



Peningkatan Hasil Produksi Aspal melalui Optimalisasi Perawatan Mesin AMP Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance*

Cut Afrina¹, Fitriadi^{2*}

^{1,2} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Jl. Alue Peuyareng Ujung Tanoh Darat, Meurebo, Kabupaten Aceh Barat, Aceh 23681, Indonesia

*Corresponding author: fitriadi@utu.ac.id

ARTICLE INFO

Received: 19-06-2022

Revision: 29-10-2022

Accepted: 31-10-2022

Keywords:

AMP engine

Asphalt Production

RCM

Downtime

FMEA

ABSTRAK

The achievement of the asphalt production target is largely determined by the engine performance. good engine maintenance is one way to improve engine performance. One way to carry out machine maintenance begins with identifying the damage that occurs so that the machine's performance can be predicted to maintain the quality and quantity of good asphalt production. Asphalt production activities are often disrupted due to the low performance of the Asphalt Machinery Plant (AMP) production machine, while the AMP engine is the main engine in production activities. The method used in this research is Reliability Centered Maintenance (RCM). This method is used to determine exactly what actions will be taken for preventive maintenance on each component of the AMP engine. The purpose of this research is to determine the critical components. Provide recommendations for corrective actions using the FMEA method and predict asphalt production results after the application of RCM. The results of this study obtained four critical components that were damaged, namely the RPN value on the Cold Bin 450, Dryer 360, Hot Bin 360 and Genset AMP 350. Recommendations for corrective action given using the FMEA method are checking the load of the material on the conveyor, checking the load, making Operating SOPs and preparing backups by adjusting the crash history. The prediction of the increase in asphalt production obtained after the application of RCM in November was 2689 tons with an increase in production of 46.8%, in December the production results obtained were 4620 tons, an increase of 29.32%, while in January the production results were 4837 tons with an increase in production percentage of 10.26%.

1. PENDAHULUAN

Mesin adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mempermudah suatu proses pekerjaan manusia. Mesin memiliki batas pemakaiannya maka dari itu perlu adanya *maintenance* pada mesin tersebut [1]. *Maintenance* berfungsi untuk memperbaiki kerusakan yang terjadi pada mesin saat operator sedang melakukan pekerjaan, maka dari itu operator harus sering melakukan pengecekan [2].

Perawatan pencegahan terdiri dari aktivitas *service*, uji operasi dan inspeksi secara rutin, Sedangkan perawatan perbaikan diakibatkan karena terjadi kerusakan atau gangguan pada sistem dan komponen yang tidak terjadwal. Perawatan yang terjadwal sangat diperlukan pada mesin-mesin produksi diperusahaan. Oleh karena itu diperlukan suatu usaha yang dapat menjaga konsistensi kinerja mesin dan peralatan agar tidak menimbulkan kerusakan [3]. Penurunan kuantitas dan kualitas hasil produksi sangat dipengaruhi oleh kerusakan mesin yang terjadi pada unit produksi [4]. Perawatan mesin yang baik dan terjadwal dapat meningkatkan dan meminimalkan biaya produksi sehingga akhirnya dapat menurunkan kerugian yang bersumber dari kelemahan dalam perawatan [5]. Kegiatan perawatan mesin

yang baik dapat dilakukan dengan mengidentifikasi kerusakan-kerusakan yang terjadi sehingga dapat diprediksi kinerja mesin tersebut untuk menjaga kuantitas dan hasil produksi yang baik [6].

Selain itu mesin juga membutuhkan waktu setup yang lebih, dikarenakan aktifitas perbaikan mesin. Hal ini dapat mengakibatkan perusahaan kehilangan banyak waktu produksi sehingga berdampak pada target produksi yang tidak terpenuhi [7]. Kegiatan produksi yang dilakukan pada perusahaan produksi aspal sering terganggu disebabkan oleh kinerja mesin produksi yaitu Aspal Mesin *Plant* (AMP) yang rendah. Padahal mesin AMP merupakan mesin utama dalam produksi aspal. Kerusakan mesin AMP sering terjadi dalam satu bulan produksi terjadi 5 kali kerusakan dengan lama waktu perawatan 2 hari. Jika hal ini dibiarkan tentu saja akan berdampak terhadap kuantitas dan kualitas produksi aspal [8].

Masalah tersebut memerlukan penyelesaian yang tepat untuk melakukan perawatan terhadap mesin AMP sehingga dapat meningkatkan kinerja mesin. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dianggap tepat untuk melakukan perawatan dan menentukan komponen kritis yang harus dirawat dimesin AMP. RCM merupakan suatu metode yang dipakai untuk memastikan bahwa setiap komponen tetap beroperasi dengan baik, dan juga menyediakan kerangka kerja terstruktur untuk menganalisis fungsi dan potensi kegagalan disetiap komponen [9]. Penggunaan metode RCM dapat memberikan keuntungan, keselamatan, dan menurunkan biaya perawatan sehingga dapat menurunkan biaya operasi yang selanjutnya dapat meningkatkan operasional kinerja perusahaan.

Tujuan penelitian yaitu menentukan komponen kritis. Memberikan rekomendasi tindakan perbaikan menggunakan metode FMEA. Memprediksi hasil produksi aspal setelah penerapan RCM.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada mesin AMP dengan menggunakan metode RCM. Penerapan metode RCM dilakukan dengan cara mengintegrasikan pengurangan *downtime* dengan mendesain sistem perawatan mesin yang efektif dan efisien. Langkah- langkah detail pelaksanaan metode RCM dapat diuraikan berikut ini. Pelaksanaan tahapan penelitian tampak pada gambar 1, dan dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data *downtime* dilakukan dengan cara mendapatkan data masa lalu selama tiga bulan.
2. Pemilihan komponen kritis dilakukan dengan cara menentukan frekuensi kerusakan.
3. Penentuan fungsi sistem dilakukan terhadap komponen kritis yang telah dipilih dengan cara mendeskripsikan setiap komponen kritis yang dipilih.
4. Penentuan mode kegagalan dilakukan dengan cara wawancara. Berdasarkan komponen kritis yang telah ditentukan.
5. Identifikasi akar penyebab dengan metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA).
6. Penilaian efek kegagalan dilakukan berdasarkan hasil *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan hasil penentuan FMEA.
7. Pemilihan strategi perawatan. Pemilihan strategi perawatan dilakukan berbasis preventif maintenance yang dipilih jika secara teknis dan ekonomis layak untuk mengurangi resiko kegagalan.
8. Pengolahan data dilakukan dengan cara menentukan komponen kritis pada mesin AMP, menentukan fungsi sistem, menentukan mode kegagalan, identifikasi akar penyebab mode kegagalan dan menilai efek kegagalan dengan menggunakan FMEA [10].
9. Penentuan interval waktu perawatan dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut [11].
 - a. Menghitung nilai *Mean Time To Failure* (MTTF), *Mean Time To Repair* (MTTR), dan *Mean Time To Between failure* (MTBF). Perhitungan ini dengan menggunakan formula 1, 2, dan 3.

$$MTTF = \frac{\text{Total jam operasi}}{\text{Jumlah total kegagalan}} \quad (1)$$

$$MTTR = \frac{\text{Total waktu perbaikan}}{\text{Total jumlah perbaikan}} \quad (2)$$

$$MTBF = \frac{\text{Total jam kerja}}{\text{Frekuensi kerusakan}} \quad (3)$$

- b. Menghitung kehandalan (R) mesin AMP yaitu dengan menggunakan nilai yang didapat dari MTTF, MTTR, dan MTBF. Perhitungan ini dengan Menggunakan formula 4.

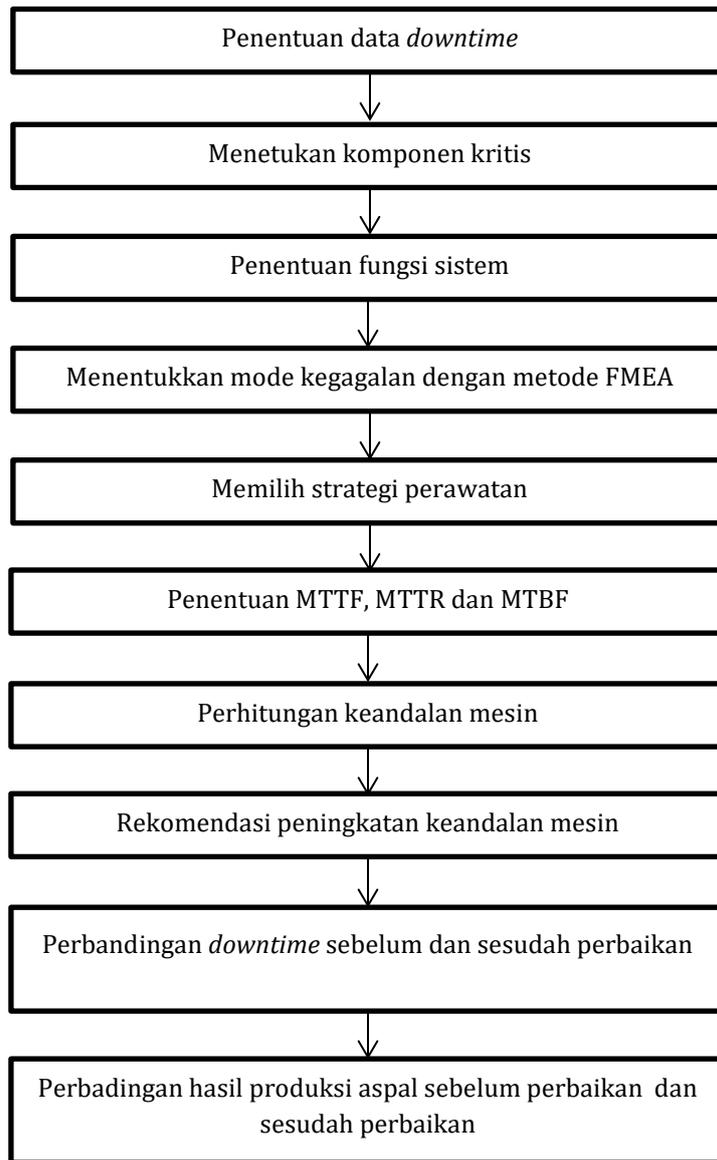
$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (4)$$

Dengan:

$$\lambda = 1/MTTR$$

R(t) = Fungsi keandalan

t = waktu



Gambar 1. Kerangka Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Komponen Kritis

Penentuan komponen kritis diawali dengan mendapatkan data *downtime* yang terjadi pada mesin AMP. Mesin AMP memiliki waktu operasi normal selama 12 jam dan kapasitas produksi normal sebesar 250 ton/hari. Namun dalam menjalankan proses produksi sering terjadi *downtime* sehingga tidak terpenuhi target produksi. Data produksi aktual aspal pada mesin AMP periode November 2021 sampai Januari 2022 sebagaimana terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1. Data produksi aktual Aspal

Bulan	Hari Kerja	Jam kerja Mesin per Bulan (Jam)	Hasil Produksi aktual (Ton)
November	12	144	1831,99
Desember	20	240	3572,70
Januari	20	240	4386,38

Produksi aspal pada tabel 1 terjadi penurunan dari yang ditargetkan. Hal ini disebabkan sering terjadi *downtime* pada mesin AMP. Data *downtime* ini diperoleh berdasarkan data masa lalu dalam 3 bulan terakhir (November 2021 sampai Januari 2022). Data *downtime* ini sebagaimana terlampir pada tabel 2.

Tabel 2. Data *Downtime mesin AMP*

Elemen Mesin AMP	Downtime (jam)		
	November	Desember	Januari
<i>Cold bin</i>	5,6	6,8	2,9
<i>Dryer</i>	7	8,5	3,7
<i>Hot elevator</i>	4,6	5,7	2,4
<i>Hot bin</i>	6	7,4	3,2
<i>Mixer AMP</i>	22,2	27,2	11,7
<i>Genset AMP</i>	10,7	13	5,6
<i>Weight bin</i>	0	0	0
<i>Pugmill</i>	0	0	0
<i>Filler</i>	0	0	0
<i>Asphalt supply</i>	0	0	0
<i>Dust collector</i>	0	0	0
Total	56,1	68,5	29,5

Berdasarkan data *downtime* pada tabel 2, maka dapat ditentukan komponen kritis. Penentuan komponen kritis dilakukan dengan menghitung persentase frekuensi kerusakan pada mesin AMP. Hasil penentuan sebagai mana terlampir pada tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan persentase frekuensi kerusakan

Elemen mesin AMP	Kerusakan		Downtime (jam)	
	F	%	T	%
<i>Cold bin</i>	9	10,34	15,3	9,92
<i>Dryer</i>	15	17,24	19,1	12,40
<i>Hot elevator</i>	6	6,90	12,7	8,26
<i>Hot bin</i>	24	27,59	16,5	10,74
<i>Mixer AMP</i>	3	3,45	61,1	39,67
<i>Genset AMP</i>	30	34,48	29,3	19,01
<i>weight bin</i>	0	0,00	0,0	0,00
<i>Pugmill</i>	0	0,00	0,0	0,00
<i>Filler</i>	0	0,00	0,0	0,00
<i>asphalt supply</i>	0	0,00	0,0	0,00
Jumlah	87	100,00	154,0	100,00

Berdasarkan perhitungan tabel 3 tersebut di atas maka diperoleh 4 komponen kritis karena memiliki persentase terbesar yaitu mesin genset AMP mempunyai frekuensi yang paling besar yaitu 34,48%, mesin *hot bin* 27,59%, *dryer* 17,24% dan *cold bin* 10,34%.

3.2 Analisa FMEA

FMEA digunakan untuk menentukan konsenkuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mengantisipasi, mencegah, mendeteksi atau memperbaiki, sebagaimana terlampir pada tabel 4.

Tabel 4. Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Mesin AMP

Komponen kritis	Mode kegagalan	Efek kegagalan	Penyebab kegagalan	Tindakan yang dilakukan	S	O	D	RPN
<i>Cold bin</i>	Sambungan <i>Conveyor putus</i>	Tidak bisa mengirim agrerat ke <i>dryer</i>	Getaran yang terjadi diconveyor menyebabkan pengencangan melonggar dan jatuh	- Melakukan pengecekan muatan material diconveyor	9	10	5	450
	<i>Pillow block pecah</i>	Agregat tidak bisa keluar	Kelebihan beban	- Melakukan pengecekan muatan				
<i>Dryer</i>	<i>Thermo 400 c mati</i>	Kopel Suhu tidak terdeteksi	Suhu terlalu panas	Membuat SOP pengoperasian	9	10	4	360

<i>Hot bin</i>	Thermo Kopel 400 c mati	Suhu tidak terdeteksi	Suhu terlalu panas	Membuat SOP pengoperasian	9	10	4	360
<i>Genset AMP</i>	Accu mati	Mesin tidak bisa hidup	Kapasitas mesin tidak sesuai dengan beban kerja	Menyiapkan candangan dengan menyesuaikan riwayat kerusakan dan	7	10	5	350

FMEA pada tabel 4 didapat dengan cara mencari mode kegagalan, *effect* kegagalan, penyebab kegagalan, tindakan yang harus dilakukan untuk menentukan skor nilai S, O, D untuk mendapatkan nilai RPN. Sebagai contoh pada komponen kritis *Cold bin* terdapat mode kegagalan yang yaitu sambungan conveyor putus, *effect* kegagalan yaitu tidak bisa mengirim agrerat ke *dryer*, penyebab kegagalan yaitu Getaran yang terjadi di conveyor menyebabkan pengencangan melonggar dan jatuh, tindakan yang harus dilakukan yaitu Melakukan pengecekan muatan material di conveyor. Identifikasi tersebut dilakukan untuk mendapat skor nilai dari S, O, D agar dapat memperoleh nilai RPN. Sebagai contoh nilai S pada baris pertama yaitu 9, nilai O yaitu 10, sedangkan nilai D yaitu 5 sehingga diperoleh lah nilai RPN yaitu 450. Rekapitulasi Nilai RPN dari setiap kerusakan komponen Mesin AMP, Sebagaimana terlampir pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai RPN Mesin AMP

Komponen	S	O	D	RPN	Rangking
<i>Cold bin</i>	9	10	5	450	1
<i>Dryer</i>	9	10	4	360	2
<i>Hot bin</i>	9	10	4	360	2
<i>Genset AMP</i>	7	10	5	350	3

Berdasarkan tabel 5 maka dapat ditentukan pemilihan tindakan untuk menyelesaikan permasalahan *downtime* yang terjadi pada mesin AMP. Pemilihan tindakan dilakukan sesuai dengan prioritas rangking RPN yang ada pada tabel 5. Sebagai contoh yaitu pada *cold bin* mendapatkan nilai S,O,D yaitu nilai pada S = 9, O =10 , sedangkan nilai D =5, sehingga diperoleh nilai RPN = 450.

3.3 Penentuan interval perawatan yang optimal

Penentuan interval perawatan yang optimal dilakukan terhadap komponen mesin AMP berdasarkan urutan rangking RPN. Penentuan nilai interval perawatan ini hanya dilakukan pada 4 komponen kritis berdasarkan perhitungan pada tabel 3. Perhitungan diawali dengan menghitung nilai MTTF, MTTR, & MTBF. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan formula No. 1. Hasil perhitungan secara detail dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil perhitungan MTTF, MTTR & MTBF

Nama komponen AMP	MTTF (jam)			MTTR (jam)			MTBF (jam)		
	Nov	Des	Jan	Nov	Des	Jan	Nov	Des	Jan
<i>Cold bin</i>	46,15	77,74	79,03	1,85	6,79	0,97	46,15	77,74	79,03
<i>Dryer</i>	27,41	46,30	47,27	1,39	1,70	0,73	27,41	46,30	47,27
<i>Hot bin</i>	17,25	29,08	29,60	0,75	0,92	0,40	17,25	29,08	29,60
<i>Genset AMP</i>	13,33	22,70	23,44	1,07	1,30	0,56	13,33	22,70	23,44

Berdasarkan tabel 6 terlihat bahwa nilai MTTF pada komponen Amp *cold bin* dibulan november sebesar 46,15 jam menunjukkan bahwa rata-rata terjadi kegagalan sejumlah waktu demikian juga untuk komponen yang lain dibulan berikutnya. Sedangkan nilai MTTR pada komponen *cold bin* dibulan november sebesar 1,85 jam hal ini menunjukkan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk memperbaiki komponen tersebut memerlukan waktu sebesar 1, 85 jam begitu pun untuk komponen yang lain. nilai MTBF pada komponen *cold bin* dibulan november sebesar 46,15 jam hal ini menunjukkan adalah interval waktu kerusakan ke waktu kerusan berikutnya sebesar 46,15 jam. Maka berdasarkan nilai MTTF, MTTR, DAN MTBF pada tabel 6 dapat ditentukan kehandalan mesin Amp periode dengan menggunakan persamaan 4.ccontoh perhitungan sebagaimana terlihat berikut ini.

$$\lambda = 1/1,85$$

$$= 0,5395,$$

Maka,

$$R = e^{-0,5395 \times 1,85}$$

$$= 0,3678$$

$$= 36,78\%$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan tersebut terlihat bahwa kehandalan mesin AMP sangat rendah hal ini diakibatkan oleh besarnya *downtime* yang terjadi disetiap periode produksi aspal. Mengatasi masalah ini dapat dilakukan dengan melakukan perbaikan pada penyebab kegagalan yang terjadi pada mesin Amp. Tindakan perbaikan untuk menurunkan kegagalan dapat dilakukan sebagaimana yang telah direkomendasi berdasarkan hasil analisis FMEA yang terdapat pada tabel 4. Jika tindak rekomendasi tersebut dapat dilakukan maka diperkirakan dapat meningkatkan kehandalan mesin sebesar 60%. Sehingga berdasarkan kehandalan ini tentunya dapat menurunkan nilai rata-rata waktu perbaikan (MTTR) sebagaimana terlihat pada hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 4 diperoleh nilai MTTR sebesar 1,85 untuk komponen cold bin pada periode november sebesar 0,95 jam. Maka dengan cara yang sama dapat ditentukan nilai MTTR untuk komponen dan periode yang lain Sebagaimana terlampir pada tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan nilai MTTR sebelum dan sesudah penerapan RCM (jam)

Komponen	Nilai MTTR sebelum penerapan RCM (jam)			Rata-rata MTTR sesudah penerapan RCM (jam)		
	Nov	Dec	Jan	Nov	Dec	Jan
<i>Cold Bin</i>	1.85	6,79	0.97	0,95	3,47	0,50
<i>Dryer</i>	1.39	1.70	0.73	0,71	0,87	0,37
<i>Hot Bin</i>	0.75	0.92	0.40	0,38	0,47	0,20
Genset Amp	1.07	1.30	0.56	0,54	0,76	0,29

Berdasarkan nilai MTTR sesudah penerapan RCM yang diperoleh pada tabel 7 maka selanjutnya dapat diprediksi nilai downtime untuk setiap komponen dan periode dengan asumsi jumlah kerusakan tetap, dapat dihitung nilai downtime dengan persamaan 5. Hasil produksi *downtime* sebagaimana terlampir pada tabel 8.

Tabel 8. *downtime* sebelum dan sesudah penerapan RCM (jam)

Komponen	Downtime sebelum penerapan RCM (jam)			Downtime sesudah penerapan RCM (jam)		
	Nov	Dec	Jan	Nov	Dec	Jan
<i>Cold Bin</i>	5.56	6.79	2.92	2,84	3,47	1,49
<i>Dryer</i>	6.95	8.49	3.65	3,55	4,34	1,87
<i>Hot Bin</i>	6.02	7.36	3.16	3,08	3,76	1,62
Genset Amp	10.66	13.02	5.60	5,44	6,65	2,86
Total	56,1	68,5	29,5	14,91	18,22	7,83

Hasil prediksi *downtime* sesudah penerapan RCM tabel 8, maka selanjutnya dapat diprediksi produksi aspal untuk disetiap periode dengan asumsi kapasitas produksi 250 ton/hari dan jam kerja 12 jam hasil prediksi ini sebagaimana terlampir pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil produksi aspal sebelum dan sesudah penerapan RCM (jam)

Bulan	Hasil produksi aspal sebelum penerapan RCM (ton)	Hasil produksi aspal sesudah penerapan RCM (ton)
November	1832	2689
Desember	3573	4620
Januari	4386	4837

Tabel 9 terlihat bahwa terjadi peningkatan produksi setelah penerapan rcm disetiap periode. Peningkatan produksi ini dapat terjadi jika rekomendasi tindakan yang diberikan dapat dilakukan dengan baik secara berkesinambungan. Peningkatan produksi pada bulan november sebesar 46,8%, dibulan desember terjadi peningkatan produksi sebesar 29,32% dan dibulan januari terjadi peningkatan produksi sebesar 10,26%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan RCM diperoleh 4 komponen kritis yang mejadi prioritas perbaikan yaitu *Cold bin*, *Dryer*, *Hot bin* dan Genset AMP. Rekomendasi tindakan perbaikan penurukan downtime pada mesin Amp berdasarkan analisa FMEA adalah melakukan pengecekan muatan material diconveyor, melakukan pengecekan muatan, membuat SOP pengoperasian dan meyiapkan cadangan dengan menyesuaikan riwayat kerusakan. Prediksi peningkatan produksi yang diperoleh sesudah penerapan RCM pada bulan november sebesar 2689 ton dengan kenaikan produksi sebesar 46,8%, bulan desember hasil produksi yang diperoleh sebesar 4620 ton terjadi kenaikan sebesar 29,32%, sedangkan pada bulan januari hasil produksi yang diperoleh 4837 ton dengan kenaikan persentase produksi sebesar 10,26%. Studi lanjut yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi lebih baik

melalui optimasi perawatan dapat dilakukan dengan mengintegrasikan metode perawatan yang lain sehingga diharapkan diperoleh hasil yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ninny Siregar, H., & Munthe, S. (2019). Analisa Perawatan Mesin Digester dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PTPN II Pagar Merbau. *Journal of Industrial and Manufacture Engineering*, 3(2), 87–94. <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jime>.
- [2] Rasindyo, M. R., Leksananto, K., & Helianty, Y. (2015). Analisis Kebijakan Perawatan Mesin Cincinnati Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di Pt. Dirgantara Indonesia. *REKA INTEGR*, 3(1).
- [3] Azis, M. T., Suprawhardana, M. S., & Pudji Purwanto, T. (2010). Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna Ga. Siwabessy. *JFN*, 4(1), 71–98.
- [4] Sayuti, M., & Muhammad Siddiq Rifa, M. (2013). Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT. Z. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 2(1), 9–13.
- [5] Sari, D. P., & Ridho, F. M. (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*, XI(2). <https://doi.org/10.25077/josi.v16.n2.p89-105.2017>.
- [6] Hermanto, Irvan, M., & Wiratmani, E. (2017). ANALISIS SISTEM PERAWATAN PADA MESIN KMF 250 A MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DI PT TSG. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 1–7.
- [7] Zein, I., Mulyati, D., & Saputra, I. (2019). Perencanaan Perawatan Mesin Kompresor Pada PT. Es Muda Perkasa Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Serambi Engineering*, IV(1).
- [8] Fitriadi, Muzakir, & Suhardi. (2018). Integrasi Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Untuk Meningkatkan Efektifitas Mesin Screw Press Di Pt. Beurata Subur Persada Kabupaten Nagan Raya. *Jurnal Optimalisasi*, 4(2), 97–107.
- [9] Kurniawati, D. A., & Muzaki, M. L. (2017). Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan RCM dan MVSM. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16(2), 89–105. <https://doi.org/10.25077/josi.v16.n2.p89-105.2017>
- [10] Soesetyo, I., & Yenny Bendatu, L. (2014). Penjadwalan Predictive Maintenance dan Biaya Perawatan Mesin Pellet di PT Charoen Pokphand Indonesia-Sepanjang. In *Jurnal Titra* (Vol. 2, Issue 2).
- [11] Deshpande, V. S., & Mahant, P. M. (2013). Application of Reliability Centred Maintenance Methodology to Develop Maintenance Program for a Heavy Duty Hydraulic Stretching Machine. *Australian Journal of Multi-Disciplinary Engineering*, 9(2), 177–184. <https://doi.org/10.7158/14488388.2013.11464858>