

Artikel_Submit_Acopen_Wahyu_ __ok.pdf *by*

Submission date: 15-Jun-2023 10:20AM (UTC+0700)

Submission ID: 2116358407

File name: Artikel_Submit_Acopen_Wahyu__ok.pdf (599.64K)

Word count: 4611

Character count: 28306

Implementation Of Reliability Centered Maintenance (RCM) II In Packaging Industry Production Machinery Maintenance Activities [Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Aktivitas Perawatan Mesin Produksi Industri Packaging]

Wahyu Nugroho¹⁾, Tedjo Sukmono²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: thedjoss@umsida.ac.id

Abstract. Along with the increasing need for productivity and the use of high technology in the form of production machines and factories, the need for maintenance functions is also increasing. At PT. Weiss Tech, a packaging machine manufacturer, has problems mainly related to wire cut machine malfunctions which cause interruptions and delays in the production process and reduce machine performance.

In overcoming these problems in this study, the Reliability Centered Maintenance (RCM) II method from Failure Modes and Effect Analyze (FMEA) was used. RCM II is one of the methods used to determine which components are due for repairs, while FMEA is defined as a method for identifying the root cause of engine failure. From the results of calculations using FMEA and RCM II, the results of the maintenance interval for the Electromotor component (electric motor) with a maintenance interval of 20 hours, for the Lower and upper nozzle components (upper and lower nozzles) with a maintenance interval of 181 hours, and for the Roller component (drive roller) with a treatment interval of 177 hours.

Keywords – FMEA; Maintenance; Reliability Centered Maintenance II.

Abstrak. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan produktivitas serta penggunaan teknologi tinggi berupa mesin dan pabrik produksi, maka kebutuhan akan fungsi perawatan pun semakin meningkat. Di PT. Weiss Tech, produsen mesin pengemas, memiliki masalah terutama terkait dengan kerusakan mesin *wire cut* yang menyebabkan gangguan dan keterlambatan proses produksi serta menurunkan kinerja mesin.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu metode *Reliability Centered Maintenance (RCM) II* dari *Failure Modes and Effect Analyze (FMEA)*. RCM II ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan komponen yang sudah waktunya untuk melakukan perbaikan sedangkan FMEA didefinisikan sebagai metode untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan mesin. Hasil yang diperoleh dalam perhitungan ini meliputi komponen *Electromotor* (motor elektrik) dengan interval waktu perawatan 20 jam, untuk komponen *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah) dengan interval perawatan 181 jam, dan untuk komponen *Roller* (rol penggerak) dengan interval waktu perawatan 177 jam.

Kata Kunci – FMEA; Maintenance; Reliability Centered Maintenance II

I. PENDAHULUAN

Mesin packing adalah mesin yang merupakan bagian terpenting dalam mengemas produk 25 gram, 380 gram dan 500 gram ke dalam kantong produk. Di dalam mesin pengemas terdapat beberapa fungsi atau fungsi utama untuk mengemas produk menjadi kemasan 25 gram, 380 gram dan 500 gram, mulai dari penyiapan kemasan, pengisian produk, pengendalian berat produk, kode produk dari pembuatan hingga penyegelan kemasan produk [1]. Mesin packing memegang peranan yang sangat penting dalam pencapaian hasil produksi, jika terjadi kerusakan atau masalah pada mesin pengemas, maka operasi produksi tidak akan berjalan lancar bahkan mungkin harus dihentikan. Perawatan didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang ditujukan untuk memperbaiki suku cadang atau komponen mesin ketika dianggap tidak bisa digunakan [2].

Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk memberikan solusi dalam menyusun dan melakukantindakan perawatan yang diperlukan untuk mesin dalam kondisi tidak layak dipakai, dengan mempertimbangkan nilai reliability. Agar sistem perawatan mesin dapat berfungsi dengan sempurna, maka perlu diadakan perawatan mesin secara berkala untuk mengurangi kerusakan [3]. Untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi, maka digunakan metode *Reliability Centered Maintenance II*, dimana pada kegiatan perawatan difokuskan pada suku cadang atau komponen mesin dalam konsisi yang tidak memungkinkan untuk digunakan. Dengan menerapkan metode ini, operasi pemeliharaan yang tidak dalam keadaan interval perawatan optimal telah ditentukan.

Maintenance adalah kegiatan penunjang produksi yang diperlukan untuk menghindari atau mengurangi kerusakan alat produksi. Pemeliharaan dapat dilihat sebagai cerminan dari sistem produksi, dimana pemeliharaan lebih intensif ketika sistem produksi berada pada kapasitas yang sangat tinggi [4]. Adapun kegiatan perawatan mesin industri packaging dalam penelitian [5], yang terdiri dari: inspeksi (*inspection*) kegiatan inspeksi ini meliputi kegiatan pemeriksaan atau pemeriksaan rutin (*routine plan inspection*) terhadap bangunan dan peralatan pabrik sesuai rencana, dan pemeriksaan atau inspeksi terhadap peralatan yang rusak dan kegiatan teknik (*engineering*) meliputi kegiatan pengujian perangkat baru dan mengembangkan perangkat atau komponen perangkat yang perlu diganti, serta menjajaki kemungkinan pengembangan tersebut. Kegiatan teknis ini juga termasuk menentukan penyebab kegagalan peralatan tertentu untuk mengatasi atau menghilangkan metode atau upaya yang benar-benar diperlukan dalam operasi produksi.

Distribusi TTF dan TTR untuk setiap komponen yang mengalami kerusakan dibuat berdasarkan hipotesis apakah data kegagalan tersebut mengikuti distribusi *Weibull*, yang mana distribusi tersebut ada kaitannya dengan besarnya kegagalan. Sesudah dilakukan evaluasi jenis distribusi TTF dan TTR, tahap yang harus dilakukan selanjutnya adalah melakukan pengujian data yang sesuai pada data TTF dan TTR yang dihasilkan untuk memeriksa pola distribusi yang ada apakah sudah sesuai dengan pola distribusi yang digunakan, yang selanjutnya diproses dalam menentukan parameter. menerima Distribusi dipilih sesuai dengan model [6]:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \dots\dots\dots(1)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \dots\dots\dots(2)$$

Berikut perhitungan parameter α dan β :

$$\alpha = b \dots\dots\dots(3)$$

$$\beta = e^{-\left(\frac{\alpha}{b}\right)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:
 a = intercept
 b = slope
 α = parameter bentuk
 β = parameter skala

Pada perhitungan MTTF dan MTTR digunakan parameter pada masing-masing komponen. MTTF merupakan waktu rata-rata untuk kegagalan sedangkan MTTR adalah waktu rata-rata untuk memperbaiki kegagalan.

a. Distribusi *Weibull*
 Komponen adalah T yang mengikuti distribusi *Weibull* dengan 3 parameter β, η, γ [7].

$$MTTF = \eta \Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right) \dots\dots\dots(5)$$

$$MTTR = \eta \Gamma \left(\frac{1}{\beta} + 1 \right) \dots\dots\dots(6)$$

Dengan perhitungan fungsi keandaannya:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^\beta} \dots\dots\dots(7)$$

Dimana $\Gamma(x)$ adalah fungsi *gamma*:

$$\Gamma(x) = \int_0^x y^{x-1} - e^{-y} \cdot dy \dots\dots\dots(8)$$

b. Distribusi Log Normal

Komponen TTF harus memiliki distribusi lognormal bola $y = \ln T$. Rata-rata waktu kegagalan dari distribusi lognormal [7]:

$$MTTF = t_{med} \exp \left(\frac{s^2}{2} \right) \dots\dots\dots(9)$$

Dengan fungsi keandaannya:

$$R(t) = 1 - \Phi \left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}} \right) \dots\dots\dots(10)$$

c. Distribusi Eksponential

Jika waktu kegagalan komponen dibagi dengan parameter λ . Berarti waktu kegagalan distribusi

eksponensial [7]:

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt = \frac{1}{\lambda} \dots \dots \dots (11)$$

Dan fungsi keandalannya:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \dots \dots \dots (12)$$

5 Perhitungan interval perawatan dapat dihitung berdasarkan parameter dari distribusi interval kesalahan yang sesuai. penentuan interval perawatan, diberikan ketika kerusakan terjadi pada waktu yang telah belum ditentukan pada saat dilakukan perawatan atau penggantian suku cadang setelah suku cadang 5 tersebut mencapai usia optimal yang dihitung dari penggantian suku cadang yang terakhir, maka penggunaan komponen selalu optimal dan tidak menyebabkan perawatan yang tidak perlu serta kerugian melalui penggantian [8].

Penentuan interval perawatan ditentukan dengan menganalisis data dan tabel keputusan. Analisis database dilakukan dengan mengamati kesalahan *logging*. Tabel data mencakup fungsi sistem, kesalahan sistem, dan FMEA. Hasil dari tugas perawatan yang ditentukan, kemudian menentukan perhitungan waktu interval perawatan yang sesuai. Pada perhitungan interval bergantung pada sifat pekerjaan komponen. Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu interval perawatan berkala pada tugas perawatan yaitu [9]:

$$PM = \frac{1}{2} \times P - F \text{ interval} \dots \dots \dots (13)$$

Pada RCM II, tabel keputusan mengacu pada diagram keputusan. Diagram menunjukkan empat jenis konsekuensi untuk setiap mode kegagalan: *hidden failure* (H), *safety* (S), *environment* (E), dan *operation* (O). Keluaran yang dapat dikumpulkan dari metode RCM II *Decision Worksheet* merupakan *maintenance task* untuk setiap mode kegagalan. [10]. Setiap pemeliharaan pada dasarnya memiliki dua fungsi utama yaitu pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif [11]. Untuk menentukan tugas pemeliharaan yang paling hemat biaya dalam penelitian ini dengan menerapkan konsep hemat biaya yang memiliki keseimbangan yang baik antara biaya dan konsekuensi kegagalan dan biaya pekerjaan pemeliharaan untuk menghindarinya [12]. Di antara semua jenis tugas pemeliharaan, metode ini memprioritaskan pemeliharaan prediktif atau berbasis kondisi. Jika secara teknis memungkinkan dan menguntungkan secara ekonomi dengan mempertimbangkan konsekuensi kegagalan, tugas prediksi akan dilakukan.

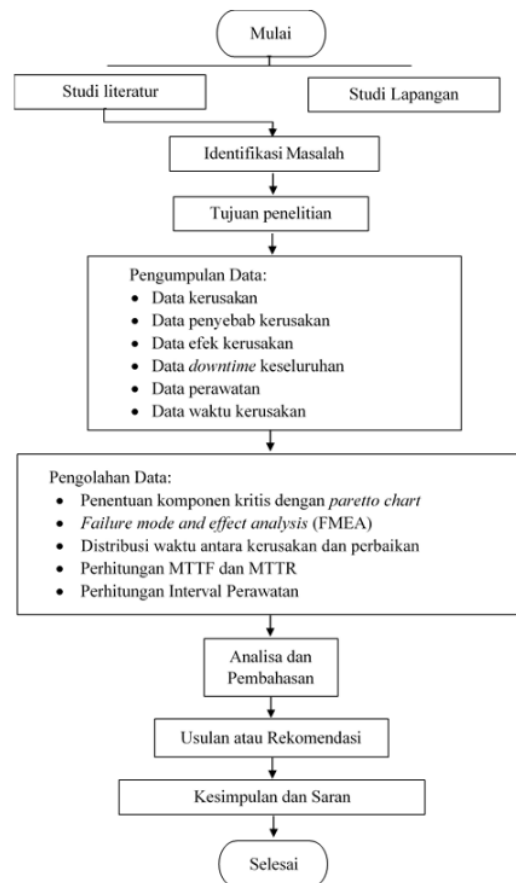
Mesin produksi yang digunakan tentunya memerlukan perawatan yang selanjutnya dapat mempengaruhi hasil produksi yang sesuai standar. Perawatan mesin pada mesin *offset* bertujuan untuk mengurangi kerusakan serta meminimalkan kegagalan saat proses produksi pada bagian mesin yang dapat menyebabkan keterbatasan proses produksi dan kehilangan produksi [13]. Kerusakan suatu alat mesin industri dengan program perawatan preventif yang baik biasanya tidak muncul dalam semalam, namun gejalanya akan semakin parah sebelum rusak (patah). Untuk mendeteksi perubahan kinerja mesin industri, kinerja mesin dicatat selama mesin beroperasi. Berbagai jenis program perawatan dijelaskan sebagai berikut [14]:

1. Pemeliharaan Kerusakan (*Breakdown Maintenance*) adalah perawatan yang dilakukan pada saat mesin atau perangkat bekas mengalami kerusakan, perawatan ini dapat digunakan untuk memperbaiki mesin, dan dapat digunakan sebagai penggantian bagian mesin mana saja yang memerlukan kegiatan perawatan. Kegiatan pemeliharaan ini bisa menimbulkan kerugian yang besar serta waktu *downtime* yang tinggi.
2. Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*) merupakan suatu perawatan yang dilaksanakan saat sebelum terjadi kerusakan pada bagian mana pun dari mesin atau perangkat. Operasi ini dapat menjamin keandalan sebagian atau seluruh komponen mesin yang mengalami kerusakan dan dapat dipercaya dalam hal keamanan operator mesin tersebut.
3. Pemeliharaan Peramalan (*Predictive Maintenance*) merupakan tindakan pemeliharaan berdasarkan hasil pemantauan rutin terhadap mesin atau bagian mesin. Dengan begitu, kehandalan mesin atau suku cadang mesin bisa terjaga.
4. Pemeliharaan Perbaikan (*Corrective Maintenance*) yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan saat kejadian tersebut sudah terjadi dan mengalami kerusakan pada mesin tersebut agar peralatan dan mesin bekerja dengan sempurna.

Salah satu hal yang menjadi aspek penting dalam menentukan keberhasilan serta keberlangsungan industri manufaktur adalah pengelolaan pemeliharaan mesin industri. Untuk mendukung proses produksi yang berkelanjutan, dilakukan pekerjaan pemeliharaan terhadap mesin-mesin produksi untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas kerja serta menjaga kualitas produk yang diproduksi oleh mesin-mesin produksi tersebut. Selain itu, ketersediaan komponen serta perencanaan perawatan komponen mesin juga harus diperhatikan, agar mesin atau sistem yang digunakan dapat bekerja dengan baik dan tidak rusak saat digunakan [15]. Salah satu penerapannya adalah manajemen informasi, yang dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasi manajemen perawatan.

II. METODE

Metode yang digunakan yaitu ada beberapa tahap, yang pertama tahap pengumpulan data, dengan melakukan kegiatan penelitian di lingkungan kerja agar bisa mendapatkan suatu informasi yang banyak terkait dengan permasalahan yang sedang terjadi. Dalam kegiatan ini penulis mempunyai beberapa teknik yaitu, pertama, melakukan wawancara atau berkomunikasi langsung dengan kepala bagian produksi mengenai hal-hal yang berkaitan dengan pokok bahasan yang diteliti, atau langsung dengan karyawan yang berkaitan dengan operasional perusahaan melalui pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan proses produksi, data kerusakan mesin produksi pengemasan setiap bulan. Tanggal yang dikumpulkan dalam penelitian ini berkisar dari November 2021 hingga November 2022. Data primer yaitu waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses produksi mesin dan waktu kerusakan mesin yang perlu dilakukan perbaikan. Data sekunder meliputi profil perusahaan tersebut dan prosedur peralatan yang dilakukan, serta kegiatan pengaturan siste pada suatu mesin, lalu diproses dengan menggunakan metode FMEA dan RCM II. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebab dan akibat cacat, menentukan prosedur dan interval perawatan sesuai tabel keputusan RCM II, dan menentukan interval perawatan (CWCT-02).



Gambar 1. Alur Proses Penyelesaian

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam proses pengolahan data, meliputi :

1. Menentukan kerusakan komponen pada mesin *wire cut* (CWCT-02), dalam menentukan komponen yang mengalami kerusakan dapat menggunakan *pareto chart* yang sesuai dengan data *downtime* dengan mengetahui frekuensi yang paling besar.
2. FMEA adalah metode yang bertujuan untuk menganalisis mode kegagalan yang berbeda dari sistem multi-komponen dan menganalisis pengaruhnya terhadap pengoperasian sistem. FMEA juga menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN), yang mengukur risiko relatif. Hasil RPN dari menganalisis nilai *Severity*,

4. Occurrence dan Detection [16].
3. RCM II *Decision Worksheet* adalah suatu kegiatan yang digunakan untuk menentukan apa saja yang perlu dilakukan untuk memastikan jika semua sumber daya fisik terus dilakukan, dengan diharapkannya pengguna untuk melakukan kegiatan tersebut di bawah kondisi operasi mereka saat.
4. Menentukan distribusi data *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR), untuk menentukan distribusi tersebut setiap komponen kritis harus membuat hipotesis apakah data kerusakan mengikuti distribusi *Weibull*, dikaitkan dengan dimana distribusinya adalah terletak tingkat kesalahan
5. Uji kecocokan distribusi data cacat Kebaikan data TTF dan TTR yang didapatkan digunakan dalam kegiatan pemeriksaan, apakah pola distribusi data yang dicurigai cocok dengan menggunakan model distribusi tertentu untuk diproses lebih lanjut.
6. Perhitungan waktu interval perawatan dapat dihitung berdasarkan parameter dari distribusi interval kesalahan yang sesuai. Agar penggunaan komponen bisa optimal dan tanpa menyebabkan perawatan yang tidak perlu dan kerugian melalui penggantian [8].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan dan perhitungan data untuk mendukung penelitian. Langkah pertama adalah menghitung *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA) yang mana nilai tingkat keparahan, kejadian dan deteksinya atau nilai RPN harus diketahui terlebih dahulu.

Pada kegiatan penentuan interval perawatan dilakukan ketika kerusakan terjadi sebelum waktu yang telah ditentukan. Pergantian komponen dilakukan ketika usia optimal perawatan dihitung dari perawatan pergantian komponen yang terakhir, maka penggunaan komponen selalu optimal dan tidak menyebabkan perawatan yang tidak perlu dan kerugian melalui penggantian. Pada perhitungan FMEA ini memiliki rumus yaitu:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

S = Severity

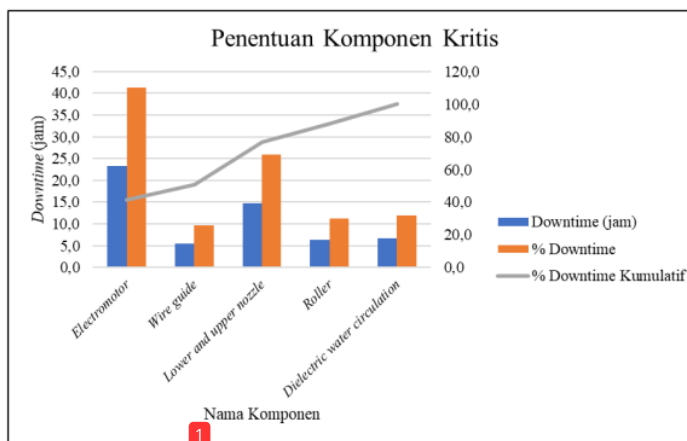
O = Occurance

D = Detection

Selanjutnya untuk mengetahui persentase komponen kritis, maka perlu dilakukan identifikasi terhadap komponen mesin *wire cut* (CWCT-02)

1. Identifikasi Mesin Kritis Dengan Diagram Pareto

Dengan menentukan komponen kritis, komponen yang paling rusak diidentifikasi. Hal ini terlihat dari perhitungan setiap komponen yang paling banyak mengalami kegagalan yang mengakibatkan kerusakan komponen pada mesin *wire cut* (CWCT-02) dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 2. Diagram Pareto Penentuan Komponen Kritis

Dari diagram di atas terlihat komponen *electromotor*, *lower and upper nozzle*, *roller* merupakan komponen yang kritis karena memiliki downtime yang paling besar. Selanjutnya, Anda menentukan FMEA dalam perhitungan ini dengan menggunakan nilai estimasi yang menggambarkan kerusakan mesin selama proses produksi. Berdasarkan analisis FMEA, nilai *Risk Priority Number* (RPN) untuk setiap komponen ditentukan dengan menentukan nilai peringkat tingkat keparahan, kejadian dan deteksi.

Tabel 1. ¹ Failure Modes and Effect Analyze Pada Mesin Wire Cut (CWCT-02)

FMEA Worksheet			SISTEM : OPERASI MESIN WIRE CUT (CWCT-02)								
			SUBSISTEM : MESIN WIRE CUT (CWCT-02)								
Part	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Sev (1-10)	Potential Cause Of Failure	Occ (1-10)	Current Controls	Det (1-10)	RPN		
Electromotor	Motor elektrik		Terjadi kerusakan pada motor	8	Beban tidak normal, fan rusak, body motor kotor	1	Mengontrol kebersihan dan arus listrik	2	16		
		Temperatur stator berlebih	Dielektrik breakdown	6	Beban tidak normal, fan rusak, body motor kotor	3	Pengecekan temperatur pada motor elektrik	3	54		
			Umur pakai mesin berkurang	3	Mesin tidak dapat beroperasi dengan jangka panjang	1	Mengontrol secara terjadwal	1	3		
		Stator ground fault	Dielektrik breakdown	6	Dapat menimbulkan percikan api	2	Dilakukan pengecekan	5	60		
			Terjadinya gagal koneksi	7	Mesin tidak dapat menyala stabil	6	Mengontrol aliran listrik	2	84		
			Kerusakan rotor bar	8	frekuensi slip yang terinduksi kembali ke statonya	3	Mengontrol posisi rotor bar	6	144		
			Kerusakan pada shaft drive	8	Mengakibatkan rotor kesulitan berputar	1	Mengontrol pelumasan	8	64		
			Pergeseran posisi bearing	4	Merusak bagian dalam housing motor	6	Pengecekan rumah bearing terpasang dengan benar	3	72		
			Terjadi kerusakan pada sleeve bearing	4	Perputaran rotor menjadi sangat berat	8	Pengecekan bearing	6	192		
			Adanya percikan api pada rotor	Comulatur damage	8	Mengakibatkan perputaran lemah	1	Pengecekan poros rotor	5	40	
			Terjadi kerusakan pada slip ring	3	Menimbulkan bunyi kasar pada poros	8	Pengecekan posisi ring	3	72		
		TOTAL RPN									801
		Lower and upper nozzle	Nosel atas dan bawah	Electode pin mengeluarkan percikan api	Mengalami aus pada electrode pin	4	Mengakibatkan gesekan yang mengeluarkan percikan api	4	Pengecekan pada electrode pin	8	128
					Electrode pin mengalami kekendoran	4	Timbuhnya getaran pada saat proses cutting	8	Pengecekan pada pemasangan electrode pin	6	192
Contactor kabel kendur	Mengakibatkan baut cepat lepas			4	Menyebabkan magnetic contactor terbakar	8	Pengecekan sebelum mesin beroperasi	3	96		
Tekanan air pada housing nozzle tidak stabil	Umur pakai mesin berkurang			2	Mesin tidak dapat beroperasi dengan jangka panjang	1	Mengontrol secara terjadwal	1	2		
	Mengakibatkan nozzle pecah			5	Proses cutting menjadi kasar dan tidak terpotong dengan sempurna	4	Pengecekan pada tekanan air	3	60		
Contact fit buntu	Mengalami kerusakan pada contact fit			4	Menyebabkan macet pada aliran air	5	Pengecekan pada lubang contact fit	4	80		
TOTAL RPN									558		
Roller	Rol penggerak	Vibrasi kasar pada bearing	Mengalami kerusakan pada bearing	6	Poros pada roll penggerak menjadi tidak stabil	4	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	3	72		
			Posisi bearing mengalami pergeseran	3	Mengakibatkan body frame tergerus atau kecet	6	Pengecekan posisi bearing pada rol penggerak	4	72		
		Vibrasi kasar pada gear	Mengalami kerusakan pada gigi gear penggerak	8	Rol penggerak tidak dapat beroperasi dan mengalami selip	2	Pengecekan pada gear penggerak	4	64		
			Posisi gear mengalami pergeseran	3	Mengakibatkan gigi gear cepat aus	1	Pengecekan posisi gear dipastikan benar	3	9		
	Vibrasi kasar pada shaft	Terjadi kerusakan pada shaft	8	Mengakibatkan shaft penggerak sulit berputar	4	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	3	96			
TOTAL RPN									313		

Dari tabel FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), terlihat total RPN tertinggi terdapat pada tiga komponen yaitu (motor elektrik) dengan nilai RPN sebesar 809, *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah) dengan RPN sebesar 558, dan *Roll* (rol penggerak) dengan nilai RPN sebesar 313. Hasil dari perhitungan FMEA diatas akan dilakukan kegiatan tindakan perawatan dengan menggunakan metode RCM II.

2. Reliability Centered Maintenance (RCM) II Decision Worksheet

Reliability Centered Maintenance (RCM) II Decision Worksheet digunakan untuk menemukan jenis tugas pemeliharaan (assignment) yang tepat yang memiliki potensi untuk mengatasi setiap mode kegagalan. Kerusakan pada Mesin *wire cut* (CWCT-02) akan menyebabkan produksi terhenti, mempengaruhi objek sasaran sehingga mengakibatkan kerugian pada usaha. Pada tabel 2 menunjukkan tabel keputusan RCM II untuk komponen kritis.

Tabel 2. RCM II Decision Worksheet.

RCM II Decision Worksheet			SISTEM : OPERASI MESIN WIRE CUT (CWCT-02)			Facilitator :	Date :	
			SUBSISTEM : MESIN WIRE CUT (CWCT-02)			Auditor :	Year :	
No	Komponen	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect Of Failure	Potential Cause Of Failure	Konsekuensi kegagalan	Tindakan yang Diberikan	Tindakan Perawatan yang Dilakukan
1	Electro motor	Motor elektrik sumber penggerak utama	Temperatur stator berlebih	Beban tidak normal, fan rusak, body motor kotor	Mengontrol kebersihan dan arus listrik	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Komponen
				Beban tidak normal, fan rusak, body motor kotor	Pengecekan temperatur pada motor elektrik	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Komponen
				Mesin tidak dapat beroperasi dengan jangka panjang	Mengontrol secara terjadwal	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Pemulihan Komponen
			Stator ground fault	Dapat menimbulkan percikan api	Dilakukan pengecekan	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Pemulihan Komponen
				Mesin tidak dapat menyala dengan stabil	Mengontrol aliran listrik stabil	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Kondisi Komponen
				Menimbulkan frekuensi slip yang terinduksi kembali ke statornya	Mengontrol posisi rotor bar terpasang dengan baik	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Kondisi Komponen
			Vibrasi rotor kasar	Mengakibatkan rotor kesulitan berputar	Mengontrol pelumasan	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Penggantian Komponen
				Merusak bagian dalam housing motor	Pengecekan rumah bearing terpasang dengan benar	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Komponen
			Adanya percikan api pada rotor	Perputaran rotor menjadi sangat berat	Pengecekan bearing apakah sudah waktunya ganti	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Penggantian Komponen
				Mengakibatkan perputaran rotor lemah	Pengecekan pada poros rotor	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Penggantian Komponen
2	Lower and upper nozzle	Nosel atas dan bawah pada bagian wire cut	Electode pin mengeluarkan percikan api	Mengakibatkan gesekan yang mengeluarkan percikan api	Pengecekan pada electrode pin	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Pemulihan Komponen
				Timbulnya getaran pada saat proses cutting	Pengecekan pada pemasangan electrode pin	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Komponen

		Contactor kabel kendur	Menyebabkan <i>magnetic</i> contactor terbakar	Pengecekan sebelum mesin beroperasi	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Pemulihan Komponen
3	Roller	Rol penggerak untuk rel perputaran kawat	Vibrasi kasar pada bearing	Poros pada roll penggerak menjadi tidak stabil	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Kondisi Komponen
			Vibrasi kasar pada gear	Mengakibatkan body frame tergerus atau lecet	Pengecekan posisi bearing pada rol penggerak	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Penggantian Komponen
			Vibrasi kasar pada shaft	Rol penggerak tidak dapat beroperasi dan mengalami selip	Pengecekan pada gear penggerak	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Komponen
				Mengakibatkan gigi gear cepat aus	Pengecekan posisi gear dipastikan benar	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Pemulihan Komponen
			Mengakibatkan shaft penggerak sulit berputar	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Pemulihan Komponen

3. **Perhitungan Waktu Kerusakan (TTF) dan Perhitungan Waktu Perbaikan Kerusakan (TTR)**
Perhitungan (TTF) dan *Time To Repair* (TTR). Pada tahap ini, waktu perbaikan kerusakan adalah jumlah waktu dari proses kerusakan melalui perbaikan hingga berulangnya kerusakan. Untuk menghitung downtime antara 29 Desember 2021 dan 12 April 2022, berlaku skema kerusakan *electromotor* (motor listrik):

- Tanggal 29 Desember 2021, interval antara kerusakan akhir pada jam 14:18 sampai dengan jam akhir kerja jam 16:30 yaitu 2,20 jam. Apabila kerusakan akhir terjadi sebelum pukul 12:00 maka dikurangi 1 jam yaitu jam istirahat mesin dan pekerja.
- Tanggal 12 April 2022, terjadi kerusakan pada pukul 08:12, sehingga antara jam 7:30 sampai 10:12 terdapat selang 2,70 jam. Apabila kerusakan terjadi sesudah pukul 12:00 maka dikurangi 1 jam yaitu jam istirahat mesin dan pekerja.
- Tanggal 29 Desember 2021 sampai dengan 12 April 2022, jumlah hari kerja sebanyak 71 hari kerja atau sama dengan 71 hari kerja x 8 jam kerja/hari = 568 jam.
- Sehingga selang waktu antar kerusakan pada tanggal 29 Desember 2021 sampai dengan 12 April 2022 adalah $568 + 2,20 + 2,70 = 572,90$ jam.

Hasil perhitungan selang waktu kerusakan (*Time to Failure*) untuk jadwal kerusakan *Electromotor* (motor listrik) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan TTF dan TTR Komponen *Electromotor* (motor elektrik)

<i>Electromotor</i> (motor elektrik)								
No	Tanggal	Jam Awal Kerusakan	Jam Akhir Kerusakan	TTR (jam)	Waktu Akhir Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Waktu Awal Kerusakan - Waktu Akhir Rusak (jam)	Hari (jam)	TTF (jam)
1	29/12/2021	09:05	14:18	5,22	-	-	-	-
2	12/04/2022	10:12	16:03	5,85	2,20	2,70	568	572,90
3	25/07/2022	09:45	16:05	6,33	0,45	2,25	520	522,70
4	29/09/2022	07:35	13:28	5,88	0,42	0,08	376	376,50

4. Perhitungan Distribusi Untuk Selang Waktu Kerusakan (*Time To Failure*)

Untuk menentukan distribusi yang tepat untuk data TTF, perhitungan *indeks* yang sesuai dilakukan pada masing-masing distribusi tersebut. Pemilihan distribusi didasarkan pada *indeks* nilai kecocokan tertinggi dari masing-masing komponen. Langkah-langkah perhitungan kurva kuadrat terkecil yang cocok untuk setiap distribusi adalah sebagai berikut.

- Distribusi *Weibull*

menghitung nilai *index of fit* dengan mengetahui hasil *least square curve fitting* komponen *Electromotor* (motor elektrik) pada penentuan distribusi *weibull* dengan menggunakan perhitungan manual. Rumus perhitungan dapat dijelaskan dibawah ini.

$$xi = ti$$

$$F(ti) = \frac{i-0,3}{n+0,4} = \frac{1-0,3}{3+0,4} = 0,21$$

$$yi = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1-F(ti)} \right] \right] = -1,47$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n xi \cdot yi - (\sum_{i=1}^n xi)(\sum_{i=1}^n yi)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2] [n \sum_{i=1}^n yi^2 - (\sum_{i=1}^n yi)^2]}}$$

$$= \frac{3(-8,09) - (18,54)(-1,38)}{\sqrt{[3 \cdot 114,68 - (18,54)^2] [3 \cdot 2,50 - (18,54)^2]}}$$

$$= \frac{1,24}{1,28} = 0,97$$

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa indeks kecocokan (r) komponen motor listrik (*electric motor*) pada distribusi *Weibull* adalah 0,97. Hasil berikut tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4. *Least Square Curve Fitting* Komponen *Electromotor* (motor elektrik) Untuk Distribusi *Weibull*

Electromotor (motor elektrik)							
i	ti (jam)	xi = ln ti	F(ti)	yi	xi * yi	xi ²	yi ²
1	376,50	5,93	0,21	-1,47	-8,70	35,18	2,15
2	522,70	6,26	0,50	-0,37	-2,29	39,18	0,13
3	572,90	6,35	0,79	0,46	2,91	40,33	0,21
Total	1472,10	18,54		-1,38	-8,09	114,68	2,50
Index of fit					0,97		

Hasil perhitungan *Least Square Curve Fitting* terkecil untuk setiap distribusi dari ketiga komponen yang mengandung *index of fit* diperoleh sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan *Index Of Fit* untuk TTF

Index Of Fit			
Nama Komponen	Distribusi Exponential	Distribusi Lognormal	Distribusi Weibull
<i>Electromotor</i> (motor elektrik)	-0,90	-0,90	0,97
<i>Lower and upper nozzle</i> (nosel atas dan bawah)	-0,997	-0,99	1,00
<i>Roller</i> (rol penggerak)	-1,00	-0,91	1,00

Setelah didapatkan nilai *index of fit* dari setiap distribusi untuk komponen *Electromotor* (motor elektrik), *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah), dan *Roller* (rol penggerak), maka harus diuji dulu kesesuaian datanya. Pengujian yang digunakan adalah uji *Mann's test*, $\alpha = 0,05$ dalam tahap penentuan distribusi *weibull*. Perhitungan distribusi ini menggunakan uji *goodness of fit test* untuk tiap komponen adalah sebagai berikut :

a. *Electromotor* (motor elektrik) (Distribusi *Weibull*)

Index of fit terbesar diperoleh pada komponen *Electromotor* (motor elektrik) yaitu berdasarkan distribusi *weibull*, maka uji kesesuaian yang digunakan adalah *Mann's test*.

H_0 : Data berdistribusi *weibull*

H_1 : Data tidak berdistribusi *weibull*

Taraf nyata $\alpha = 0,05$

Wilayah kritis : tolak H_0 bila $M > F_{crit}$

Dengan menggunakan tabel distribusi F, Untuk $V_1 = 3$; $V_2 = 2$; $\alpha = 0,05$; maka $F_{crit} = 2,95$

$$k_1 = \frac{r}{2} = \frac{3}{2} = 1,5 ; k_2 = \frac{r-1}{2} = \frac{3-1}{2} = 1$$

$$Z_i = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{i-0,5}{n+0,25} \right) \right] = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1-0,5}{3+0,25} \right) \right] = -1,79$$

$$M_i = Z_2 - Z_1 = -0,48 - (-1,79) = 1,31$$

$$\ln(t_2) - \ln(t_1) = 6,26 - 5,93 = 0,054$$

$$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} = \frac{0,054}{1,31} = 0,041$$

$$M = \frac{k_1 \sum_{i=k_1+1}^{r-1} \frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i}}{k_2 \sum_{i=k_1+1}^{r-1} \frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i}} = \frac{(1,5)(16,65)}{1(16,65)} = 1,50$$

1 Karena $M (1,50) < F_{\text{crit}} 0,05 (2,95)$, maka dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi *weibull*.

Tabel 6. Uji Mann's Pada Electromotor (motor elektrik) Berdistribusi Weibull

Electromotor (motor elektrik)							
i	ti (jam)	ln(ti)	Zi	Mi	ln(t(i+1))- ln(ti)	(ln(t(i+1)) - ln(ti)) / Mi	M
1	376,50	5,93	-1,79	1,31	0,054	0,041	1,50
2	522,70	6,26	-0,48	0,86	0,015	0,017	
3	572,90	6,35	0,38	0,38	6,35	16,592	
k1	1,5					16,650	
k2	1						

11 Setelah dilakukan uji *goodness of fit test*, perhitungan selanjutnya yaitu perhitungan parameter. Perhitungan parameter untuk *time to repair* pada komponen *Electromotor* (motor elektrik) yang berdistribusi *weibull*, *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah) berdistribusi eksponensial, *Roller* (rol penggerak) yang berdistribusi eksponensial menggunakan rumus sebagai berikut :

a. *Electromotor* (motor elektrik) (Distribusi Weibull)
Perhitungan intersep (a), gradient (b), parameter bentuk (α), dan parameter skala (β)

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$$

$$= \frac{3(-8,09) - (18,54)(-1,38)}{3.114,68 - (18,54)^2} = 4,26$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -0,46 - (4,26 \cdot 6,18) = -26,78$$

$$\alpha = b = 4,26$$

$$\beta = e^{-(a/b)} = 2,718^{(6,29)} = 537,68 \text{ jam}$$

5. Perhitungan Mean Time To Failure (MTTF) dan Mean Time To Repair (MTTR)

Perhitungan parameter tahap selanjutnya yaitu, melakukan perhitungan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR) pada komponen *Electromotor* (motor elektrik), *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah) dan *Roller* (rol penggerak) sesuai dengan distribusi masing-masing dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

a. *Electromotor* (motor elektrik)

$$\text{MTTF} = \beta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = 537,68 \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{4,26}\right) = 537,68 (0,91075) = 489,69 \text{ jam}$$

$$\text{MTTR} = \beta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = 318,90 \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{1,38}\right) = 318,90 (0,91258) = 291,02 \text{ jam}$$

b. *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah)

$$\text{MTTF} = \beta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = 432,06 \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{0,94}\right) = 432,06 (1,03164) = 445,73 \text{ jam}$$

$$\text{MTTR} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,27} = 3,67 \text{ jam}$$

c. *Roller* (rol penggerak)

$$\text{MTTF} = \beta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) = 456,44 \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{30,05}\right) = 456,44 (0,98355) = 448,93 \text{ jam}$$

$$\text{MTTR} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,26} = 3,81 \text{ jam}$$

6. Penentuan Interval Perawatan Komponen

2 Dalam menentukan interval waktu perawatan komponen *Electromotor* (motor elektrik), dapat dilakukan dengan tahap-tahap berikut ini :

- a. Rata-rata jam kerja per bulan
 Hari kerja per bulan = 22 hari
 Jam kerja tiap hari = 8 jam
 Rata-rata jam kerja per bulan = $22 \times 8 = 176$ jam
- b. Jumlah kerusakan
 Jumlah kerusakan selama 1 tahun = 4 kali
- c. Waktu rata-rata perbaikan

$$\frac{i}{\mu} = \frac{MTTR}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}} = \frac{291,02}{176} = 1,65$$

$$\mu = \frac{1}{1/\mu} = \frac{1}{1,65} = 0,6$$
- d. Waktu rata-rata pemeriksaan
 Rata-rata 1 kali pemeriksaan = 45 menit = 0,75 jam

$$\frac{1}{i} = \frac{\text{Rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{rata-rata jam kerja per bulan}} = \frac{0,75}{176} = 0,004$$

$$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0,004} = 250$$
- e. Rata - rata kerusakan

$$k = \frac{\text{jumlah kerusakan per 1 tahun}}{22} = \frac{4}{22} = 0,18$$
- f. Frekuensi kerusakan

$$n = \sqrt{\frac{k \times i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0,18 \times 250}{0,6}} = 8,66$$
- g. Interval waktu pemeriksaan

$$ii = \frac{\text{rata-rata jam kerja per bulan}}{n} = \frac{176}{8,66} = 20,32 \text{ jam}$$

Dari hasil perhitungan interval perawatan, tindakan yang harus dilakukan pada setiap komponen yang sering rusak tercantum dalam Tabel 7, yang menguraikan tindakan perawatan dan interval perawatan menjadi lebih optimal.

Tabel 7. Kegiatan Perawatan dan Interval Perawatan yang Optimal.

Nama Mesin	Komponen Kritis	Jenis Kerusakan	Kegiatan Perawatan	Interval Perawatan (Jam)
02) Mesin Wire Cut (CWCT-02)	Electromotor (motor elektrik)	Temperatur stator berlebih	Schedule Restoration Task	20
		Stator ground fault	Schedule Restoration Task	
		Vibrasi rotor kasar	Schedule Discard Task	
		Adanya percikan api pada rotor	Schedule Discard Task	
		Electode pin mengeluarkan percikan api	Schedule Restoration Task	
	Lower and upper nozzle (nosel atas dan bawah)	Contactora kabel kendur	Schedule Restoration Task	181
		Tekanan air pada housing nozzle tidak stabil	Schedule Restoration Task	
		Contact fit buntu	Schedule Discard Task	

	Vibrasi kasar pada bearing	<i>Schedule Discard Task</i>	
<i>Roller (rol penggerak)</i>	Vibrasi kasar pada gear	<i>Schedule Restoration Task</i>	177
	Vibrasi kasar pada shaft	<i>Schedule Restoration Task</i>	

Dari hasil perhitungan di atas, diperoleh hasil komponen *Electromotor* (motor listrik) dalam interval perawatan 20 jam merupakan operasi perawatan berkala, yang membutuhkan operasi perawatan berkala untuk mengurangi kemacetan produksi. Untuk komponen *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah), tugas pelepasan terjadwal dilakukan pada interval perawatan 181 jam, di mana penggantian komponen harus diperiksa sesuai dengan masa pakai komponen yang akan digunakan. mampu mengendalikan proses produksi secara optimal. Komponen *roller* (rol penggerak) yang memiliki interval servis 177 jam memerlukan perawatan terjadwal untuk mengurangi gangguan produksi. Meningkatkan efisiensi dan meningkatkan efisiensi dalam produksi.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa penyebab kegagalan pada mesin *wire cut* (CWCT-02) yang terdiri dari 3 komponen (*electromotor*, *lower and upper nozzle* dan *roller*) yaitu ketidaksesuaian proses perawatan dengan jadwal yang telah ditentukan oleh perusahaan. Interval perawatan yang didapatkan pada perhitungan di atas yaitu pada komponen *electromotor* (motor elektrik) dengan interval perawatan 20 jam, untuk komponen *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah) dengan interval perawatan 181 jam, dan untuk komponen *Roller* (rol penggerak) dengan interval waktu perawatan 177 jam.

Kegiatan perawatan yang dapat dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan pada ketiga (*electromotor*, *lower and upper nozzle* dan *roller*) yaitu dengan dilakukannya *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task*. Komponen yang memerlukan tindakan perawatan secara terjadwal bertujuan untuk dapat mengurangi kemacetan produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih diucapkan sebesar-besarnya kepada *staff* dan karyawan bagian PPIC PT. Weiss Tech yang telah bersedia memberikan izin serta memberikan data untuk melakukan penelitian di lokasi tersebut. Bapak/ibu dosen yang telah memberikan bimbingan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik serta semua pihak yang terlibat dalam selesainya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] P. F. Ferdinant, A. Mardiana, and A. I. S. M, "Usulan Peningkatan Keandalan Mesin Pulverizer Berbasis Redundansi Standby System," *Tek. Mesin dan Ind. FT UGM*, vol. 1, no. 1, pp. 36–42, 2020.
- [2] E. Nursanti, S. Avief, Sibut, and M. Kertaningtyas, *Maintenance Capacity Planning*. 2019.
- [3] I. B. O. Ria, E. Nursanti, and H. Galuh, "PERENCANAAN PEMELIHARAAN MESIN BOILER FEED PUMP MENGGUNAKAN METODE MARKOV CHAIN," *Valtech*, vol. 4, no. 2, pp. 226–237, 2021.
- [4] A. D. Susanto and H. H. Azwir, "Perencanaan Perawatan Pada Unit Kompresor Tipe Screw," *Ilm. Tek. Ind. lebih*, vol. 17, no. 1, pp. 21–35, 2018, doi: 10.23917/jiti.v17i1.5380.
- [5] A. Mutaufiq and I. Aisyah, "PENGARUH PERENCANAAN BAHAN BAKU DAN PEMELIHARAAN MESIN TERHADAP EFEKTIFITAS PROSES PRODUKSI (SURVEI TERHADAP PERUSAHAAN MANUFAKTUR DI KAWASAN INDUSTRI JABABEKA CIKARANG) Ali," *Ekon. dan Bisnis*, vol. 1, no. 1, pp. 48–60, 2021.
- [6] D. P. Sari and M. F. Ridho, "EVALUASI MANAJEMEN PERAWATAN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II PADA MESIN BLOWING I DI PLANT I PT . PISMA PUTRA TEXTILE," *Tek. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 73–80, 2016.
- [7] B. I. Putra, "EVALUASI MANAJEMEN PERAWATAN DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II)," *TEKNOLOGIA*, vol. 5, no. 1, pp. 59–66, 2010.
- [8] R. Simbolon, D. Simbolon, and P. J. Ginting, "PERANCANGAN INTERVAL PERAWATAN MESIN SECARA PREVENTIVE MAINTENANCE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM

- II) Roganda Simbolon , Doarjo Simbolon dan Paris Johannes Ginting Teknik Industri Univ,," *Indones. Sos. Teknol.*, vol. 1, no. 3, pp. 210–221, 2020.
- [9] D. S. Dhamayanti, J. Alhilman, and N. Athari, "USULAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA MESIN KOMORI LS440 (RCM II) DAN RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DI PT ABC," *Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 31–37, 2016.
- [10] D. Wibowo and N. Kurniati, "Penentuan Strategi Pemeliharaan Forklift Menggunakan Metode RCM II," *Tek. ITS*, vol. 8, no. 2, pp. 26–31, 2019.
- [11] D. Sartika, Asgadi, and Syamsuddin, "ANALISIS PEMELIHARAAN MESIN CCO (CRUDE COCONUT OIL) STUDI KASUS PADA PT . SPO AGRO RESOURCES," *IlmuManajemen Univ. Tadulako*, vol. 6, no. 1, pp. 10–19, 2020.
- [12] F. Vera-García, J. A. P. Rubio, J. H. Grau, and D. A. Hernández, "Improvements of a failure database for marine diesel engines using the RCM and simulations," *Energies*, vol. 13, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.3390/en13010104.
- [13] H. Santoso, W. Sriyanto, and H. N. Sukma, "PELATIHAN PENINGKATAN SKILL TEKNISI LAB MESIN OFSET , GURU DAN SISWA DALAM MERAWAT DAN," *Politek. Negeri Media Kreat.*, vol. 1, no. 1, pp. 111–116, 2022.
- [14] I. Zein, D. Mulyati, and I. Saputra, "Perencanaan Perawatan Mesin Kompresor Pada PT . Es Muda Perkasa Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)," *Serambi Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 383–391, 2019.
- [15] A. Damuri and D. Pernata, "Perancangan Sistem Informasi Perawatan Mold Dan Mesin Injection Molding Pada PT Hirose Electric Indonesia Menggunakan," *Ilm. MIKA AMIK Al Muslim*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [16] I. P. Raharja, I. B. Suardika, and H. G. W, "ANALISIS SISTEM PERAWATAN MESIN BUBUT MENGGUNAKAN METODE RCM (RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE) DI CV. JAYA PERKASA TEKNIK," *Tek. Ind. ITN Malang*, vol. 2019, no. September 2019, pp. 39–48, 2021.

Artikel_Submit_Acopen_Wahyu___ok.pdf

ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

17%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	eprints.umsida.ac.id Internet Source	6%
2	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	3%
3	ojs.umsida.ac.id Internet Source	1%
4	pdfs.semanticscholar.org Internet Source	1%
5	jist.publikasiindonesia.id Internet Source	1%
6	text-id.123dok.com Internet Source	1%
7	es.scribd.com Internet Source	1%
8	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	1%
9	jurnal.uisu.ac.id Internet Source	1%

10 Submitted to Universitas Muhammadiyah
Sidoarjo 1 %
Student Paper

11 123dok.com 1 %
Internet Source

12 jurnal.unej.ac.id 1 %
Internet Source

13 jurnal.unismabekasi.ac.id 1 %
Internet Source

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On