



Peningkatan Keandalan Alat *Air Fin Cooler* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Edi Suhedi¹, Abdul Mail², Ahmad Fadhil³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia

Email: edi.suhedi87@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 15 April 2023

Diperbaiki: 25 Mei 2023

Disetujui: 30 Juni 2023

ABSTRAK

Air fin cooler adalah peralatan yang digunakan sebagai media pendingin gas umpan yang memanfaatkan udara atmosferik. PT. Donggi Senoro LNG telah menerapkan sistem perawatan *planned maintenance* dan *corrective maintenance*. Namun, Keandalan peralatan *air fin cooler* mengalami penurunan yang disebabkan kegagalan fungsi pada komponen *air fin cooler*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kegagalan fungsi pada komponen kritis yang menyebabkan penurunan keandalan peralatan dan menentukan tindakan perawatan yang optimal dan untuk memberikan usulan penerapan perencanaan perawatan peralatan untuk meningkatkan keandalan peralatan serta menentukan waktu interval perawatan komponen peralatan. Metode yang digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Hasil penelitian ini adalah penurunan keandalan mesin *air fin cooler* disebabkan oleh 3 komponen kritis yaitu *Lower Bearing* yang disebabkan oleh kondisi bearing yang longgar dan kesalahan pada prosedur pemasangan. Pada komponen *Belt* mengalami keretakan bahkan putus disebabkan oleh kondisi operasi peralatan yang *menghandle* temperatur tinggi, sedangkan pada *Driver Pulley & Taper Lock* mengalami keausan dan *taper lock*nya retak. Untuk mengurangi frekuensi terjadinya kerusakan pada komponen kritis tersebut maka perlu dilakukan tindakan *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* diberikan dengan interval waktu pada komponen *Lower Bearing* setiap 9 hari, komponen *Belt* setiap 26 hari, dan komponen *Driver Pulley & Taper Lock* setiap 28 hari selama jam operasional mesin.

Kata Kunci: *Air fin cooler*, *critical components*, RCM

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah Lisensi Internasional CC BY 4.0© JRSIM (2023)



PENDAHULUAN

Proyek gas PT. Donggi Senoro LNG merupakan salah satu kegiatan utama koridor Sulawesi dalam Master Plan Percepatan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI). PT. Donggi Senoro LNG merupakan proyek LNG pertama di Indonesia yang dikembangkan berdasarkan Undang-Undang RI No. 22 Tahun 2001 tentang "Kegiatan Usaha Hilir" [1]. Dalam kegiatan produksinya PT. Donggi Senoro LNG terdiri dari beberapa sistem operasi yang saling mendukung antara satu dengan yang lainnya. Salah satu system yang sangat penting yaitu system pendingin (refrigerant system). Sistem ini bertujuan untuk mendinginkan dan mencairkan gas umpan pada *Main Cryogenic Heat Exchanger* (MCHE) dengan mempertahankan pendekatan temperature pada ujung *warm and cold bundle* MCHC hingga diperoleh produk LNG yang memiliki temperature hingga -160 derajat Celcius. System pendingin yang dimaksud adalah *air fin cooler*. *Cooling system* adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendinginkan dan menjaga temperature dari sebuah proses yang dapat menghasilkan panas, misalnya adalah mesin diesel, kompresor, turbine dan lain-lain. Oleh karena itu, mesin yang memiliki fungsi vital dalam sebuah proses produksi harus dilakukan perawatan tepat [2].

Dalam pengoperasian *air fin cooler* ini sering dihadapkan kerusakan pada komponen peralatan yang cukup vital sehingga sering terjadi *breakdown*. PT. Donggi Senoro LNG telah menerapkan sistem perawatan *planned maintenance* dan *corrective maintenance*. *Maintanance* adalah aktivitas menjaga dan memperbaiki agar mesin tetap berfungsi, memperpanjang umur pakai, dan menjaga keselamatan kerja. Dengan teknologi yang berkembang, perawatan berkala diperlukan untuk mencegah kerusakan dan meningkatkan produktivitas. Pemeliharaan meliputi pengawasan keseluruhan sistem peralatan, memperpanjang usia fasilitas, menjamin operasionalitas, dan mencapai biaya perawatan optimal [3].

Salah satu upaya pemeliharaan peralatan yang kerap digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM). *Reliability Centered Maintenance* (RCM) mempunyai keunggulan dalam menentukan program pemeliharaan yang berfokus pada komponen atau mesin-mesin yang kritis (*critical item list*) dan menghilangkan kegiatan perawatan yang tidak diperlukan dengan menentukan interval pemeliharaan yang optimal. RCM digambarkan sebagai pendekatan secara sistematis yang digunakan untuk menganalisis tugas-tugas preventive maintenance secara efektif dan efisien sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan secara spesifik. Tujuan dari RCM untuk membangun suatu prioritas desain untuk memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif, merencanakan preventive maintenance yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem, mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan. Sedangkan dalam Susanto, Tujuan metode RCM pada maintenance adalah mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (*maintainability*) baik, memperoleh informasi yang penting untuk melakukan improvement pada desain awal yang kurang baik, dan meminimalkan biaya. Maka dari itu penelitian ini mencoba untuk mengusulkan sistem perawatan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang merupakan salah satu metode untuk meningkatkan keandalan mesin/peralatan [4].

Model distribusi yang digunakan pada aktivitas RCM (*Reliability Centered Maintenance*) digunakan sebagai pemberian informasi dasar terhadap umur pakai pada komponen mesin didalam peralatan yang diteliti. Model-model distribusi yang digunakan yaitu distribusi eksponensial, distribusi lognormal, distribusi normal dan distribusi Weibull. Selain itu interval perawatan untuk seluruh komponen kritis dapat dijadikan kebijakan perawatan yang optimal [5]. Tahapan dalam metode RCM dapat dilihat dibawah ini .

1. Memilih sistem dan melakukan pengamatan terhadap cara kerja sistem terpilih untuk pengumpulan informasi.
2. Mendefinisikan batasan sistem.
3. Mendeskripsikan sistem secara detail dengan *Functional Block Diagram* (FBD).
4. Mengidentifikasi fungsi sistem dan kegagalan fungsi.
5. Melakukan *Failure Mode & Effect Analysis* (FMEA).
6. Pemilihan tindakan.
7. Penetapan penjadwalan penggantian komponen kritis.
8. Menentukan pola distribusi

Parameter utama yang menggambarkan kehandalan adalah:

- a. *Mean Time To / Between Failure* (MTBF) yakni rata-rata jarak waktu antar setiap kegagalan.
- b. *Mean Time to Repair* (MTTR) yakni rata-rata jarak waktu yang digunakan untuk melakukan perbaikan.
- c. *Mean Life to Component* yakni angka rata-rata usia komponen.
- d. *Failure Rate* yakni angka rata-rata kegagalan peralatan pada satu satuan waktu.
- e. *Maximum Number of Failure* yakni angka maksimum kegagalan peralatan pada jarak waktu tertentu.

Untuk mendukung keefektifan implementasi RCM digunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam mengidentifikasi dan menganalisa sistem peralatan berdasarkan fungsi sub-sistem yang dalam hal ini adalah komponen atau unit dan bagaimana komponen tersebut gagal dalam mencapai standar performansinya [6]. FMEA adalah metode yang bertujuan untuk menganalisis berbagai macam mode kegagalan dari sistem yang terdiri dari beberapa komponen dan menganalisis pengaruh terhadap fungsi sistem tersebut. Ini adalah alat yang berguna dalam meningkatkan kualitas, keandalan, dan pemeliharaan desain, dan merupakan komponen analisis penting dalam manajemen risiko[7].

Risk Priority Number (RPN) adalah sebuah pengukuran dari resiko yang bersifat relative digunakan untuk mengetahui bagian manakah yang menjadi prioritas utama berdasarkan nilai RPN tertinggi [8]. Nilai RPN ditentukan oleh tiga indikator, yaitu *severity* (S), *occurance* (O), dan *detection* (D). Nilai RPN memperlihatkan keseriusan pada potential failure, jika semakin tinggi nilai RPN memperlihatkan semakin bermasalah. Dalam melaksanakan perbaikan tidak ada acuan RPN. Secepat mungkin laksanakan perbaikan pada potencial cause, alat kontrol, serta efek yang diakibatkan [9]. Tahapan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yaitu sebagai berikut:

- a. Menentukan komponen dari sistem yang akan dianalisis.
- b. Mengidentifikasi potensial *failure*/mode kegagalan dari proses yang diamati.
- c. Mengidentifikasi akibat (*potensial effect*) yang ditimbulkan potensial *failure effect*.
- d. Mengidentifikasi penyebab (*potensial cause*) dan *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung.
- e. Menetapkan nilai-nilai sebagai berikut:
 - a) Keparahan efek (*Severity*) S - seberapa serius efek yang diakibatkan
 - b) Kejadian penyebab (*Occurance*) O – bagaimana kegagalan atau penyebab terjadi dan akibat dalam mode kegagalan.
 - c) Deteksi penyebab (*Detection*) D – bagaimana kegagalan atau penyebab dapat dideteksi sebelum mencapai.
 - d) *Risk Priority Number* (RPN), angka prioritas RPN merupakan hasil kali dari rating keparahan, kejadian dan deteksi. Angka ini hanyalah menunjukkan rangking atau urutan defisiensi sistem.

Berikut ini nilai rating yang digunakan untuk menghitung total *Risk Priority Number* (RPN) diantaranya yaitu *severity*, *occurance*, dan *detection* [10].

Tabel 1. Kriteria dan Nilai Rangking untuk *Severity*

Efek	Kriteria: <i>Severity</i>	Rangking
Berbahaya tanpa ada peringatan	Tingkat keseriusan operator maintenance dan keselamatan tidak sesuai dengan peraturan pemerintah yang tidak disertai peringatan	10
Berbahaya dan ada peringatan	Tingkat operator maintenance dan keselamatan tidak sesuai dengan peraturan pemerintah yang disertai peringatan.	9
Sangat tinggi	Downtime lebih dari 8 jam	8
Tinggi	Downtime lebih dari 4 - 8 jam	7
Sedang	Downtime lebih dari 1 - 4 jam	6
Rendah	Downtime lebih dari 0.5 – 1 jam	5
Sangat rendah	Downtime lebih dari 10 – 30 menit	4
Kecil	Downtime terjadi hingga 10 menit	3

Efek	Kriteria: <i>Severity</i>	Rangking
Sangat kecil	Variasi parameter proses tidak didalam batas spesifikasi. Pengaturan atau pengendalian proses lainnya dibutuhkan selama produksi. Tidak terdapat downtime.	2
Tidak ada	Variasi parameter proses didalam batas spesifikasi. Pengaturan atau pengendalian proses dapat dilakukan selama Maintenance rutin.	1

Tabel 2. Kriteria dan Nilai Rangking untuk *Occurance*

<i>Probability Of Occurance</i>	Rangking
Lebih besar dari 50 per 7200 jam penggunaan	10
35-50 per 7200 jam penggunaan	9
31-35 per 7200 jam penggunaan	8
26-30 per 7200 jam penggunaan	7
21-25 per 7200 jam penggunaan	6
15-20 per 7200 jam penggunaan	5
11-14 per 7200 jam penggunaan	4
5-10 er 7200 jam penggunaan	3
Lebih kecil dari 5 per 7200 jam penggunaan	2
Tidak pernah sama sekali	1

Tabel 3. Kriteria dan Nilai Rangking untuk *Detection*

Deteksi	Rangking
Tidak mampu terdeteksi	10
Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi	9
Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi	8
Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi	7
Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi	6
Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi	5
Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi	4
Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi	3
Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi	2
Pasti terdeteksi	1

METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilaksanakan di PT Donggi Senoro LNG (DSLNG) dan waktu yang digunakan peneliti untuk penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal dikeluarkannya ijin penelitian dalam kurun waktu kurang lebih 3 (tiga) bulan.

2. Objek Penelitian

Objek yang diteliti adalah peralatan *air fin cooler* yang berada di area kilang PT. Donggi Senoro LNG.

3. Sumber Data

Sumber data adalah segala sesuatu yang dapat memberikan informasi mengenai data. Adapun sumber data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari CMMS

INFOR EAM yaitu *Computerized Maintenance Monitoring System* (CMMS) yang digunakan oleh perusahaan tempat penelitian berupa dokumentasi peralatan yang meliputi jadwal perawatan, data kerusakan dan data perbaikan.

4. Metode Analisis Data

- a. Penentuan komponen kritis (FMEA)
- b. RCM *decision worksheet*
- c. Perhitungan *downtime* kerusakan unit
- d. Perhitungan waktu kerusakan (TTF) dan waktu perbaikan kerusakan (TTR)
- e. Identifikasi distribusi untuk selang waktu kerusakan (TTF) dan selang waktu perbaikan kerusakan (TTR)
- f. Perhitungan parameter *Time to Failure (TTF)* dan *Time to Repair (TTR)*
- g. Perhitungan *Mean Time to Failure (MTTF)* dan *Mean Time to Repair (MTTR)*
- h. Perhitungan interval perawatan komponen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama yang dilakukan dalam manajemen perawatan peralatan adalah melakukan analisis menggunakan *Failure Modes and Effect Analyze* (FMEA) sehingga diperoleh nilai total RPN yang tertinggi terdapat pada 3 komponen yaitu *Lower Bearing* dengan nilai RPN sebesar 50, *Belt* dengan RPN sebesar 48, dan *Driver Pulley & Taper Lock* dengan RPN sebesar 45. Temuan tersebut menunjukkan komponen kritis dari *air fin cooler*. Setelah mengetahui komponen kritisnya selanjutnya melakukan analisis dengan *RCM Decision Worksheet*. *RCM Decision Worksheet* dimana pada perawatan unit *Air Fin Cooler* untuk komponen *lower bearing* yang tidak bisa beroperasi dengan maksimal dikarenakan *bearing* kondisi longgar/goyang (*vibrasi*), rumah bearing berkarat, kerusakan pada seal (dari pemakaian), terdapat bunyi gemerisik pada bearing (*noise*), *bearing* setelah dipasang menjadi sesak, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan bantalan/*bearing*, memastikan kapasitas upper sesuai ketentuan. Untuk kerusakan *belt* yang disebabkan oleh aus, retak, dan putus maka perlu dilakukan pemasangan *belt* sesuai prosedur atau melakukan penggantian. Untuk komponen *Driver pulley & Taper lock* yang mana Pulley Aus, Taper Lock Retak maka perlu dilakukan penormalam *pulley* atau mengganti *taper lock*.

Komponen *Lower Bearing* merupakan komponen kritis yang memiliki waktu *downtime* terbesar diantara komponen lainnya yaitu sebesar 37,62%. Kemudian komponen *Driver pulley & Taper lock belt* sebesar 31,19% dan komponen *belt* sebesar 18,35%. Dengan demikian, dilakukan identifikasi distribusi untuk selang waktu kerusakan (TTF) dan waktu perbaikan kerusakan (TTR) dengan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. *Index Of Fit* untuk *Time to Failure (TTF)*

Nama Komponen	<i>Index Of Fit</i>		
	Distribusi Ekponensial	Distribusi Lognormal	Distribusi Weibull
<i>Lower Bearing</i>	1.56	0.94	0.97
<i>Belt</i>	0.81	0.84	0.92
<i>Driver Pulley & Taper Lock</i>	0.98	0.99	0.98

Tabel 5. *Index Of Fit* untuk *Time to Repair (TTR)*

Nama Komponen	<i>Index Of Fit</i>		
	Distribusi Ekponensial	Distribusi Lognormal	Distribusi Weibull
<i>Lower Bearing</i>	-0.28	-0.31	-0.30
<i>Belt</i>	0.60	0.65	0.69
<i>Driver Pulley & Taper Lock</i>	-0.39	-0.39	-0.40

Dengan melihat tabel diatas, maka dapat diketahui nilai *index of fit* untuk *Time to Failure* (TTF) terbesar yaitu untuk komponen *Lower Bearing* dengan Distribusi *Eksponential* sebesar 1,56, komponen *Belt* dengan Distribusi *Weibull* sebesar 0,92, dan *Driver Pulley & Taper Lock* dengan Distribusi *Lognormal* sebesar 0,99 dan nilai *index of fit* untuk *Time to Repair* (TTR) terbesar yaitu untuk komponen *Lower Bearing* dengan Distribusi *Lognormal* sebesar -0,31, komponen *Belt* dengan Distribusi *Weibull* sebesar 0,69, dan komponen *Driver Pulley & Taper Lock* dengan Distribusi *Weibull* sebesar -0,40.

Setelah memperoleh *index of fit* dari setiap distribusi untuk komponen *Lower Bearing*, *Belt* dan *Driver Pulley & Taper Lock*, maka harus diuji dulu kesesuaian datanya untuk mengetahui jenis parameter yang digunakan oleh masing-masing komponen kritis. Pada tahap perhitungan parameter *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR), *b* disebut *gradient* dan *a* adalah *intersep*. Parameter β disebut dengan parameter bentuk atau kemiringan *weibull* (*weibull slope*), sedangkan parameter θ disebut dengan parameter skala atau karakteristik hidup. Hasil perhitungan parameter *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR)

Parameter	Komponen	Distribusi	Waktu (Jam)
<i>Time to Failure</i> (TTF)	<i>Lower Bearing</i>	<i>Weibull</i>	714.74
	<i>Belt</i>	<i>Weibull</i>	1248.97
	<i>Driver Pulley & Taper Lock</i>	<i>Lognormal</i>	1034.09
<i>Time to Repair</i> (TTR)	<i>Lower Bearing</i>	<i>Lognormal</i>	3.80
	<i>Belt</i>	<i>Weibull</i>	0.42
	<i>Driver Pulley & Taper Lock</i>	<i>Weibull</i>	0.90

Setelah dilakukan perhitungan parameter, tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan perhitungan *Mean Time to Repair* (MTTR) pada komponen *Lower Bearing*, *Belt*, dan *Driver Pulley & Taper Lock* sesuai dengan distribusi masing-masing. Hasil perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR)

No.	Komponen	MTTF (Jam)	MTTR (Jam)
1	<i>Lower Bearing</i>	650.84	11.33
2	<i>Belt</i>	1169.55	1.68
3	<i>Driver Pulley & Taper Lock</i>	1099.43	2.11

Langkah selanjutnya adalah penentuan interval perawatan. Penentuan interval waktu perawatan bertujuan untuk mengetahui waktu optimal untuk perawatan komponen, hasil perhitungannya adalah komponen *Lower Bearing* setiap 200,69 jam, komponen *belt* setiap 590,97 jam dan komponen *Driver Pulley & Taper Lock* setiap 623,94 jam selama jam operasional. Interval perawatan dengan *preventive maintenance* yang diusulkan diharapkan dapat mengurangi frekuensi terjadinya kegagalan fungsi sehingga dapat mempertahankan keandalan peralatan *air fin cooler*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penurunan keandalan mesin *Air Fin Cooler* disebabkan oleh tiga komponen kritis. Komponen *Lower Bearing* mengalami kerusakan akibat kondisi bearing yang longgar dan kerusakan pada seal. Komponen *Belt* mengalami keretakan bahkan putus, sedangkan komponen *Driver Pulley & Taper Lock* mengalami keausan dan penempelan yang buruk. Untuk mengurangi frekuensi kerusakan pada komponen-komponen kritis tersebut, diperlukan tindakan *preventive maintenance*. Berdasarkan *RCM Decision Worksheet*, strategi

mitigasi kerusakan yang direkomendasikan adalah menerapkan *preventive maintenance*. *Preventive maintenance* dilakukan dengan interval waktu tertentu, yaitu perawatan pada komponen *Lower Bearing* setiap 9 hari, komponen *Belt* setiap 26 hari, dan komponen *Driver Pulley & Taper Lock* setiap 28 hari selama jam operasional mesin. Rekomendasi yang diberikan kepada perusahaan adalah sebagai berikut. Pertama, perusahaan perlu mendata secara lengkap dan mengakses seluruh kerusakan yang terjadi pada mesin *Air Fin Cooler* untuk membuat program yang tepat tentang keandalan, jadwal perawatan, penggantian komponen, dan persediaan yang diperlukan. Kedua, perusahaan harus melakukan tindakan perawatan pencegahan secara intensif pada komponen yang masih mengalami *breakdown maintenance* untuk menghindari kerusakan yang dapat mengganggu proses operasional mesin. Penelitian selanjutnya dapat difokuskan pada analisis lebih mendalam tentang penyebab kerusakan pada komponen kritis mesin *Air Fin Cooler* serta pengembangan strategi *preventive maintenance* yang lebih efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada istri yang tercinta Dian Andayani Muchtar., S.Gz., M.Kes atas dukungan sehingga penulisan ini dapat kami selesaikan. Kepada kawan seperjuangan Palaguna., ST, Muhzan., ST. dan adinda Haswika., ST. atas motivasi dan arahannya dan juga tak lupa kepada Ketua Jurusan Teknik Industri Ibu Dr. Eng. Ir. Irma Nur Afiah., ST., MT., IPM., ASEAN Eng beserta seluruh jajarannya, dan Dekan Fakultas Teknologi Industri Bapak Dr. Ir. Lamatinulu., MT., IPM., ASEAN Eng. Universitas Muslim Indonesia, yang mana atas saran dan motivasinya kepada kami hingga bisa menyelesaikan hasil dari penelitian yang dilakukan. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada institusi penerbit Jurnal JRSIM UMI beserta pengurus/penerbit atas terbitnya naskah ini.

REFERENSI

- [1] I. G. Jaya Parwatha, C. Kusuma, and M. Indiyanto, "Analisa Ekonomi Pemanfaatan Gas LNG Sebagai Bahan Bakar Penggerak Kapal Ferry," *Journal of Industrial Engineering & Management Research*, vol. 3, no. 5, pp. 119–126, 2022, doi: 10.7777/jiemar.v3i5.413.
- [2] R. I. Yaqin, Z. Z. Zamri, J. P. Siahaan, Y. E. Priharanto, M. S. Alirejo, and M. L. Umar, "Pendekatan FMEA dalam Analisa Risiko Perawatan Sistem Bahan Bakar Mesin Induk: Studi Kasus di KM. Sidomulyo," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 9, no. 3, pp. 189–200, Oct. 2020, doi: 10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200.
- [3] M. I. Pasaribu, A. A. Ritonga, A. Irwan, P. Studi, and T. Mesin, "Analisis Perawatan (Maintenance) Mesin Screw Press Di Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Di PT. XYZ," *JITEKH*, vol. 9, no. 2, pp. 104–110, 2021, doi: 10.35447/jitekh.v9i2.432.
- [4] I. P. Raharja, I. B. Suardika, and H. W. Galuh, "Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut Menggunakan Metode Rcm (Reliability Centered Maintenance) Di CV. Jaya Perkasa Teknik," 2021. doi: 10.36040/industri.v11i1.3414.
- [5] R. M. Simanungkalit, S. Suliawati, and T. Hernawati, "Analisis Penerapan Sistem Perawatan dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Cement Mill Type Tube Mill di PT Cemindo Gemilang Medan," *Blend Sains Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 1, pp. 72–83, Jul. 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i1.199.
- [6] O. Ismail and A. Pusakaningwati, "Manajemen Perawatan Panel Distribution Control Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Di Pt. Tung Cia Tekhnology Indonesia," 2023. doi: 10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i12.6428.
- [7] F. Fauliyadi, A. Nalhadi, D. Cahyadi, E. H. Sucipto, and S. Supriyadi, "Perencanaan Sistem Perawatan Mesin Dust Collector Pecs Id Fan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance," *JENIUS : Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 2, no. 1, pp. 30–40, May 2021, doi: 10.37373/jenius.v2i1.102.
- [8] A. Fole, "Perancangan Strategi Mitigasi Risiko Pada Proses Bisnis CV. JAT Menggunakan Metode House of Risk," Makassar, Apr. 2023. doi: 10.58227/jiei.v1i02.109.
- [9] A. V. Prasmoro, "Analisa sistem perawatan pada mesin las MIG dengan metode Failure Mode and Effect Analysis: Studi kasus di PT. TE," 2020. doi: 10.22441/oe.2020.v12.i1.002.

- [10] Z. Sinaga and M. Ardan, "Perencanaan Perawatan Mesin Welding Mig Pada Produksi Sub Frame Di PT. XYZ Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," 2021. doi: 10.52447/jktm.v6i1.4328.