root cause failure analysis based on reality charting, FMEA and dematel," *Int. J. Data Netw. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 225–236, 2020, doi: 10.5267/j.ijdns.2019.12.003.
- [5] Fitriandi, Muzakir, and Suhari, "Integrasi Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Untuk Meningkatkan Efektifitas Mesin Hammer Mill Di Pt. Salix Bintama Prima," *J. Optim.*, vol. 4, no. 2, pp. 97–107, 2018.
- [6] J. Sodikin and U. Satria Jati, "Analisa Kerusakan Transmisi Otomatis dengan Metode Failures Mode and Effects Analysis (FMEA) dan Logic Tree Anaysis (LTA)," *Accurate J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 13–21, 2022, doi: 10.35970/accurate.v3i1.1510.
- [7] M. A. Farsi, "Reliability, availability, and maintainability modeling of multi-state systems with load-sharing structure," *J. Comput. Appl. Res. Mech. Eng.*, vol. 13, no. 1, pp. 39–53, 2023, doi: 10.22061/jcarme.2022.7962.2059.
- [8] A. Answary and B. Waluyo, "Model Age Replacement untuk Preventive Maintenance Pompa Finish Water Pump : Studi Kasus di Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)," vol. 04, no. 01, pp. 40–55, 2024.
- [9] H. D. W. Shinta, R. Yanti, and Qurtubi, "Analisis Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance(RCM) terhadapMesinAir Jet Loom(AJL)," *Semin. dan Konf. Nas. IDEC* ,

-
- vol. 3, no. 1, pp. 26–27, 2021, [Online]. Available: <https://idec.ft.uns.ac.id/wp-content/uploads/IDEC2021/PROSIDING/LSP/ID004.pdf>
- [10] M. D. Ramere and O. T. Laseinde, “Optimization of condition-based maintenance strategy prediction for aging automotive industrial equipment using FMEA,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 180, pp. 229–238, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.160.
- [11] Z. Sajaradj, L. N. Huda, and S. Sinulingga, “The Application of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing (Journal Review),” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 505, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/505/1/012058.
- [12] S. Priambodo and N. A. Mahbubah, “Implementasi Metode Overall Equipment Effectiveness Berbasis Six Big Losses Guna Mengevaluasi Efektivitas Mesin Packing Semen,” *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 4, pp. 2363–2374, 2021, doi: 10.32672/jse.v6i4.3497.
-