

Penerapan Metoda *RCM* Dan Analisis *FMECA* Untuk Menentukan *Interval Preventif Maintenance* Dan Estimasi Biaya Perawatan Mesin Potong Plat YSD HGS 31/30

Refdinal Latif Hendryanto¹, Refaldy Yusuf Hendryanto², Hasan Basri^{3*}

^{1,3}) Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jln. Srijaya Negara, Bukit Besar, Palembang, Sumatera Selatan 30139

Email: refdinalhendryanto@gmail.com, hasan_basri@unsri.ac.id

²) Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jl. Mayjen Haryono 167, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Malang, Jawa Timur 65145

Email: refaldiyusuf1@gmail.com

*Corresponding Author: hasan_basri@unsri.ac.id

ABSTRAK

Satuan kerja Rekayasa Enjiniring dan Manufaktur PT. Bukit Asam Tbk bertanggung jawab atas keandalan fasilitas angkutan batubara dan peralatan. Peralatan seperti mesin potong plat YSD HGS 31/30, yang merupakan bagian penting dari proses fabrikasi, sering mengalami kerusakan pada bagian-bagiannya. Akibatnya, satuan kerja tidak dapat mencapai KPI (*Key Performance Indicator*). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan nilai kritis dari komponen mesin potong plat dan rekomendasi perawatan terbaik. Analisis *FMECA* juga digunakan untuk menghitung biaya perawatan mesin, dan metode *RCM* digunakan untuk menentukan interval dan tugas perawatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tugas perawatan pencegahan yang direkomendasikan untuk komponen motor induksi mencakup tugas perawatan *on-condition* dan restorasi yang direncanakan setiap dua belas bulan, sedangkan tugas perawatan *on-condition* dan restorasi yang direncanakan untuk gearbox diperlukan setiap empat bulan, dan tugas perawatan restorasi dan pembersihan hidrolik diperlukan setiap empat bulan. Hasil perhitungan biaya menunjukkan bahwa biaya perawatan mesin potong plat YSD HGS 31/30 adalah Rp. 105.683.700 per tahun.

Kata kunci: Metode *RCM*, analisis *FMECA*, mesin potong plat, tugas perawatan pencegahan, biaya perawatan

ABSTRACT

Engineering and Manufacturing work unit of mining company PT. Bukit Asam Tbk is responsible for the reliability of coal transportation equipment and facilities. Equipment such as the YSD HGS 31/30 plate cutting machine, which is an essential component in the fabrication process, often experiences damage to its components, resulting in the achievement of operational unit KPI (Key Performance Indicator). This research was conducted to determine the critical value of machine components and the performance of the plate cutting machine system. Furthermore, the RCM method is used to determine maintenance intervals and tasks and FMECA analysis is used to estimate machine maintenance costs. The results showed that preventive maintenance tasks recommended for induction motor components include scheduled on-condition and scheduled restoration tasks every 12 months, while gearbox components require scheduled maintenance on-condition task and scheduled restoration task every 4 months, and hydraulic components require scheduled maintenance restoration and scheduled discard task every 4 months. Based on the results of the cost calculation, it is proposed that the estimated maintenance cost of the plate cutting machine is YSD HGS 31/30 Rp. 105,683,700 per year.

Keywords: *RCM* metode, *FMECA* analysis, plate cutting machines, interval preventive maintenance, estimate maintenance cost

Pendahuluan

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan tambang batubara terbesar di Sumatera Selatan, Indonesia. Perusahaan ini memiliki satuan kerja Rekayasa Enjiniring dan Manufaktur yang bertanggung jawab terhadap keandalan peralatan dan fasilitas angkutan batubara [1]. Peralatan mesin potong plat YSD HGS 31/30 yang digunakan pada proses fabrikasi yang berkapasitas 220 ton [2], sering mengalami kerusakan, sehingga menyebabkan proses fabrikasi menjadi terhambat dan berdampak pada ketercapaian KPI (*Key Performance*

Indicator) satuan kerja [3]. Kerusakan mesing potong plat dapat diidentifikasi melalui penentuan nilai kritis komponen mesin, sehingga kerusakan dapat segera diminimalisir dengan melakukan tindakan preventif dan perbaikan sebelum mesin mengalami kegagalan atau kerusakan lebih lanjut [4]. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan melaksanakan *maintenance* peralatan/mesin secara berkala mencakup: inspeksi, perbaikan, dan penggantian komponen jika diperlukan. *Maintenance* secara teratur dan tepat waktu, akan mengurangi resiko kegagalan mesin, sehingga masa pakai mesin tersebut menjadi lebih lama [5].

Metode *FMECA* (*Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis*) disarankan untuk diterapkan dalam proses identifikasi dan evaluasi potensi kegagalan mesin dengan maksud untuk menentukan tindakan korektif. Metode ini, mengkombinasikan *FMEA* (*Failure Mode and Effects Analysis*) dan *CA* (*Criticality Analysis*), dalam mengidentifikasi dan mengevaluasi tingkat keparahan dan dampak potensi kegagalan mesin. Metode *FMECA* biasanya dilakukan pada awal siklus hidup suatu sistem, peralatan atau proses, serta sering digunakan di berbagai industri seperti *aerospace*, otomotif, dan kesehatan [6].

Risk Priority Number (*RPN*) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat resiko kegagalan dalam suatu peralatan, sistem atau proses [7]. *RPN* diperoleh dari perkalian antara tiga variabel yaitu *Severity* (tingkat keparahan akibat kegagalan), *Occurrence* (frekuensi kemunculan kegagalan), dan *Detection* (kemampuan mendeteksi) [8]. Semakin tinggi nilai *severity* maka semakin parah dampak yang dapat ditimbulkan, semakin tinggi nilai *occurrence* maka semakin sering kegagalan terjadi, semakin tinggi nilai *detection*, maka semakin cepat dan efektif kegagalan dapat dideteksi dan diperbaiki. Nilai $RPN = S \times O \times D$ ditunjukkan pada Tabel 1. Nilainya berkisar dari 1 hingga 1000, dengan nilai yang lebih tinggi menunjukkan risiko yang lebih besar dan memerlukan tindakan korektif yang lebih cepat dan efektif. *RPN* merupakan *output FMECA* digunakan sebagai ukuran kuantitatif untuk menentukan tindakan yang tepat untuk membantu mengidentifikasi kegagalan dan potensi penyebab, dampak, dan risiko [9].

Tabel 1. Kategori *Criticality Analysis*

<i>Level of detectability</i>	<i>Value</i>	<i>Risk or Hazard</i>
<i>Minor</i>	0-30	<i>Acceptable</i>
<i>Medium</i>	31-60	<i>Tolerable</i>
<i>High</i>	61-180	<i>Tolerable</i>
<i>Very High</i>	181-252	<i>Unacceptable</i>
<i>Critical</i>	253-324	<i>Unacceptable</i>
<i>Very critical</i>	>324	<i>Unacceptable</i>

RCM (*Reliability Centered Maintenance*) merupakan metode perawatan mesin/sistem secara sistematis dan terstruktur [10]. Metode ini didasarkan pada identifikasi dan evaluasi potensi kegagalan, dan menentukan strategi perawatan yang paling efektif dan efisien untuk mencegah kegagalan [11]. Penggunaan metoda *RCM* bertujuan untuk memaksimalkan ketersediaan dan keandalan mesin, mengoptimalkan biaya perawatan, mengidentifikasi potensi kegagalan, menentukan strategi perawatan yang efektif dan efisien, serta memperpanjang umur mesin [12]. Penerapan metoda *RCM* dapat mengoptimalkan operasional dan ketersediaan mesin, serta mengurangi biaya perawatan dan *downtime* yang tidak terduga pada perusahaan [13]. Kegiatan perawatan mesin (*Preventive Maintenance task*) mencakup: 1) *scheduled on-condition task* untuk mendeteksi potensi kegagalan sebagai hasil dari kondisi fisik yang teridentifikasi (kegagalan fungsional); 2) *scheduled restoration task* untuk memulihkan sistem agar kembali ke kondisi semula dilakukan secara periodik; 3) *scheduled discard task* untuk mengganti komponen sebelum batas usia sistem tanpa mempertimbangkan kondisinya (paling tidak efektif) [14].

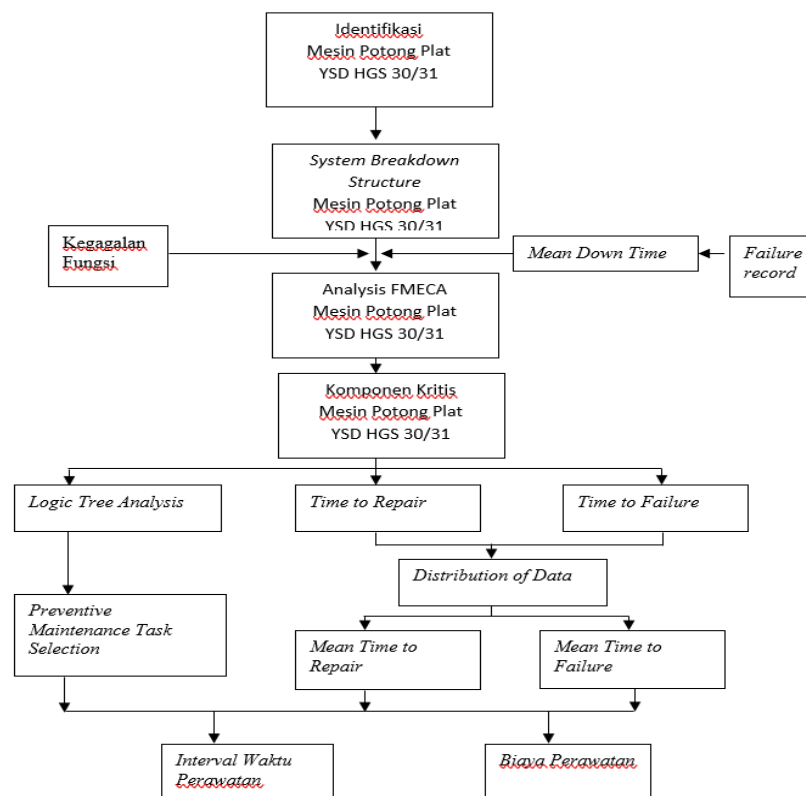
Penelitian sebelumnya, mengenai penerapan metoda *RCM* dan analisis *FMECA* dapat menghemat biaya pemeliharaan, telah dilakukan pada mesin CNC Milling A yang sering mengalami kerusakan. Penelitian ini menghasilkan nilai *RPN* komponen *bearing spindle*, *bearing rel*, dan selang sebagai komponen kritis pada sistem, memerlukan kebijakan *maintenance* dengan hasil 2 *scheduled discard task*, 2 *scheduled restoration*, dan 2 *scheduled on-condition task*, dengan interval waktu *maintenance* sesuai dengan kategori task [6]. Resiko fungsional dan potensi cacat produk dalam sistem manufaktur dapat dideteksi melalui status kinerja mesin, sehingga perlunya diterapkan kegiatan pemeliharaan preventif. Jalur degradasi kinerja mesin dan pengaruhnya terhadap *WIP* telah diklarifikasi, adanya penyimpangan dimensi karakteristik kualitas utama. Berbagai tingkat tindakan pemeliharaan telah diusulkan, dan rencana pemeliharaan preventif terintegrasi untuk seluruh proses produksi dengan meminimalkan kehilangan kualitas produk dan investasi *PM*. Kombinasi keputusan optimal diselesaikan dengan algoritma genetika, yaitu strategi perawatan optimal melalui analisis sistem pembuatan kepala silinder [15].

Penelitian lainnya bertujuan mengevaluasi sistem *preventive maintenance* dengan prioritas perawatan berdasarkan alur proses produksi menggunakan metode CDS (*Campbell Dudek Smith*) untuk mengetahui alur proses produksi yang efisien dan metode RCM II untuk menentukan jenis perawatan. Kegagalan fungsi komponen dan penilaian risiko didapatkan dari FMEA dan RPN juga. Kegiatan perawatan memperhatikan hasil diagram RCM II dan perhitungan kuantitatif untuk menentukan kegiatan perawatan yang optimal [16]. Penelitian menggunakan metode RCM untuk menentukan metode pemeliharaan dan metode RCS (*Reliability Centered Spares*) telah dilakukan untuk menentukan jumlah persyaratan suku cadang pada mesin *Eurosicma E75 DS (4)/A* PT Konimex [17]. Penentuan jadwal interval waktu perawatan dan tindakan perawatan mesin *Open Top Roller* telah dilakukan oleh pabrik Pengolahan Teh di Kebun Tobasari PTPN IV. Untuk mengatasi masalah tersebut metoda RCM dan analisis FMEA digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan tertinggi pada setiap kerusakan mesin yang terjadi dan perawatannya. Hasil perhitungan analisis FMEA dan metoda RCM menyimpulkan bahwa interval perawatan mesin *Open Top Roller* yang paling tinggi adalah TEHA mencapai 43,5% [18].

Metode Penelitian

Penelitian ini dikerjakan mengikuti diagram alur penelitian seperti pada Gambar 1, dengan berfokus pada objek yang diteliti, yaitu mesin potong plat YSD HGS 31/30 yang diidentifikasi bagian mesinnya melalui *System Breakdown Structure (SBS)* [19]. Selanjutnya mesin tersebut diidentifikasi kerusakan komponennya, penyebab kerusakan, serta efek yang ditimbulkan melalui analisis *FMECA* [19]. *Output* hasil analisis tersebut berupa nilai *RPN* dan kategori kerusakan untuk setiap komponen [20]. Peneliti kemudian menentukan komponen kritis yang sesuai dengan kategori kerusakan, lalu dilakukan identifikasi kebijakan perawatan yang efektif, kemudian dilakukan pengolahan data termasuk perhitungan *MTTF* dan *MTTR* serta melakukan pendefinisian sistem berupa *Logic Tree Analysis (LTA)* untuk memperoleh *preventive maintenance task* [6].

MTTF (Mean Time to Failur) dan *MTTR (Mean Time to Repair)* digunakan sebagai input dalam penentuan *interval preventive task*, untuk menghitung estimasi biaya perawatan. Melalui proses ini, diperoleh dua output, yaitu interval waktu pemeliharaan dan biaya perawatan yang menjadi usulan bagi perusahaan P.T Bukit Asam Tbk.

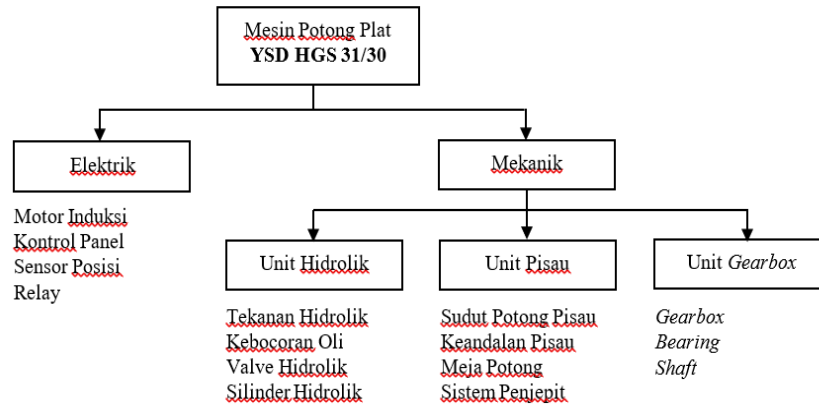


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Hasil Dan Pembahasan

SBS Mesin Potong Plat YSD HGS 31/30.

SBS (*System Breakdown Structure*) merupakan metode untuk memecah sistem besar menjadi komponen-komponen yang lebih kecil dan terorganisir secara bertingkat. SBS mesin potong plat YSD HGS 31/30 yang diidentifikasi ditunjukkan pada Gambar 2 mencakup level paling rendah hingga level atas. Setiap level dijelaskan secara rinci untuk memudahkan pemahaman [19].



Gambar 2. SBS mesin potong plat YSD HGS 31/30 0-1

Data Kerusakan Mesin Potong Plat YSD HGS 31/30

Hasil analisis data seperti ditunjukkan pada Tabel 2, menjelaskan data kerusakan meliputi jenis kerusakan, frekuensi kerusakan dan presentase kerusakan komponen mesin YSD HGS 31/30 untuk periode 12 bulan terakhir (Oktober 2022 – Maret 2023).

Tabel 2. Data kerusakan mesin YSD HGS 31/30 periode Maret 2022 – Maret 2023

Jenis Kerusakan	Frekuensi Kerusakan	Kerusakan (%)
Sudut potong pisau tidak sesuai	5	15.625
Overheat pada motor induksi	1	3.125
Vibrasi berlebih pada gearbox	3	9.375
Daya mesin tiba-tiba mati	2	6.25
Sensor posisi tidak berfungsi	3	9.375
Tekanan hidrolik turun secara signifikan	3	9.375
Hasil potong plat tidak presisi	10	31.25
Kebocoran oli hidrolik yang cukup signifikan	2	6.25
Pisau tidak kembali naik setelah pemotongan	3	9.375
Jumlah	32	100

Penentuan Distribusi dan Nilai Mean Down Time

Berdasarkan pemilahan komponen mesin potong plat YSD HGS 31/30 yang mengalami kegagalan, jenis kerusakan, frekuensi kerusakan, kemudian dilakukan penentuan distribusi menggunakan uji *Anderson-Darling* [21] dan penentuan nilai *MDT* sebagai *output* [22] ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Mean Down Time

Komponen	Jenis Kerusakan	Frekuensi Kerusakan	Kerusakan (%)	Distribusi	Parameter	MDT (Jam)
Pisau	Sudut potong pisau tidak sesuai	5	15.63%	Normal	$\mu = 4, \sigma = 1$	4
Motor induksi	Overheat pada motor induksi	1	3.13%	Eksponensial	$\lambda = 0.03125$	32
Gearbox	Vibrasi berlebih pada gearbox	3	9.38%	Eksponensial	$\lambda = 0.041667$	24
Daya mesin	Daya mesin tiba-tiba mati	2	6.25%	Normal	$\mu = 4, \sigma = 1$	4



Sensor posisi	Sensor posisi tidak berfungsi	3	9.38%	Normal	$\mu = 6, \sigma = 1.5$	6
Hidrolik	Tekanan hidrolik turun secara signifikan	3	9.38%	Normal	$\mu = 7, \sigma = 1.5$	7
Hasil potong plat	Hasil potong plat tidak presisi	10	31.25%	Eksponensial	$\lambda = 0.166667$	6
Kebocoran oli	Kebocoran oli hidrolik yang cukup signifikan	2	6.25%	Eksponensial	$\lambda = 0.03125$	32
Pisau	Pisau tidak kembali naik setelah pemotongan	3	9.38%	Normal	$\mu = 5, \sigma = 1$	5

Selanjutnya disusun *FMECA worksheet* yang mencakup: *Equipment, Function, Functional Failure, RPN, Criticality, Risk Category, dan Maintenance Plan* [23].

Analisis FMECA

Hasil analisis kegagalan komponen mesin potong plat YSD HGS 31/30 menggunakan metode *FMECA*, seperti ditunjukkan pada Tabel 4, menggambarkan bahwa motor induksi, *gearbox*, dan tekanan hidrolik merupakan komponen yang kritis [21].

Tabel 4. FMECA Worksheet

<i>Equipment</i>	<i>Function</i>	<i>Functional Failure</i>	<i>RPN</i>	<i>Criticality</i>	<i>Risk Category</i>	<i>Maintenance Plan</i>
Pisau	Memotong plat dengan sudut potong yang sesuai	Sudut potong pisau tidak sesuai	28	Minor	Acceptable	Lakukan <i>Trial and Error</i> untuk mengkalibrasi sudut potong pada pisau Periksa kondisi lilitan pada motor, lakukan <i>rewinding</i> apabila diperlukan Lakukan <i>alignment</i> ulang dan berikan <i>grease</i>
Motor induksi	Menghasilkan tenaga untuk menggerakkan pisau	Overheat pada motor induksi	288	Critical	Unacceptable	
Gearbox	Menggerakkan pisau dengan kecepatan yang tepat	Vibrasi berlebih pada gearbox	240	Very High	Unacceptable	
Daya mesin	Menyediakan tenaga untuk sistem hidrolik dan pisau	Daya mesin tiba-tiba mati	18	Minor	Acceptable	Periksa beban pemotongan
Sensor posisi	Mengatur posisi pisau untuk memotong dengan akurasi	Sensor posisi tidak berfungsi	30	Minor	Acceptable	Bersihkan sensor dan kalibrasi ulang
Hidrolik	Menyediakan tekanan hidrolik untuk penggerak pisau	Tekanan hidrolik turun secara signifikan	256	Critical	Unacceptable	Periksa kondisi seal dan kebocoran oli hidrolik
Hasil potong plat	Menghasilkan potongan plat yang presisi	Hasil potong plat tidak presisi	80	High	Tolerable	Cek kondisi pisau, lakukan penggantian bila diperlukan
Hidrolik	Menyediakan oli hidrolik untuk sistem hidrolik dan pisau	Kebocoran oli hidrolik yang cukup signifikan	84	High	Tolerable	Cek kondisi seal dan sambungan hidrolik

<i>Equipment</i>	<i>Function</i>	<i>Functional Failure</i>	<i>RPN</i>	<i>Criticality</i>	<i>Risk Category</i>	<i>Maintenance Plan</i>
Pisau	Memotong plat dengan sudut potong yang sesuai	Pisau tidak kembali naik setelah pemotongan	6	Minor	Acceptable	Periksa apakah ada sisa potong plat yang tersangkut

Perhitungan MTTR dan MTTF

MTTR (*Mean Time To Repair*) dan MTTF (*Mean Time To Failure*) dihitung setelah dilakukan pengujian distribusi dan waktu perbaikan (*TTR*) dan waktu kegagalan (*TTF*) pada setiap komponen mesin potong plat YSD HGS 31/30 yang kritis [6]. Hasil perhitungan MTTR dan MTTF pada Tabel 5 menunjukkan bahwa apabila distribusi komponen kritis berupa distribusi normal atau eksponensial, maka nilai μ akan menjadi nilai MTTR atau MTTF komponen tersebut. Namun, jika distribusi komponen kritis berupa distribusi *Weibull*, maka diperlukan persamaan tertentu untuk menghitung MTTF dan MTTR [24].

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \text{ (untuk distribusi eksponensial)} \tag{1}$$

$$MTTF = \mu \text{ (untuk distribusi normal)} \tag{2}$$

$$MTTF = \gamma + \beta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{k} \right) \text{ (untuk distribusi Weibull)} \tag{3}$$

$$MTTR = \frac{TTR}{\text{Frekuensi kegagalan}} \tag{4}$$

Tabel 5. Nilai MTTR dan MTTF

Komponen	MTTR (jam)	MTTF (jam)
Motor induksi	32	32
Gearbox	8	24
Hidrolik	2.33	7

RCM Decision Worksheet

Setelah dilakukan analisis menggunakan *RCM decision worksheet* [18], ditemukan 2 jenis kegiatan *scheduled on condition*, 4 jenis kegiatan *scheduled restoration*, dan 2 jenis kegiatan *scheduled discard task* yang tepat untuk diterapkan pada ketiga komponen mesin tersebut. Dengan demikian, *RCM decision worksheet* dapat dijadikan alat yang efektif untuk meningkatkan efisiensi pemeliharaan mesin dan mencegah terjadinya kegagalan pada komponen kritis mesin potong plat YSD HGS 31/30.

Penentuan Maintenance Task dan Perhitungan Interval Preventive Maintenance

Setelah analisis *RCM decision worksheet* dilakukan, dilanjutkan pada penentuan kebijakan pemeliharaan [15] berdasarkan karakteristik dan mode kegagalan pada komponen kritis. Tabel 6 memuat kebijakan pemeliharaan yang direkomendasikan untuk setiap komponen kritis beserta intervalnya. Interval waktu pemeliharaan pada *scheduled on-condition task* dihitung dengan mengambil setengah dari P-F interval masing-masing komponen [17]. P-F interval yang digunakan didapatkan dari data MTTF tiap komponen kritis. Sementara itu, untuk *scheduled restoration* dan *scheduled discard task*, perhitungan dilakukan berdasarkan biaya perbaikan atau penggantian komponen yang mengalami kerusakan. Rumus yang digunakan dapat dilihat sebagai berikut;

$$C_f = C_r + MTTR (C_o + C_w) \tag{5}$$

C_f merupakan biaya pergantian komponen setiap siklus pemeliharaan, C_r adalah biaya pergantian kerusakan komponen, C_o adalah biaya kerugian produksi (*loss of revenue*), dan C_w adalah biaya tenaga kerja. Setelah itu, nilai C_m dihitung dengan menjumlahkan biaya *downtime*, biaya tenaga kerja, dan biaya perbaikan [16].

Jika nilai C_m dan C_r telah diketahui, maka dapat dilakukan perhitungan *Interval Preventive Maintenance* dengan menggunakan persamaan;

$$TM = \eta \times \left(\frac{C_m}{C_r(\beta-1)} \right)^{\frac{1}{\beta}} \tag{6}$$

Hasil perhitungan untuk setiap kerusakan yang terjadi pada komponen kritis yang telah dianalisis, secara detail ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Maintenance Task dan Interval Preventive Maintenance

Komponen	Failure Mode	Proposed Maintenance	Interval Maintenance Time (jam)
	Overheating	<i>scheduled restoration task</i>	2112



Motor Induksi	Vibration	Cleaning Fan, Bearing, Housing, Rewinding	2112
		scheduled restoration task	
Bearing	Bearing	Balancing	2112
		scheduled on-condition task	
Gearbox	Wear	Lubrication, Replacement	704
		scheduled on-condition task	
Misalignment	Misalignment	Grease Replacement, Filter Change	704
		scheduled restoration task	
Hidrolik	Leakage	Re-Alignment	704
		scheduled discard task	
Contaminatio n	Contaminatio n	Tightening, Seal Replacement	704
		scheduled discard task	
Pressure Loss	Pressure Loss	Flushing, Filter Replacement	704
		scheduled restoration task	
		Inspection, Adjustment	

Estimasi Biaya Pemeliharaan Komponen Kritis

Biaya pemeliharaan bergantung pada waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan, harga peralatan, biaya *engineer*, biaya penggunaan material untuk kegiatan pemeliharaan, dan kerugian pendapatan. Perhitungan biaya pemeliharaan dihitung menggunakan rumus [25];

$$T_c = (C_m + C_r) \times F_m \quad (7)$$

C_m : biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pemeliharaan, yang terdiri dari biaya waktu tidak beroperasi, biaya tenaga kerja, dan biaya pemeliharaan preventif. C_r : biaya komponen yang terkait dengan tugas pemulihan terjadwal. F_m : frekuensi pelaksanaan perawatan preventif.

Setelah dilakukan perhitungan, biaya yang diusulkan untuk melakukan perawatan preventif sesuai dengan tugas yang telah ditentukan adalah sebesar Rp. 105.683.700 / tahun.

Simpulan

Dalam menjaga performansi keandalan mesin potong plat YSD HGS 31/30 digunakan Metode RCM dan Analisis FMECA untuk menentukan interval beserta *task maintenance* yang sesuai. Hasil pengukuran menunjukkan kebijakan *preventive maintenance* yang terdiri dari 2 *scheduled on-condition*, 4 *scheduled restoration*, dan 2 *scheduled discard task* pada ketiga komponen mesin. Interval waktu pemeliharaan untuk ketiga komponen mesin berbeda, ditentukan berdasarkan jenis kegagalan yang mungkin terjadi. Komponen Motor Induksi memerlukan *maintenance scheduled on-condition task* dan *scheduled restoration task* setiap 12 bulan sekali. Sementara itu, komponen *gearbox* membutuhkan *maintenance scheduled on-condition task* dan *scheduled restoration task* setiap 4 bulan sekali. Sedangkan komponen Hidrolik memerlukan *maintenance scheduled restoration* dan *scheduled discard task* setiap 4 bulan sekali. Hasil perhitungan estimasi biaya perawatan, ditemukan usulan sebesar Rp. 105.683.700 sebagai biaya total perawatan preventif mesin.

Daftar Pustaka

- [1] M. Zhang, J. Wang, and Y. Feng, "Land Use Policy Temporal and spatial change of land use in a large-scale opencast coal mine area : A complex network approach," *Land use policy*, vol. 86, no. August 2018, pp. 375–386, 2019, doi: 10.1016/j.landusepol.2019.05.020.
- [2] I. Fadellah *et al.*, "Implementasi Sistem Pakar Mendeteksi Kerusakan Mesin Potong Plat Hydraulic (Mesin Shearing) Dengan Menggunakan Metode Dempster Shafer," vol. 1, no. 1, pp. 47–54, 2021.
- [3] A. N. H. Zaied, "A Framework for Improving Key Performance Indicators using Business Intelligence Techniques," vol. 6, no. 10, pp. 295–299, 2021.
- [4] P. T. Xyz, "Analisa Komponen Kritis untuk Mengurangi Breakdown Mesin Produksi TALENTA Conference Series Analisa Komponen Kritis untuk Mengurangi Breakdown Mesin," vol. 2, no. 3, 2019, doi: 10.32734/ee.v2i3.704.

- [5] D. Sebagai, S. Satu, S. Untuk, M. Gelar, and P. Riau, "Analisis pemeliharaan mesin produksi dengan metode rcm (," 2021.
- [6] W. H. Afiva, F. Tatas, D. Atmaji, and D. J. Alhilman, "Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Perencanaan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Analisis FMECA (Studi Kasus : PT . XYZ)," vol. XIII, no. 3, pp. 298–310, 2019.
- [7] S. N. Kamble and B. Rajiv, "Critical Analysis of Machine Condition Monitoring by Using Risk Priority Number and Analytical Hierarchy Process Critical Analysis of Machine Condition Monitoring by Using Risk Priority Number and Analytical Hierarchy Process," *J. Fail. Anal. Prev.*, no. February, 2022, doi: 10.1007/s11668-022-01350-8.
- [8] Q. Bornes, "Using Failure Occurrence , Severity , Detection , and Risk Priority Number in Developing FMEA Worksheet in a Brewery for Failure Mitigation," 2022.
- [9] L. Ciani, G. Guidi, and G. Patrizi, "A Critical Comparison of Alternative Risk Priority Numbers in Failure Modes , Effects , and Criticality Analysis," no. 1, pp. 1–12.
- [10] R. Jafarpisheh, "Reliability Paper A hybrid reliability-centered maintenance approach for mining transportation machines : a real case in Esfahan," no. June 2021, 2020, doi: 10.1108/IJQRM-09-2020-0309.
- [11] D. Priyanta, N. Siswanto, and M. N. Pratiwi, "Implementation of Reliability Centered Maintenance Method for the Main Engine of Tugboat X to Select the Maintenance Task and Schedule," vol. 5, no. 2, pp. 102–110, 2020.
- [12] S. Okwuobi *et al.*, "A Reliability-Centered Maintenance Study for an Individual Section-Forming Machine," 2018, doi: 10.3390/machines6040050.
- [13] P. Poór, D. Ženíšek, and J. Basl, "Historical Overview of Maintenance Management Strategies : Development from Breakdown Maintenance to Predictive Maintenance in Accordance with Four Industrial Revolutions," pp. 495–504, 2019.
- [14] S. S. Patil, A. K. Bewoor, R. Kumar, M. H. Ahmadi, M. Sharifpur, and S. Praveenkumar, "Development of Optimized Maintenance Program for a Steam Boiler System Using Reliability-Centered Maintenance Approach," 2022.
- [15] Y. Zhao, Y. He, D. Zhou, A. Zhang, X. Han, and Y. Li, "Functional risk-oriented integrated preventive maintenance considering product quality loss for multistate manufacturing systems," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 0, no. 0, pp. 1–18, 2020, doi: 10.1080/00207543.2020.1713416.
- [16] I. Application *et al.*, "Proses Produksi Dengan Metode Campbell Dudek Smith," pp. 297–302.
- [17] T. Sanjani, J. Alhilman, and N. Athari, "Proposed Maintenance Policy and Determining Sparepart Amount Using Reliability Centered Maintenance (RCM) and Reliability Centered Spares (RCS) for Eurosicma E 75 Machine," pp. 210–218, 2018.
- [18] S. Purba, L. Parinduri, and B. Harahap, "Penentuan Interval Waktu Preventif Maintenance Pada Mesin Open Top Roller Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di Unit Pabrik Teh Kebun Tobasari PT . Perkebunan Nusantara IV," vol. 16, no. 2, 2021.
- [19] H. Dzulyadain, E. Budiasih, F. Tatas, and D. Atmaji, "Spare part requirement and inventory policy for Rovema ' s 1 machine using Reliability Centered Spare (RCS) and Min-Max stock methods Spare part requirement and inventory policy for Rovema ' s 1 machine using Reliability Centered Spare (RCS) and Min- Max stock methods," doi: 10.1088/1757-899X/722/1/012017.
- [20] M. Filz, J. Ernst, B. Langner, C. Herrmann, and S. Thiede, "Computers in Industry Data-driven failure mode and effect analysis (FMEA) to enhance maintenance planning," vol. 129, 2021, doi: 10.1016/j.compind.2021.103451.
- [21] J. L. Connelly and D. J. Wilman, "Anderson-Darling test for ground radar environment sensing Anderson-Darling test for ground radar environment sensing," doi: 10.1088/1742-6596/2435/1/012001.
- [22] L. M. Jr and K. Thomsen, "Costs of repair of wind turbine blades : Influence of technology aspects," no. June, pp. 1–9, 2020, doi: 10.1002/we.2552.
- [23] E. Science, "Failure Mode and Effect Criticality Analysis (FMECA) Fuzzy to Evaluate Critical Level on Main Engine Supporting System Failure Mode and Effect Criticality Analysis (FMECA) Fuzzy to Evaluate Critical Level on Main Engine Supporting System," doi: 10.1088/1755-1315/557/1/012036.
- [24] T. Rachman, D. N. Watunglawar, M. D. Amperajaya, R. Adnan, and I. K. Sriwana, "Penentuan Interval Waktu Penggantian dan Perbaikan Komponen Kritis Mesin Bubut Type SS-850 di PT . Hamdan Jaya Makmur Dengan Metode Age Replacement," vol. 23, pp. 52–61, 2022.
- [25] H. Dzulyadain, E. Budiasih, F. Tatas, and D. Atmaji, "Usulan Kebijakan Perawatan Pada Mesin Press Di PT XYZ Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) Dan Analisis Fmeca Proposed Maintenance Policy Using Reliability Centered Maintenance (RCM II) Method And Fmeca Analysis For Press Machine At PT XYZ," vol. 7, no. 2, pp. 6528–6537, 2020.