



Perencanaan *Preventive Maintenance* Pada Mesin Speedmaster CDL 102 Di PT.X Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

M. Zakiy Fajri Isfi^{1*}, Dianta Mustofa Kamal^{2*}, Asep Apriana²

¹Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 164224

²Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: m.zakiyfajriisfi.tm19@mhs.w.pnj.ac.id

Abstrak

PT.X merupakan salah satu perusahaan industri cetak offset yang mengolah kertas karton menjadi kemasan jadi siap isi. Ada beberapa mesin yang beroperasi di departemen produksi, salah satunya mesin Speedmaster CDL 102. Kendala yang sering muncul yaitu sering terjadinya downtime yang tidak terduga mengakibatkan produksi berhenti secara mendadak. Komponen yang paling banyak menyumbang downtime adalah mechanical transmission, kompresor dan chiller. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan usulan tindakan preventive maintenance pada komponen yang mengalami kegagalan dengan metode RCM (Reliability Centered Maintenance) berdasarkan perhitungan nilai reliability yang didapat. Hasilnya didapatkan kegiatan preventive maintenance yang dapat dilakukan perusahaan untuk komponen mechanical transmission 71,4 Jam, Kompresor 98,9 Jam, dan chiller 105,3 Jam.

Kata-kata kunci: Speedmaster CDL 102, RCM, FMEA, Preventive Maintenance

Abstract

PT. X is one of the offset printing industry companies that processes cardboard into ready-to-fill packaging. There are several machines operating in the production department, one of which is the Speedmaster CDL 102. Constraints that often arise are the frequent occurrence of unexpected downtime resulting in production stopping suddenly. The components that contribute the most downtime are mechanical transmission, compressor and chiller. The purpose of this study is to propose preventive maintenance actions on components that have failed with the RCM (Reliability Centered Maintenance) method based on the calculation of the reliability value obtained. The result is that preventive maintenance activities that can be carried out by the company for mechanical transmission components are 71.4 hours, compressors are 98.9 hours, and chillers are 105.3 hours.

Keywords: Speedmaster CDL 102, RCM, FMEA, Preventive Maintenance

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

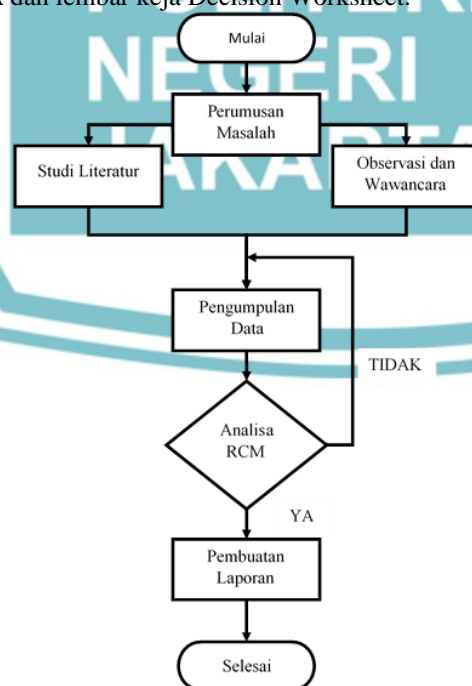


1. PENDAHULUAN

PT X merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur kertas. Proses produksi pada PT. X berjalan secara terus-menerus. Mesin speedmaster CDL 102 merupakan salah satu mesin inti di departemen produksi dalam menjalankan proses produksi. Untuk menjaga performa dan *lifetime* khususnya mesin Speedmaster diperlukan preventive maintenance yang baik dan benar. *Preventive maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan sebelum terjadinya kerusakan pada sebuah komponen, tujuannya untuk mencegah dan mengenali kerusakan lebih awal. Sistem perawatan yang dilakukan selama ini oleh perusahaan bersifat *corrective maintenance*, yaitu perbaikan yang dilakukan saat kerusakan terjadi dengan cara mencari komponen yang rusak kemudian memperbaikinya atau menggantinya dengan komponen yang baru. Pada penelitian yang dilakukan kali ini mengidentifikasi penyebab kegagalan operasional mesin speedmaster CDL 102 serta tindak lanjut perbaikan ataupun perawatan dengan menggunakan metode *reliability centered maintenance* (RCM).. Oleh karena itu, penelitian diperlukan untuk menentukan perencanaan preventive maintenance pada 3 komponen mesin speedmaster CDL 102 (*mechanical transmission*, kompresor dan *chiller*).

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah metode Reliability Centered Maintenance berdasarkan Gambar 1, perumusan masalah ditentukan saat melaksanakan On the Job Training di PT. X, setelah didapatkan topik barulah dilakukan studi literatur tentang metode *Reliability Centered Maintenance* melalui jurnal, buku, dan lain-lain. Observasi dan wawancara melalui pengamatan kerusakan serta wawancara dengan pihak staf mekanik, pengumpulan data didapatkan dari riwayat perbaikan alat. Dalam proses pengolahan data, komponen yang akan dibuat interval perawatannya adalah komponen *mechanical transmission*, kompresor dan *chiller*. Dari komponen tersebut dianalisis kegagalannya dengan *Fault Tree Analysis* dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), setiap komponen yang memiliki mode kegagalan dimasukkan ke dalam lembar kerja *Decision Worksheet* untuk menentukan keputusan tindakan preventive maintenance yang dapat dilakukan berdasarkan konsekuensi kegagalan dan Proactive Task. Berikutnya dicari TTF (Time to Failure) dari setiap komponen, kemudian data TTF diolah menggunakan software Microsoft excel dan easyfit sehingga didapatkan parameter – parameter yang sesuai dengan distribusi yang terbentuk. Parameter yang didapat digunakan untuk mencari nilai keandalan dari setiap komponen. Berikutnya dicari waktu komponen mengalami penurunan keandalan untuk pertama kali berdasarkan nilai TTF. Berdasarkan nilai keandalan yang dicari maka akan didapatkan rekomendasi interval preventive maintenance pada komponen kopling, rem, dan sistem bahan bakar. Selanjutnya diputuskan kegiatan preventive maintenance yang dapat diambil berdasarkan pada nilai keandalan, waktu interval, FMEA dan lembar kerja *Decision Worksheet*.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian



Time to Failure (TTF)

Time to Failure merupakan lama waktu yang dilalui komponen saat terjadi kerusakan hingga terjadinya kerusakan di waktu selanjutnya.

Jenis - Jenis Distribusi

Distribusi merupakan daftar suatu percobaan kejadian yang disertai dengan nilai probabilitas suatu peristiwa distribusi dapat dimanfaatkan untuk melakukan berbagai analisis fenomena cuaca, kerusakan, pengukuran produksi, dan lain-lain. *Cumulative distribution function* (fungsi distribusi kumulatif); merupakan fungsi yang menyatakan probabilitas kerusakan dalam suatu percobaan acak.

Distribusi Normal

- a. Fungsi kumulatif kerusakan (*cumulative distribution function*)

$$F(t) = \phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)$$

- b. Fungsi Keandalan

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)$$

Distribusi Lognormal

- a. Fungsi kumulatif kerusakan (*cumulative distribution function*)

$$F(t) = \phi\left(\frac{\ln(t) - \mu}{\sigma}\right)$$

- b. Fungsi Keandalan

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{\ln(t) - \mu}{\sigma}\right)$$

3. Distribusi Eksponensial

- a. Fungsi kumulatif kerusakan (*cumulative distribution function*)

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t)$$

- b. Fungsi Keandalan

$$R(t) = \exp(-\lambda t)$$

4. Distribusi *Weibull*

- a. Fungsi kumulatif kerusakan (*cumulative distribution function*)

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^\beta\right]$$

- b. Fungsi Keandalan

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Fault Tree Analysis (FTA)

FTA adalah suatu model grafis yang menyangkut berbagai paralel dan kombinasi percontohan kesalahan-kesalahan yang akan mengakibatkan kejadian dari peristiwa yang tidak diinginkan yang sudah didefinisikan sebelumnya. Pembuatan *fault tree diagram* memudahkan untuk memahami dan menganalisis mode kerusakan, komponen penyebab kerusakan, dan faktor penyebab kerusakan komponen kritis.

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu teknik manajemen kegagalan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan suatu aset yang tidak mampu melaksanakan fungsinya sesuai dengan yang diharapkan oleh pengguna. Modus Kegagalan bertujuan untuk menentukan akar permasalahan dari kegagalan yang terjadi, sedangkan Efek Kegagalan menjelaskan dampak yang diakibatkan apabila Modus Kegagalan telah terjadi



Decision Worksheet

Decision Worksheet merupakan dokumen lembar kerja dalam pengerjaan RCM, yang berfungsi untuk mengevaluasi kegagalan dan tindakan apa yang harus diambil berdasarkan kolom yang telah diisi. Kolom H, S, dan O diisi dengan konsekuensi yang ditimbulkan karena modus kegagalan. Kolom proactive task terbagi menjadi 3 kolom, yaitu

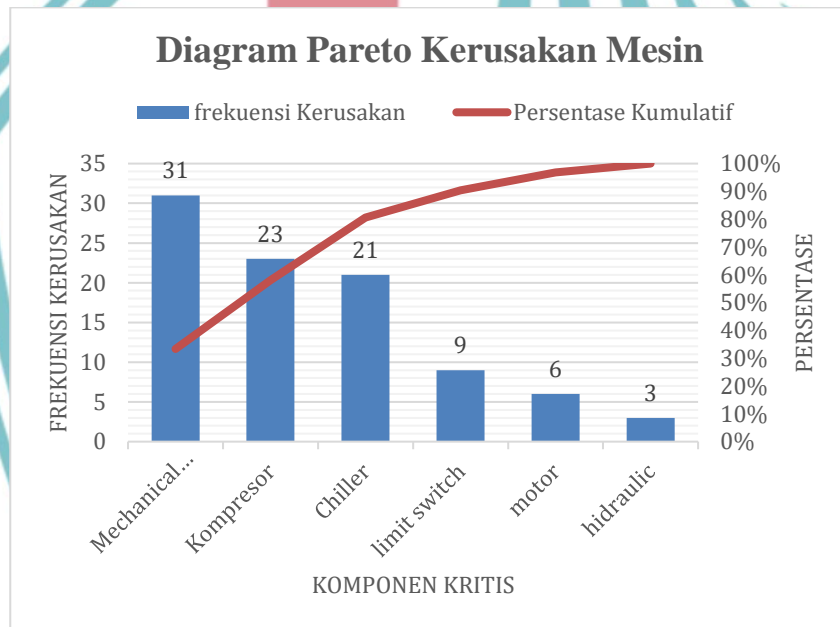
H1/S1/O1/N1 : Digunakan untuk mencatat apakah tindakan *Scheduled on Condition* task bisa meminimalkan dampak dari kegagalan.

H2/S2/O2/N2 : Digunakan untuk mencatat apakah *Scheduled Restoration Task* bisa mengurangi kegagalan.

H3/S3/O3/N3 : Digunakan untuk mencatat apakah *Scheduled Discard Task* bisa mengurangi kegagalan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Komponen Kritis



Gambar 2 Diagram Pareto

Berdasarkan hasil diagram pareto di atas, diketahui bahwa mechanical transmission menjadi komponen yang paling sering mengalami kerusakan sebanyak 31 kali yang kemudian disusul oleh kompresor dengan 23 kali kerusakan dan chiller mengalami kerusakan sebanyak 21 kali. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil sampai dengan urutan ketiga terbanyak dari diagram pareto tersebut, yaitu mechanical transmission, kompresor, dan chiller. Penentuan ini berdasarkan bahwa ketiga komponen tersebut masing-masing memiliki persentase kerusakan di atas 10%.

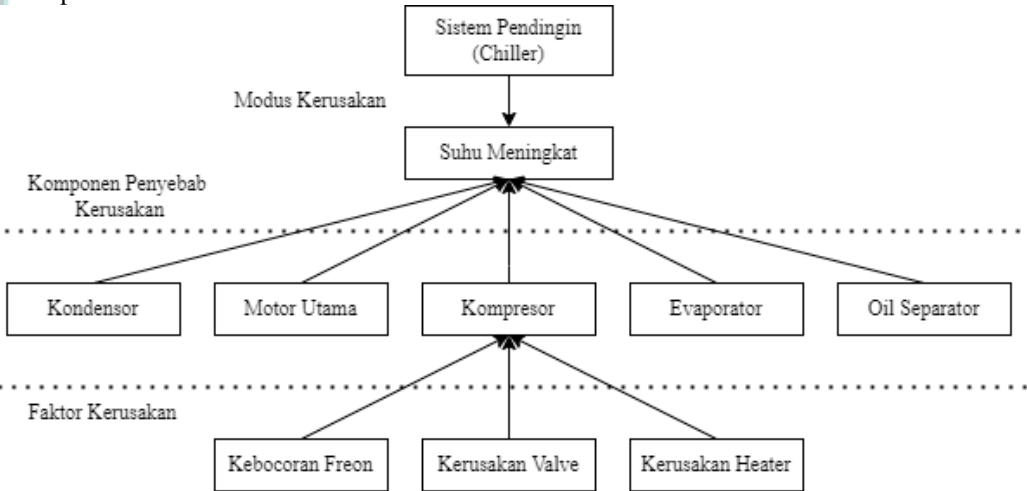
- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Menentukan Perencanaan Preventive Maintenance Komponen Chiller

Pembuatan FTA bertujuan memudahkan mengelompokkan modus kegagalan yang nantinya dimasukkan pada tabel FMEA.



Gambar 3 Fault Tree Analysis Komponen Chiller

Setelah modus kegagalan diketahui, selanjutnya menentukan efek kegagalan, penyebab kegagalan dan cara mendeteksi kegagalan yang dimasukkan ke dalam table FMEA.

Tabel 1 FMEA Komponen Chiller

komponen	fungsi	Modus kegagalan	Efek kegagalan	Penyebab kegagalan	Cara mendeteksi kegagalan	kritikalitas			
						S	O	D	RPN
Chiller	Mendinginkan air	Kebocoran oli dan freon	Level oli dan freon berkurang sehingga pendinginan tidak sempurna	Seal rusak sehingga mengalami kebocoran	Alarm akan berbunyi apabila terjadi kegagalan pada chiller	8	8	3	216
		Kerusakan sensor suhu	Suhu pada monitor tidak sesuai dengan sihi sebenarnya	Panas karena beban yang tidak sesuai dengan kapasitas					
		Kerusakan <i>condensor</i>	Kerusakan pompa <i>condensor</i>	Benda asing					

Dari modus kegagalan yang ada di FMEA kemudian dievaluasi setiap keagalannya dengan decision worksheet.

Tabel 2 Decision Worksheet komponen chiller

Komponen	Modus Kegagalan	Evaluasi				Proactive Task			Tindakan
		Konsekuensi				HI	H2	H3	
		H	S	E	O				
					S1	S2	S3		

Hak Cipta :
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

					O1 N1	O2 N2	O3 N3	
Chiller	Kebocoran oli dan freon	Y	N	Y	Y	Y	Y	<i>scheduled on-condition task</i> <i>Scheduled Restoration Task</i> <i>scheduled discard task</i>
	Kerusakan sensor suhu	Y	N	N	Y	Y	Y	<i>scheduled on-condition task</i> <i>Scheduled Restoration Task</i> <i>scheduled discard task</i>
	Kerusakan kondensor	Y	N	N	Y	Y	Y	<i>scheduled on-condition task</i> <i>Scheduled Restoration Task</i> <i>scheduled discard task</i>

Tabel 3 TTF Komponen Chiller

No	Awal Kerusakan	Akhir Perbaikan	Durasi Perbaikan	TTF (Jam)	TTR (Jam)
1	3/2/2022 17:39	3/2/2022 17:52	0:13	36	0.22
2	3/8/2022 1:02	3/8/2022 1:12	0:09	127	0.15
3	3/15/2022 17:32	3/15/2022 18:56	1:24	168	1.73
4	3/21/2022 18:12	3/21/2022 18:46	0:34	143	0.57
5	3/22/2022 9:20	3/22/2022 10:04	0:44	14	0.73
6	3/25/2022 13:47	3/25/2022 13:59	0:12	75	0.20
7	3/29/2022 17:39	3/29/2022 18:39	1:00	99	1.00
8	4/4/2022 17:07	4/4/2022 17:28	0:21	142	0.35
9	4/5/2022 20:13	4/5/2022 20:39	0:25	26	0.42
10	4/7/2022 16:00	4/7/2022 18:59	2:59	43	2.98
11	4/14/2022 11:41	4/14/2022 12:22	0:40	160	0.67
12	4/15/2022 11:09	4/15/2022 13:17	2:07	22	2.12
13	4/23/2022 5:32	4/23/2022 5:58	0:26	184	0.43
14	4/27/2022 17:08	4/27/2022 17:18	0:10	107	0.17
15	5/1/2022 16:20	5/1/2022 17:38	1:18	120	1.30
16	5/6/2022 12:47	5/6/2022 14:10	1:23	115	1.38

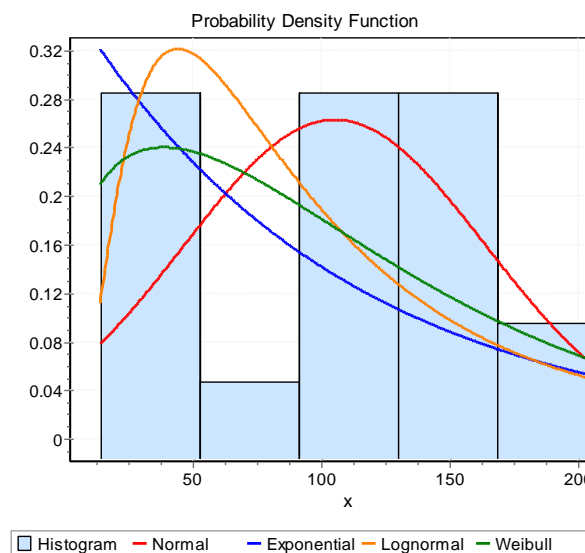
17	5/11/2022 0:12	5/11/2022 1:22	1:10	105	1.17
18	5/17/2022 20:11	5/17/2022 21:43	1:32	162	3.53
19	5/18/2022 22:15	5/18/2022 23:55	1:40	24	1.67
20	5/24/2022 12:45	5/24/2022 14:19	1:34	132	1.57
21	6/2/2022 5:21	6/2/2022 5:59	0:38	207	0.63

Dari data TTF (*Time to Failure*) kemudian diolah dengan *Software Microsoft Excel*, menggunakan fitur *Descriptive Statistic* untuk mencari parameter *mean* dan *standard* deviasi hasilnya didapatkan nilai sebagai berikut.

Tabel 4 Descriptive Statistic

TTF Komponen Mechanical Transmission	
<i>Mean</i>	105,2857
<i>Standard Deviation</i>	58,6320244040259
<i>Minimum</i>	207
<i>Maximum</i>	195
<i>Sum</i>	2211
<i>Count</i>	21
Confidence Level (95.0%)	26,6889775286465

Dari data pada Tabel 4 hasil pengolahan di *Software Microsoft Excel* dapat diketahui parameter *mean* adalah sebesar 105,2857 (MTTF) dan standar deviasi sebesar 58,6320244040259. Dengan menggunakan *software Easyfit* akan dibuktikan distribusi yang terbentuk dari data TTF komponen chiller dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 *Probability Density Function* Chiller

Distribusi yang sesuai dapat dilihat pada informasi dari output teks pada perhitungan dengan menggunakan *Software Easyfit Professional* pada Tabel 5 dibawah ini:



Tabel 5 Goodnes of Fit Komponen Chiller

No	Distribution	Kolmogorov Smirnov	
		Statistic	Rank
1	Exponential	0,27616	4
2	Lognormal	0,25549	3
3	Normal	0,14167	1
4	Weibull	0,21417	2

Setelah diketahui distribusi yang terbentuk adalah normal, maka selanjutnya mencari parameter-parameter yang sesuai dengan distribusi normal. Menggunakan Software Microsoft Excel dapat dicari pada interval berapa chiller mengalami penurunan keandalan pertama kali dengan memakai rumus Invers Distribusi Normal dan dimasukkan nilai probability, mean dan standard deviation. Perhitungan dapat juga dilakukan dengan menggunakan formula cumulative distribution function sebagai berikut:

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)$$

$$F(t) = \Phi\left(\frac{12 - 105,29}{58,632}\right)$$

$$F(t) = \Phi(-1,59111066)$$

$$F(t) = 0,05592$$

Fungsi Keandalan (Reliability)

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)$$

$$R(t) = 1 - 0,05592$$

$$R(t) = 0,94408$$

$$R(t) = 94\%$$

Tabel 6 Preventive Maintenance Komponen Chiller

Cumulative Density Fucntion		Keandalan		Keandalan Sesudah PM
interval waktu	distribusi normal (F(t))	Sebelum PM $R(t) = 1 - (F(t))$	persentase (%)	
0	0.04	0.96	96.4%	96%
12	0.06	0.94	94.4%	94%
24	0.08	0.92	91.7%	92%
36	0.12	0.88	88.1%	88%
48	0.16	0.84	83.6%	84%
60	0.22	0.78	78.0%	78%
72	0.29	0.71	71.5%	71%
84	0.36	0.64	64.2%	64%
96	0.44	0.56	56.3%	56%
108	0.52	0.48	48.2%	96%
120	0.60	0.40	40.1%	94%
132	0.68	0.32	32.4%	92%
144	0.75	0.25	25.5%	88%
156	0.81	0.19	19.4%	84%



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

168	0.86	0.14	14.2%	78%
180	0.90	0.10	10.1%	71%
312	1.00	0.00	0.0%	56%

Berdasarkan Tabel perhitungan diatas bahwa nilai MTTF yaitu sebesar 105,29 jam. Dimana rata-rata umur komponen Chiller akan mengalami penurunan keandalan pertama kali sekitar 108 jam (interval 12 jam) dengan keandalan komponen mesin sebesar 48,2 %. Nilai reliability atau keandalan dipengaruhi oleh waktu yang artinya semakin lama dan panjangnya waktu penggunaan komponen tersebut maka nilai keandalannya akan semakin menurun. Maka tindakan yang dilakukan setelah umur komponen 105,29 jam harus dilakukan preventive maintenance. Setelah didapatkan Interval perawatan lalu dibuatlah tindakan preventive maintenance yang dapat dilakukan pada komponen chiller dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 7 Usulan Preventive Maintenance Komponen Chiller

Komponen	Argumen	Tindakan	Preventive Maintenance
Freon dan oli level	Y	<i>Scheduled on-condition task</i>	Pemeriksaan level oli dan freon
	Y	<i>scheduled restoration task</i>	Penambahan oli dan freon jika dibawah batas normal
	Y	<i>scheduled discard task</i>	Ganti oli dan freon
Sensor suhu	Y	<i>Scheduled on-condition task</i>	Periksa sensor suhu
	N	<i>scheduled restoration task</i>	Sensor suhu yang rusak tidak dapat dipulihkan
	Y	<i>scheduled discard task</i>	Ganti sensor suhu
Kondensor	Y	<i>Scheduled on-condition task</i>	Periksa kondensor
	Y	<i>scheduled restoration task</i>	Lakukan <i>cleaning</i> pada kondensor
	Y	<i>scheduled discard task</i>	Ganti kondensor

Dari penjadwalan yang telah diusulkan, dapat dilihat pada tabel 6 nilai keandalan komponen chiller akan meningkat hingga 96% jika dilakukan preventive maintenance pada interval 105,29 jam beroperasi. Cara yang sama dilakukan untuk mencari interval preventive maintenance komponen mechanical transmission dan kompresor.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan interval waktu preventive maintenance yang diusulkan pada komponen mechanical transmission adalah 71,4 jam (3hari), komponen kompresor 98,9 Jam (4 hari), dan chiller 105,3 Jam (5 hari). Bentuk kebijakan perawatan preventive maintenance dapat diterapkan pada ketiga komponen dengan pemeriksaan komponen rutin sesuai dengan jadwal preventive maintenance yang telah dibuat pada saat keadaan normal mesin..

REFERENSI

1. Dono, M. W. 2017. "Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Boiler B-1102 Di Pabrik I Pt . Petrokimia Gresik." Departemen Teknik Fisika Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya 186.





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

2. Putra, Muhammad Aditya, and Iveline Anne Marie. 2017. "Rancangan Perawatan Bus Transjakarta Menggunakan Pendekatan Reliability Centered Maintenance Di Perum Damri Sbu Busway Koridor I & Viii." *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 3(3):208–19. doi: 10.24912/jitiuntar.v3i3.472.
3. (Eli 2013) Arsyad, M., and Ahmad Zubair Sultanuhammad. 2018. *Manajemen Perawatan*. Deepublish.
4. Walpole, Ronald E 1995. *Pengantar Statistika*, edisi ke-3, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
5. Ben-Daya, M. 2009. You May Need RCM to Enhance TPM Implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 6 (2).
6. Ebellling, C.E.1997. *An introduction to Reliability and Maintainability Engineering*.
7. Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance 2nd Edition*. New York : Industrial Press Inc.
8. Farra Nabila Murti, *Analisa Risiko Kegagalan Kompresor K-3-02 B Di Plant 3C PT. Pertamina (Persero) Ru V Balikpapan Menggunakan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA)*. 2019
9. Aryudi Susilo, R. Ismet Rohimat, Hennie Husniah, *Analisis Kegagalan Operasional Mesin Chiller dengan Metoda FTA dan FMEA*. 2019

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

