



Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* II Di PT Naga Laut Timur

Ahmad Amirudin

Prodi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta
amirudinahmad221@gmail.com

Ari Zaqi Al Faritzzy

Prodi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta
ari_zaqi@uty.ac.id

Alamat: Jl. Glagahsari No.63, Warungboto, Kec. Umbulharjo, Kota Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta 55164

Abstract. *PT Naga Laut Timur is a company engaged in the fish freezing industry. In carrying out its production process, this company is assisted by 2 types of machines, namely compressor machines and cold storage machines. After several years of the production process, the condition of the cold storage machines began to experience a lot of damage and downtime often occurred. Where in February 2022 - January 2023 the frequency of damage to cold storage machines reached 48 times and machine downtime reached 582.5 hours. Efforts made to improve that is by using the RCM II method. From the FMEA calculation results, three critical components have the highest RPN values, namely the Solenoid Valve, Shut Off Valve and Filter Drier Components. Optimal maintenance interval on Solenoid Valve with a maintenance interval of 279.2925 hours. Shut Off Valve with optimal maintenance interval of 331.3482 hours. Filter Drier with optimal maintenance interval of 345.3584 hours. The maintenance action on the Solenoid Valve uses a scheduled on-condition task with an optimal TC of IDR 4,334,846. Shut Off Valve uses a scheduled on-condition task with an optimal TC of IDR 5,859,706. Filter Drier uses the Scheduled Discard Task with an optimal TC of IDR 3,919,122.*

Keywords: *FMEA, Maintenance, Cold Storage Machines, Reliability, RCM II*

Abstrak. PT Naga Laut Timur merupakan perusahaan yang bergerak dalam industry pembekuan ikan. Didalam melakukan proses produksinya, perusahaan ini dibantu 2 jenis mesin yaitu mesin kompresor dan mesin *cold storage*. Setelah beberapa tahun proses produksi, kondisi mesin yang *cold storage* mulai banyak mengalami kerusakan dan sering terjadi *Downtime*. Dimana pada bulan Februari 2022 – Januari 2023 frekuensi kerusakan mesin *cold storage* mencapai 48 kali dan *Downtime* mesin mencapai 582,5 jam. Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki yaitu dengan menggunakan metode RCM II. Dari hasil perhitungan FMEA didapat tiga komponen kritis yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu Komponen *Solenoid Valve*, *Shut Off Valve* dan *Filter Drier*. Interval perawatan optimal pada *Solenoid Valve* dengan interval perawatan sebesar 279,2925 jam. *Shut Off Valve* dengan interval perawatan optimal sebesar 331,3482 jam. *Filter Drier* dengan interval perawatan optimal sebesar 345,3584 jam. Tindakan perawatan pada *Solenoid Valve* menggunakan *scheduled on-condition task* dengan TC optimal sebesar Rp 4.334.846. *Shut Off Valve* menggunakan *scheduled on-condition task* dengan TC optimal sebesar Rp 5.859.706. *Filter Drier* menggunakan *Scheduled Discard Task* dengan TC optimal sebesar Rp 3.919.122.

Kata kunci: FMEA, Kehandalan, Mesin *Cold Storage*, Perawatan, RCM II

LATAR BELAKANG

Seiring dengan berkembangnya teknologi di dunia industri, mesin dan peralatan menjadi salah penunjang produksi dalam menentukan mutu produk. Jika suatu proses produksi terus berjalan sesuai kegiatan yang dilakukan, maka perusahaan perlu melakukan pemeliharaan atau perawatan (*Maintenance*) mesin mesinnya. Corder dalam bukunya Teknik Manajemen Pemeliharaan, perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima (Djamari, 2017).

PT Naga Laut Timur merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang proses pembekuan ikan. Didalam melakukan proses produksinya, perusahaan ini dibantu 2 jenis mesin yaitu mesin kompresor dan mesin *cold storage*. Untuk mesin kompresor terdapat 3 unit dengan system pengoprasian *rolling* selama 24 jam sedangkan untuk mesin *cold storage* beroperasi selama 24 jam nonstop. 2 jenis mesin tersebut berjalan dengan baik untuk memenuhi proses pembekuan ikan perusahaan. Tetapi setelah beberapa tahun proses produksi, kondisi mesin yang *cold storage* mulai banyak mengalami kerusakan dan sering terjadi *Downtime* yang menyebabkan ruangan pendingin *cold storage* terganggu. Dimana pada bulan Februari 2022 – Januari 2023 frekuensi kerusakan mesin mencapai 48 kali dan *Downtime* kerusakan mesin mencapai 582,5 jam. Setelah dilakukan wawancara kepada pihak teknisi, ternyata PT Naga Laut Timur menerapkan *corrective Maintenance* dalam sistem perawatan mesinnya.

Menurut (Dhilon, 2002), *Reliability centered maintenance* (RCM II) adalah proses sistematis yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap peralatan atau fasilitas fisik dapat terus memenuhi fungsi yang dirancang dalam konteks operasinya. Metode RCM II mempunyai kelebihan dalam penentuan program pemeliharaan yang difokuskan pada komponen atau mesin-mesin kritis (*critical item list*) dan menghindari kegiatan perawatan yang tidak diperlukan dengan menentukan interval pemeliharaan yang tepat (Moubray 1997).

Tujuan diadakan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi komponen kritis penyebab kerusakan dengan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), Menentukan interval waktu perawata yang paling optimum dengan RCM II *decision Worksheet*, dan membuat kebijakan perawatan untuk menurunkan biaya perawatan.

METODE PENELITIAN

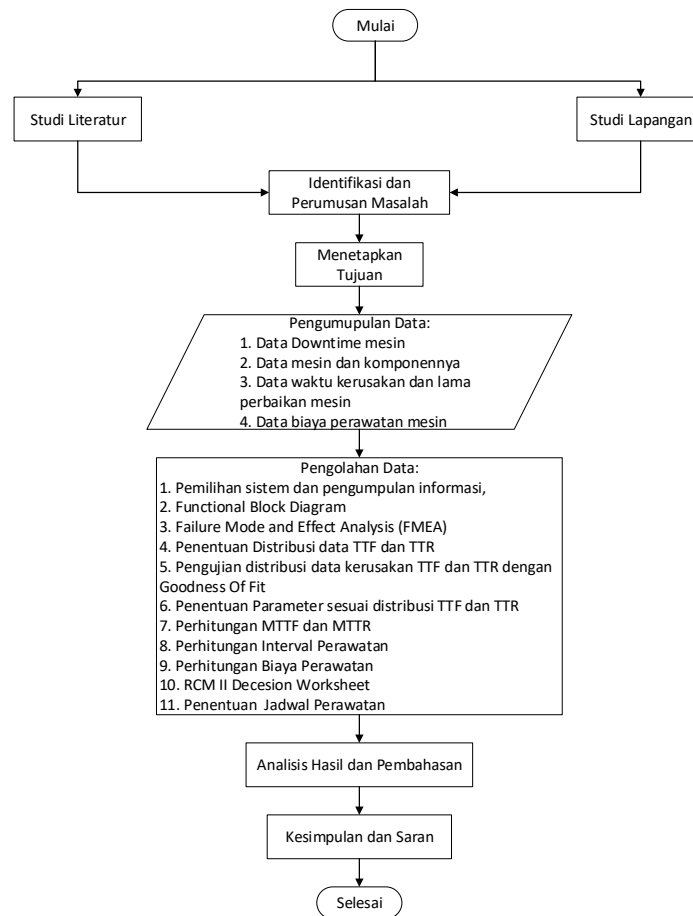
Penelitian pada PT Naga Laut Timur dilakukan pada bulan Februari 2023 dibagian ruang teknisi mekanik. Obyek Penelitian yang diteliti yaitu Mesin *Cold Storage*. Dengan melakukan observasi dan wawancara kepada kepala teknisi perusahaan untuk mendapatkan data primer maupun sekunder yang nantinya dapat diolah oleh penulis dengan mengaplikasikan metode RCM II. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar. 1.

Penelitian dimulai dengan melakukan peninjauan baik studi lapangan maupun literatur, Mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan, menetapkan tujuan, melakukan pengumpulan data, mengidentifikasi komponen kritis, Membuat *Functionl Block Diagram* (FBD), analisa *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) dan RCM II *Decesion Worksheet*, menentukan distribusi waktu kerusakan (TTF) dan perbaikan (TTR) dan mengujinya, Menghitung *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Main Time To Repair* (MTTR), menentukan interval perawatan Optimal, menentukan biaya perawatan dan Membuat Jadwal Perawatannya lalu membuat analisis Pembahasan dan kesimpulan.

PENGUMPULAN DATA

Data yang dibutuhkan oleh penulis dalam penelitiannya diambil pada bulan Februari 2022 – Januari 2023 meliputi:

1. Data kerusakan mesin *cold storage*
2. Data waktu antar kerusakan (TTF) dan waktu perbaikan (TTR)
3. Data biaya tenaga kerja perawatan dan kerugian produksi
4. Data biaya harga komponen kritis mesin



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

FMEA disusun untuk mengetahui dan menganalisis terjadinya kegagalan tertinggi pada komponen kritis sehingga dapat ditentukan strategi perawatan yang tepat dan dapat menyelesaikan permasalahan. Didalam FMEA juga dilakukan perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang mengukur resiko bersifat relatif. Nilai RPN menunjukkan tingkatan prioritas komponen yang dianggap beresiko tinggi. RPN Diperoleh melalui hasil perkalian antara rating *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Analisis FMEA komponen mesin *Cold Storage* dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Komponen Mesin Cold Storage*

<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>									
No	Komponen	<i>Functional</i>	<i>Funtional failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	Rating Severity, Occurrence dan Detection			RPN
						S	O	D	
1	<i>Check Valve</i>	Untuk mengalirkan fluida hanya ke satu arah	Katup ayun tidak berfungsi	<i>Swing check</i> putus	<i>Check valve</i> bocor, terkontaminasi dan sistem mati masih nyala	5	4	2	40
2	<i>Shut Off Valve</i>	Untuk menghentikan aliran refrigeran secara manual	Ruang piston kehilangan tekanan udara	Katup kontrol gagal terbuka	<i>Valve oli</i> tidak berfungsi secara otomatis dan mesin stop	7	6	5	210
3	<i>Receiver</i>	Untuk menampung sementara refrigeran apabila ekspansi berkurang	Aliran gas tersumbat	Outlet katup tidak berjalan	Mesin panas dan kompresor stop	4	3	3	36
4	<i>Solenoid Valve</i>	Untuk mengalirkan dan mengentikan refrigeran secara otomatis	<i>Solenoid</i> terbakar	Lilitan tembaga terbakar	Mesin Stop	7	6	6	252
5	<i>Oil Sparator</i>	Untuk memisahkan refrigeran dan pelumas yang mengalir	<i>Oil Sparator</i> tidak berfungsi dengan baik	Jarum pengontrol aliran tersumbat	Mesin panas dan Kompresor Stop	5	4	3	60

6	<i>Filter Drier</i>	Untuk menyaring dan menyerap kotoran yang ada pada system	<i>Filter Drier</i> bocor	Umur material dan adanya kotoran	Kompresor stop	6	5	4	120
7	<i>Sight Glass</i>	untuk memeriksa aliran refrigeran apakah berbentuk cair atau terdapat uap refrigeran yang ikut mengalir	<i>Indikator sight glass</i> tidak berfungsi	Uap air tidak divakum	kompresor stop	4	3	4	48
8	<i>Pressure Control</i>	Untuk mengontrol tekanan refrigeran dan melindungi sistem dari kerusakan	HPG diset terlalu rendah	<i>Fan condensor</i> mati	Mesin panas dan Kompresor Stop	5	4	3	60
9	<i>Accumulator</i>	meningkatkan kapasitas refrigerasi dengan memastikan refrigeran dalam kondisi superheated	<i>Accumulator</i> tidak berfungsi dengan baik	Tekanan <i>suction</i> tinggi	Kompresor stop	3	2	4	24

Pengujian Data TTF dan TTR dengan Uji *Goodness Of Fit* Pada Komponen Kritis

Pengujian Data TTF dan TTR dengan Uji *Goodness Of Fit* menggunakan bantuan software Minitab. Pengujian ini dilakukan dengan melihat nilai *anderson darling* (AD) yang paling kecil yang terdapat pada *Probability Plot*. Hasil Uji Data TTF dan TTR pada komponen kritis mesin *Cold Storage* dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2 Hasil Uji Data TTF komponen Kritis

Nama Komponen	TTF			
	<i>Weibull</i>	<i>Lognormal</i>	<i>Eksponential</i>	<i>Normal</i>
<i>Solenoid Valve</i>	1,422	1,453	3,217	1,433
<i>Shut Off Valve</i>	1,533	1,587	3,749	1,538
<i>Filter Drier</i>	2,532	2,657	3,620	2,586

Tabel 2 Hasil Uji Data TTF komponen Kritis

Nama Komponen	TTR			
	Weibull	Lognormal	Eksponential	Normal
<i>Solenoid Valve</i>	1,496	1,644	3,852	2,523
<i>Shut Off Valve</i>	1,727	1,789	3,539	1,744
<i>Filter Drier</i>	2,412	2,450	3,606	2,445

Penentuan Parameter Distribusi Data TTF dan TTR Komponen Kritis

Setelah mengetahui distribusi datanya yaitu Distribusi *Weibull* karena memiliki nilai AD paling kecil. Maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian kembali dengan Minitab menggunakan distribusi *Weibull* untuk mencari parameter (nilai *Shape* dan *scale*) yang ada pada *Distribution Overview Plot*. Hasil Pengujian dengan distribusi *Weibull* untuk menentukan parameter distribusi data dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5:

Tabel 4 Hasil Uji Distribusi Data TTF dan Parameter Distribusi Komponen Kritis

Nama Komponen	Jenis Distribusi	Parameter	
		β (<i>Shape</i>)	θ (<i>Scale</i>)
<i>Solenoid Valve</i>	<i>Weibull</i>	323,613	813,615
<i>Shut Off Valve</i>	<i>Weibull</i>	577,591	940,990
<i>Filter Drier</i>	<i>Weibull</i>	920,012	1565,85

Tabel 5 Hasil Uji Distribusi Data TTR dan Parameter Distribusi Komponen Kritis

Nama Komponen	Jenis Distribusi	Parameter	
		β (<i>Shape</i>)	θ (<i>Scale</i>)
<i>Solenoid Valve</i>	<i>Weibull</i>	4,69520	2,35628
<i>Shut Off Valve</i>	<i>Weibull</i>	3,83180	2,37459
<i>Filter Drier</i>	<i>Weibull</i>	8,44128	2,92698

Perhitungan MTTF dan MTTR

Setelah dilakukan penentuan distribusi data dan parameter distribusi *weibull* dengan bantuan software Minitab 18, selanjutnya yaitu melakukan perhitungan MTTF untuk data TTF dan MTTR untuk data TTR. Rumus perhitungan MTTF dan MTTR dengan distribusi *weibull* menggunakan persamaan (2-11).

$MTTF = \theta r (1 + 1/\beta)$ dan $MTTR = \theta r (1 + 1/\beta)$. Hasil Perhitungan MTTF dan MTTR komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6 Hasil MTTF Komponen Kritis

Tabel 7 Hasil MTTR Komponen Kritis

Komponen	MTTF (Jam)
<i>Solenoid Valve</i>	1065,031
<i>Shut Off Valve</i>	1103,906
<i>Filter Drier</i>	1736,049

Komponen	MTTR (Jam)
<i>Solenoid Valve</i>	2,858129
<i>Shut Off Valve</i>	2,994296
<i>Filter Drier</i>	3,273726

Total Biaya Perawatan Optimum

Sebelum mencari TC, langkah awal yaitu harus mencari *Failure Cost* (Cf) dan *Preventive Cost* (Cp). Rumus Cf = [(Biaya Tenaga Kerja + Biaya Kerugian Produksi) x Tf] + Biaya Komponen. Cp = [(Biaya Tenaga Kerja + Biaya Kerugian Produksi) x Tp] + Biaya Komponen. Hasil Perhitungan CF dan CP dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Perhitungan Biaya CF dan CP

Nama Komponen	Biaya Komponen (Rp)	Biaya Kerugian Produksi (Rp/Jam)	Biaya Tenaga Kerja (Rp/Jam)	Tf (Jam)	Cf (Rp)	Tp(Jam)	Cp (Rp)
<i>Solenoid Valve</i>	356.000	9.000.000	71.400	285,813	25.830.170	1,5	13.927.400
<i>Shut Off Valve</i>	382.00	9.000.000	71.400	29,943	27.402.100	1,75	15.859.400
<i>Filter Drier</i>	298.500	9.000.000	71.400	327,373	29.883.470	1,75	16.119.900

Perhitungan Interval Perawatan Optimal (TM)

Nilai Cf dan Cp selanjutnya menjadi input untuk menghitung interval perawatan yang optimal (TM) dengan rumus pada persamaan (2-29). $TM = \theta \left(\frac{Cp}{Cf - Cp} \times \frac{1}{\beta - 1} \right)^{\frac{1}{\beta}}$. Hasil Perhitungan Interval Perawatan Optimal dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Interval Perawatan Optimal (TM) Komponen Kritis

Komponen	Cf	Cp	B	θ	TM
<i>Solenoid Valve</i>	25.830.170	13.927.400	469,520	235,628	279,2925
<i>Shut Off Valve</i>	27.402.100	15.859.400	383,180	237,459	331,3482
<i>Filter Drier</i>	29.883.470	16.119.900	844,128	292,698	345,3584

Total Biaya Perawatan Komponen Kritis

Langkah terakhir adalah menghitung total biaya perawatan sebelum (MTTF) dan sesudah menggunakan interval perawatan optimal (TM). Hal ini berguna dalam pertimbangan pemilihan interval perawatan. Berikut adalah rumus Total Cost Maintenance sebelum dan sesudah menggunakan interval perawatan TM.

$$TC_{Mttf} = \frac{c^f}{\theta^\beta} MTTF^{\beta-1} + \frac{c_p}{MTTF} \quad TC_{TM} = \frac{c^f}{\theta^\beta} TM^{\beta-1} + \frac{c_p}{TM}$$

Hasil Perhitungan total biaya perawatan komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Rekapitulasi Total Biaya Perawatan Komponen Kritis

Komponen	TC (MTTF)	TC (TM)
<i>Solenoid Valve</i>	9.649.493	4.334.846
<i>Check Valve</i>	13.428.154	5.859.706
<i>Filter Drier</i>	11.968.953	3.919.122

RCM II Decesion Worksheet

Berdasarkan Rekomendasi perbaikan melalui RCM II *Decesion Worksheet* didapatkan tindakan perawatan pada komponen *Solenoid Valve dan Shut Off Valve* yaitu *Scheduled on-condition task* dengan interval perawatan optimal (TM) masing masing sebesar 279,2925 dan 331,3482. Tindakan *Scheduled* ini yaitu melakukan pemeriksaan terhadap komponen dalam interval waktu yang sudah ditentukan untuk mengurangi gangguan yang menghambat pelaksanaan produksi. Sedangkan tindakan perawatan pada komponen *Filter Drier* yaitu *Scheduled Discard Task* dengan interval perawatan optimal (TM) sebesar 345,3584. Tindakan *Scheduled* ini yaitu melakukan pergantian komponen yang sesuai dengan masa usia pakai komponen agar tetap dapat mengontrol proses produksi secara optimal.

Tabel 10 RCM II Decesion Worksheet Komponen Kritis Mesin Cold Storage

RCM II Decision Worskheet		Mesin Cold Storage														Auditor:	Date:	Sheet No: Of				
Information Referencee		Consequence Evaluation									Default Action						Proposed Task	Intial Interval (Jam)	Can be done by			
																				H1	H2	H3
																				S1	S2	S3
NO	Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	H6								
1	<i>Solenoid Valve</i>	1	A	1	Y	N	N	Y	Y							1. <i>Scheduled On-Condition Task</i> 2. Melakukan pengecekan komponen <i>Solenoid Valve</i>	279,2925 jam	Teknisi Mekanik				
2	<i>Shut Off Valve</i>	1	A	1	Y	N	N	Y	Y							1. <i>Scheduled On-Condition Task</i> 2. Melakukan pengecekan komponen <i>Shut Off Valve</i>	331,3482 jam	Teknisi Mekanik				
3	<i>Filter Drier</i>	1	A	1	Y	N	Y	Y	N	N	Y					1. <i>Scheduled Discard Task</i> 2. Melakukan pergantian komponen <i>Filter Drier</i>	345,3584 jam	Teknisi mekanik				

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan hasil pemilihan komponen kritis mesin *cold storage* menggunakan Analisis *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) didapatkan 3 komponen kritis yang menyebabkan kegagalan dan tingginya downtime mesin *cold storage* yaitu Komponen *Solenoid Valve* dengan RPN sebesar 254, Komponen *Shut Off Valve* dengan RPN sebesar 210, dan Komponen *Filter Drier* dengan RPN sebesar 120.
2. Berdasarkan melalui RCM II didapatkan bahwa, Pada komponen *Solenoid Valve* menggunakan tindakan perawatan *Sheduled On-Condition Task* dengan Interval perawatan Optimal sebesar 279,2925 jam dan total biaya perawatan menggunakan interval perawatan optimal (TM) sebesar Rp 4.334.846. biaya ini mengalami penurunan

sebesar 54,31% dibandingkan total biaya perawatan (TC) perusahaan. Komponen *Shut Off Valve* menggunakan tindakan perawatan *Sheduled On-Condition Task* dengan Interval perawatan Optimal sebesar 331,3482 jam dan total biaya perawatan menggunakan interval perawatan optimal (TM) sebesar Rp 5.859.122. biaya ini mengalami penurunan sebesar 56,36% dibandingkan total biaya perawatan (TC) perusahaan. Komponen *Filter Drier* menggunakan tindakan perawatan *Sheduled Discard Task* Interval perawatan Optimal sebesar 345,3584 jam dan total biaya perawatan menggunakan interval perawatan optimal (TM) sebesar Rp 3.919.122. Biaya ini mengalami penurunan sebesar 67,25% dibandingkan total biaya perawatan (TC) perusahaan.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam penelitian ini yaitu:

1. Peneliti menyarankan agar penelitian ini dapat diterapkan sebagai pendekatan sistem perawatan mesin di PT Naga Laut Timur. Karena perusahaan dapat mengetahui jenis tindakan perawatan yang optimal sehingga dapat meningkatkan keandalan mesin-mesin perusahaan.
2. Kepada peneliti selanjutnya, diharapkan dapat memperhitungkan komponen kritis lain selain yang didapat pada penelitian ini. Mengingat masih banyak komponen lain yang perlu dilakukan perawatan secara optimal.

DAFTAR REFERENSI

- B. S. Dhillon, *Engineering Maintenance A modern Approach. USA: CRC press LLC*, 2002.
- Corder, Antony. (2004) “Teknik Manajemen Pemeliharaan”, Erlangga, Jakarta.
- Djamari, A. (2017). *Pengaruh Pemeliharaan (Maintenance) Mesin Terhadap Kualitas Produk Percetakan Pada PD. Guna Bhakti Bandung* (Doctoral dissertation, PERPUSTAKAAN).
- Firman, F. M. (2022). Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Pada Sistem Mesin *Boiler* (Studi Kasus: PT San Dumai). (Dictoral Dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- H. Pranoto, *Reliability Centered Maintenance*. Jakarta: Mitra Wacana Media, 2015.
- J. Moubray, *Reliability-centered maintenance. Industrial Press Inc.*, 2001.
- Moubray, J. (1997). *Reliability Centered Maintenance 2nd Edition. New York : Industrial Press Inc. Madison Avenue*.
- Muhammad, R. (2018). Perencanaan *Preventive Maintenance* pada *Mesin Hoist Crane* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM) II* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Ramadhan, M. A. Z., & Sukmono, T. (2018). Penentuan Interval Waktu *Preventive Maintenance Pada Nail Making Machine* Dengan Menggunakan *Reliability Centered Maintenance (RCM) II* Jurnal Homepage, 2(2), 49-57. <http://doi.org/10.21070/prozima.v2i2.1349>
- Sari, D. P., & Ridho, M. F. (2016). Evaluasi manajemen perawatan dengan metode *reliability centered maintenance (RCM) II* pada mesin blowing I di plant I PT. Pisma Putra Textile. *Jurnal Teknik Industri*, 11(2), 73-80.