Volume 1 Number 1 March 2024
E-ISSN: 3047-4337

https://journal.antispublisher.com/index.php/IPTEKS

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 Nugroho
Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Tedjo Sukmono
thedjoss@umsida.ac.id
Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

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.

INTRODUCTION

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 (e*ngineering*) 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.

Penyelesaian permasalahan dengan menggunakan metode RCM II ini terdiri dari beberapa tahapan yang harus dilakukan yaitu melakukan pengumpulan data. Data yang harus dikumpulkan antara lain yaitu data kerusakan mesin, data penyebab kerusakan mesin, data efek dari kerusakan mesin dan data lainnya yang diperlukan dalam melakukan perhitungan ini. Setelah data didapakan, langkah selanjutnya yaitu pengolahan data. Pengolahan data ini merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan agar hasil dari perhitungan dapat sesuai dengan apa yang diharapkan. Langkah pertama yang harus dilakukan yaitu dengan melakukan perhitungan komponen kristis. Perhitungan komponen kritis ini dilakukan untuk menentukan *donwtime* suatu mesin. Semakin tinggi nilai *downtime* suatu mesin maka dapat dikatakan komponen tersebut kritis. Perhitungan komponen ini dilakukan dengan menggunakan diagram pareto. Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan FMEA. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui jenis kegagalan dari suatu mesin. Dalam metode ini juga dilakukan perhitungan RPN (*Risk Priority Number*) untuk mengetahui tingkatan kegagalan dari suatu mesin.

Langkah selanjutnya yang dapat diakukan yaitu dengan melakuan perhitungan 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].

$a = \bar{y} - b\bar{x}$ ……..(1)

$b = \frac{\boldsymbol{n\sum_{i=1}^{n} xi.yi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}}{\boldsymbol{n\sum_{i=1}^{n} xi - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2}}$ ……..(2)

Berikut perhitungan parameter α dan β:

α = b ……..(3)

$\beta = e^{-(\frac{a}{b})}$ ……(4)

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

Setelah dilakukan penentuan parameter maka dilakuakan 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*

Waktu kegagalan komponen adalah T yang mengikuti distribusi *Weibull* dengan 3 parameter β, η, γ [7].

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

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

Dengan perhitungan fungsi keandaannya:

$R(t) = e^{-(\frac{t-y}{n})^{\beta}}$ ……(7)

Dimana Γ(x) adalah fungsi *gamma*:

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

b. Distribusi Log Normal

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

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

Dengan fungsi keandaannya:

$R(t) = 1 - \phi(\frac{1}{s} ln \frac{t}{t_{med}})$ ……(10)

c. Distribusi Eksponential

Jika waktu kegagalan komponen dibagi dengan parameter λ. Berarti waktu kegagalan distribusi eksponensial [7]:

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

Dan fungsi keandalannya:

$R(t) = e^{-\lambda t}$ …… ……(12)

Langkah yang dapat diakukan setelah melakukan perhitungan MTTR dan MTTF yaitu melakukan perhitungan intervalperawatan. 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 teresebut mecapai 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]:

$$PM = \frac{1}{2} \mathrm{x}\, P - F\ interval \quad \text{.....(13)}$$

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.

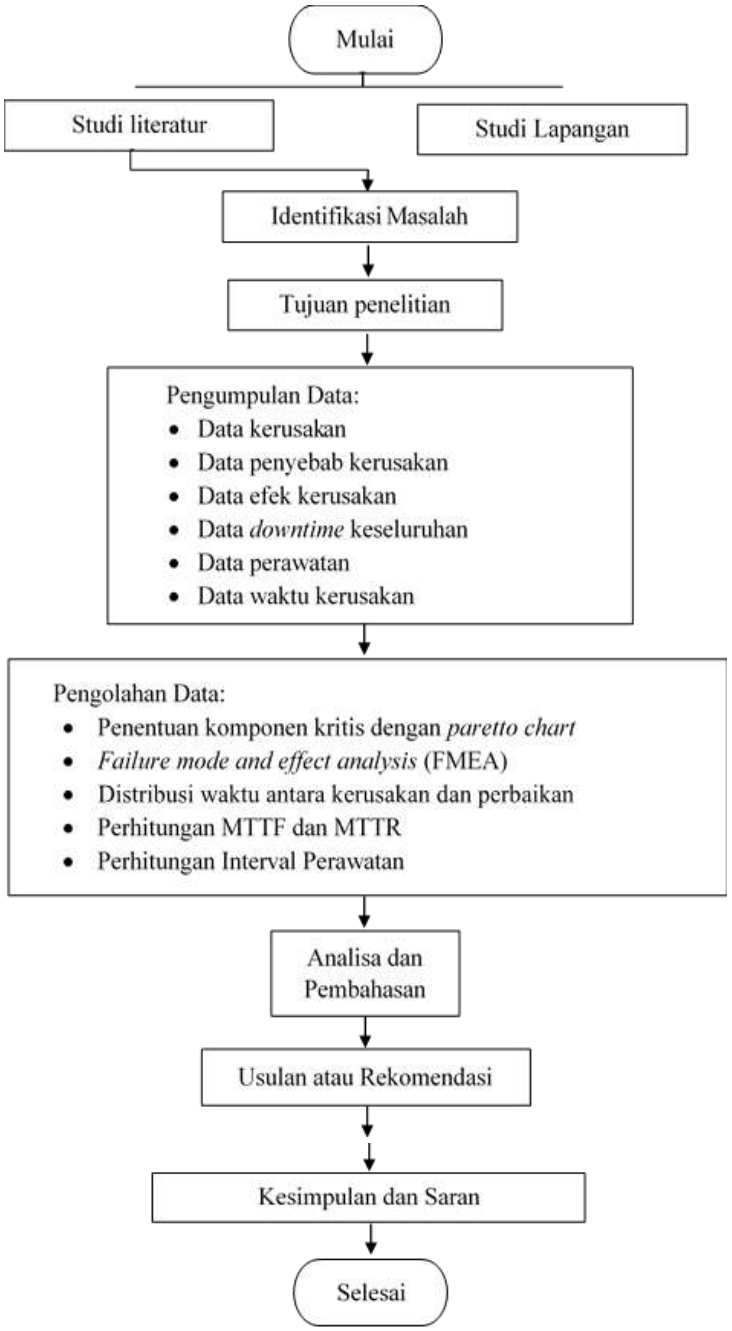
3. Pemeliharaan Peramalan (*Predictive Maintenance*) merupakan tindakan pemeliharaan berdasarkan hasil pemantauan rutin terhadap mesin atau bagian mesin. Dengan begitu, kehandalan mesin atau suku cadang mesin bisa terjaga.
4. Pemeliharaan Perbaikan (*Corrective Maintenance*) yaitu kegiatan perawatan 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.

METHOD

Metode yang digunakan yaitu ada beberapa tahap, yang pertama tahap pengumpulan data, dengan melakukan kegiatan penelitian di lingkungan kerja agar bisa mendapatkan suaitu informasi yang banyak terkai dengan permasakahana 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. Menetukan 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 mengalikan nilai *Severity, 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 melakukankegiatan 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].

RESULT AND DISCUSSION

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 x O x D*..... (1)

Keterangan:

S = *Severity*

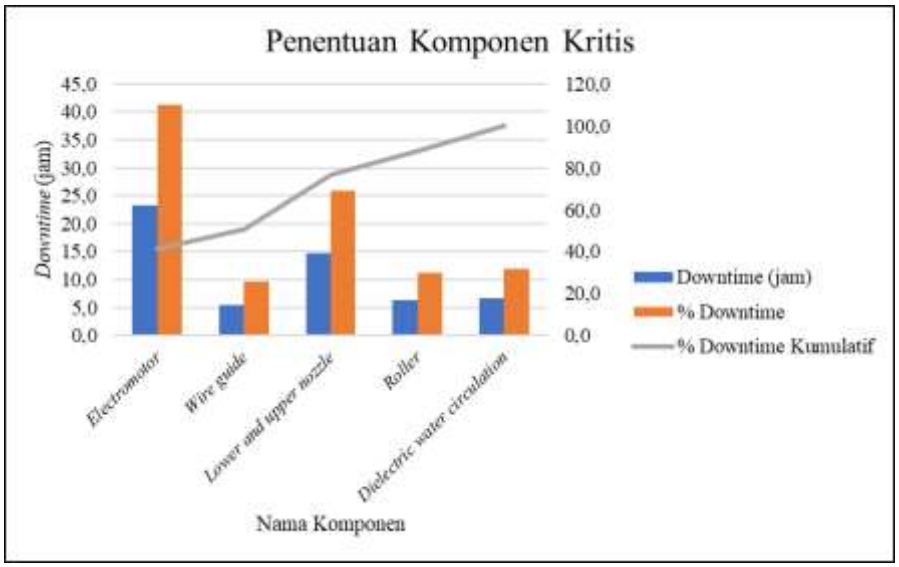
O = *Occurance*

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 Penetuan 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. *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	Temperatur stator berlebih	Terjadi kerusakan pada motor	8	Beban tidak normal, fan rusak, *body* motor kotor	1	Mengontrol kebersihan dan arus listrik	2	16
			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 sebelum menyealakan mesin	5	60
			Terjadinya gagal koneksi	7	Mesin tidak dapat menyala dengan stabil	6	Mengontrol aliran listrik apakah sudah stabil	2	84
		Vibrasi rotor kasar	Kerusakan rotor bar	8	Menimbulkan frekuensi slip yang terinduksi kembali ke statornya	3	Mengontrol posisi rotor bar terpasang dengan baik	6	144
			Kerusakan pada *shaft drive*	8	Mengakibatkan rotor kesulitan berputar	1	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	8	64

			Pergeseran posisi *bearing*	4	Merusak bagian dalam *housing* motor	6	Pengecekan rumah *bearing* terpasang dengan benar	3	72
			Terjadi kerusakan pada s*leeve bearing*	4	Perputaran rotor menjadi sangat berat	8	Pengecekan bearing apakah sudah waktunya ganti	6	192
		Adanya percikan api pada rotor	*Comulator damage*	8	Mengakibatkan perputaran rotor lemah	1	Pengecekan pada poros rotor	5	40
			Terjadi kerusakan pada *slip ring*	3	Menimbulkan bunyi kasar pada poros	8	Pengecekan posisi ring sudah benar di posisinya	3	72
				TOTAL RPN					**801**
		Wire guide keriting	Bagian dalam pipa kotor	3	Mengakibatkan hasil *cutting* tidak sempurna	2	Mengontrol *wire guide* pada bagian dalam pipa	3	18
			mengalami aus pada *roller idler*	3	Terjadinya gesekan yang mesin lambat	4	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	2	24
		Pipe wire tersumbat & bocor	Bagian dalam pipa kotor	6	Mengakibatkan *wire* cepat putus	4	Mengontrol bagian dalam pipa *wire*	2	48
Wire guide	Kawat pengarah		pisau pemotong aus	4	Proses *cutting* menjadi lambat	4	Pengecekan pada pisau *cutting*	1	16
		Kawat pemotong tumpul	Terjadi eror pada *photo sensor*	2	Program yang telah disusun menjadi tidak terarah	1	Dilakukan proses kalibrasi ulang pada sensor	2	4
			Umur pakai mesin berkurang	2	Mesin tidak dapat beroperasi dengan jangka panjang	1	Mengontrol secara terjadwal	1	2
				TOTAL RPN					**112**
		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	Timbulnya getaran pada saat proses *cutting*	8	Pengecekan pada pemasangan *electrode* pin	6	192
		Contactor kabel kendor	Mengakibatkan baut cepat lepas	4	Menyebabkan *magnnetic contactor* terbakar	8	Pengecekan sebelum mesin beroperasi	3	96
Lower and upper nozzle	Nosel atas dan bawah		Umur pakai mesin berkurang	2	Mesin tidak dapat beroperasi dengan jangka panjang	1	Mengontrol secara terjadwal	1	2
		Tekanan air pada *housing nozzle* tidak stabil	Mengakibatkan *nozzle* pecah	5	Proses *cuting* 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 lecet	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 keruskan pada *shaft*	8	Mengakibatkan *shaft* penggerak sulit berputar	4	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	3	96
				TOTAL RPN						**313**
			Resistifitas pada resin tidak normal	Mengakibatkan saluran air menjadi kotor	6	Dapat menyumbat proses keluarnya air	2	Pengecekan pada sirkulasi air	2	24
			Filter air menjadi keruh	Filter mengalami kebocoran	5	Mengakibatkan gagalnya proses penyaringan	2	Pengecekan pada filter air	4	40
Dielecrik water circulation	sirkulasi air dielektrik			Mengakibatkan saluran air menjadi kotor	3	Mengakibatkan saluran air tersumbat	3	Mengontrol jadwal pembersihan filter	2	18
				Mengaami keruakan pada *chiller*	5	Mengakibatkan kerusakan dalam sistem operasi	3	Mengontrol suhu pada sirkulasi air	6	90
			Suhu air pada *chiller* berlebihan	mengalami kerusakan pada *photo sensor*	3	Tidak dapat mendeteksi tinggi rendahnya suhu air	1	Dilakukan proses kalibrasi ulang pada sensor	2	6
				TOTAL RPN						**178**

Dari tabel FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), terlihat total RPN tertinggi terdapat pada tiga komponen yaitu (motor elektrik) dengan nilai RPN sebesar 801, *Lower and upper nozzle* (nosel atas dan bawah) dengan RPN sebesar 558, dan *Roll* (rol penggerak) dengan nilai RPN sebesar 313. Hadil 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)** **SUBSISTEM : MESIN *WIRE CUT* (CWCT-02)**			***Facilitator :*** ***Auditor :***		***Date :*** ***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	Temperatur stator berlebih	Beban tidak normal, fan rusak, *body* motor kotor	Mengontrol kebersihan dan arus listrik	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Komponen

		penggerak utama		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
				Perputaran rotor menjadi sangat berat	Pengecekan bearing apakah sudah waktunya ganti	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Penggantian Komponen
			Adanya percikan api pada rotor	Mengakibatkan perputaran rotor lemah	Pengecekan pada poros rotor	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Penggantian Komponen
				Menimbulkan bunyi kasar pada poros	Pengecekan posisi ring sudah benar	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan 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 kendor	Menyebabkan *magnnetic contactor* terbakar	Pengecekan sebelum mesin beroperasi	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Pemulihan Komponen
			Vibrasi kasar pada bearing	Poros pada roll penggerak menjadi tidak stabil	Mengontrol pelumasan secara terjadwal	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Kondisi Komponen
				Mengakibatkan body frame tergerus atau lecet	Pengecekan posisi bearing pada rol penggerak	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Penggantian Komponen
3	*Roller*	Rol penggerak untuk rel perputaran kawat	*Vibrasi kasar pada gear*	Rol penggerak tidak dapat beroperasi dan mengalami selip	Pengecekan pada gear penggerak	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan	Pemulihan Komponen
				Mengakibatkan gigi gear cepat aus	Pengecekan posisi gear dipastikan benar	Operasional Konsekuensi	Dilakukan pemeriksaan dan pendeteksian	Pemulihan Komponen
			Vibrasi kasar pada shaft	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):

1. 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 dikurang 1 jam yaitu jam istirahat mesin dan pekerja.
2. 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.
3. 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.
4. Sehingga selang waktu antar kerusakan pada tanggal 29 Desember 2021 sampai dengan 12 April 2022 adalah 568 + 2,20 + 2,70 = 572,90 jam.
5. Hasil perhitungan selang waktu kerusakan *(Time to Failure)* untuk jadwal kerusakan *Electromotor* (motor elektrik) dapat dilihat pada tabel 3.

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

***Electromotor* (motor elektrik)**

No	Tanggal	Jam Awal Perbaikan	Jam Akhir Perbaikan	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.

a. 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.

$$xi = ti$$

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

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

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

$$= \frac{3\,(-8,09) - (18,54)(-1,38)}{\sqrt{[3.114,68 - (18,54)^2]\,[3.2,50 - (18,54)^2]}}$$

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

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***
Electromotor (motor elektrik)	-0,90	-0,90	0,97
Lower and upper nozzle (nosel atas dan bawah)	-0,997	-0,99	1,00
Roller (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*, α = 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 α = 0,05

Wilayah kritik : tolak H0 bila $M > F_{erit}$

Dengan menggunakan tabel distribusi F, Untuk V1 = 3 ; V2 = 2 ; α = 0,05 ; maka Ferit = 2,95

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

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

$\frac{ln(t_{i+1}) - ln(t_1)}{M_i} = \frac{0,054}{1,31}$ = 0,041

$M = \frac{k_1 \sum_{i=k_{1+1}}^{r-1} \frac{ln(t_{i+1}) - ln(t_1)}{M_i}}{k_2 \sum_{i=k_{1+1}}^{r-1} \frac{ln(t_{i+1}) - ln(t_1)}{M_i}} = \frac{(1,5)(16,65)}{1(16,65)}$ = 1,50

Karena M (1,50) < F_{erit} 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(ti)+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						

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)

$b = \frac{n\sum_{i=1}^{n} xi.yi - (\sum_{i=1}^{n} xi)(\sum_{i=1}^{n} yi)}{n\sum_{i=1}^{n} xi^2 - (\sum_{i=1}^{n} xi)^2}$

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

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

α = b = 4,26

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

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

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

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

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

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

c. *Roller* (rol penggerak)

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

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

6. Penentuan Interval Perawatan Komponen

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 x 8 = 176 jam

b. Jumlah kerusakan

Jumlah kerusakan selama 1 tahun = 4 kali

c. Waktu rata-rata perbaikan

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

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

$i = \frac{1}{1/i} = \frac{1}{0,004}$ = 250

e. Rata – rata kerusakan

$k = \frac{jumlah\ kerusakan\ per\ 1\ tahun}{22} = \frac{4}{22}$ = 0,18

f. Frekuensi kerusakans

$n = \sqrt{\frac{k\ x\ i}{\mu}} = \sqrt{\frac{0,18x\ 250}{0,6}}$ = 8,66

g. Interval waktu pemeriksaan

$ti = \frac{rata-rata\ jam\ kerja\ per\ bulan}{n} = \frac{176}{8,66}$ = 20,32 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)	*Contactor kabel kendor*	*Schedule Restoration Task*	181
		Tekanan air pada housing nozzle tidak stabil	*Schedule Restoration Task*	
		Contact fit buntu	*Schedule Discard Task*	
		Vibrasi kasar pada bearing	*Schedule Discard Task*	
	Roller (rol penggerak)	Vibrasi kasar pada gear	*Schedule Restoration Task*	177
		Vibrasi kasar pada shaft	*Schedule Restoration Task*	

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.

CONCLUSION

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini yaitu bahwasannya pada saat dilakukan perhitungan menggunakan metode FMEA didapatkan nilai total RPN tertinggi dari ketiga komponen antara lain yaitu electromotor (motor elektrik) dengan nilai RPN sebesar 801, lower and upper nozzle (nosel atas dan bawah) dengan RPN sebesar 558, dan roll (rol penggerak) dengan RPN sebesar 313. Setelah diketahui nilai RPN tertinggi dengan menggunakan metode FMEA maka akan dilakukan perhitungan RCM II. Hasil yang didapatkan dari perhitungan RCM II pada mesin wire cut (CWCT-02) untuk komponen electromotor pada kerusakan temperatur stator berlebih harus dilakukan pemeriksaan dan pemulihan komponen, untuk kerusakan stator ground fault hanya dilakukan pemeriksaan dan pemulihan komponen saja, vibrasi rotor kasar dilakukan pemeriksaan dengan penggantian komponen, dan adanya percikan api pada rotor dilakukan pemulihan kondisi komponen. Untuk komponen lower and upper nozzle pada kerusakan electrode pin mengeluarkan percikan api harus dilakukan perawatan dengan penggantian komponen, untuk kerusakan contactor kabel kendor dilakukan perawatan dengan pemulihan kondisi komponen, untuk tekanan air pada housing nozzle tidak stabil habis dilakukan pemulihan kondisi komponen, dan kerusakan contact fit buntu harus dilakukan perawatan dengan penggantian komponen. Dan untuk komponen roller dengan kerusakan vibrasi kasar pada bearing harus dilakukan perawatan dengan penggantian komponen, untuk kerusakan

vibrasi kasar pada gear dilakukan perawatan dan pemulihan kondisi komponen dan untuk kerusakan vibrasi kasar pada shaft perlu dilakukan perawatan dan pemulihan kondisi komponen. Dapat disimpulkan bahwasannya penyebaba kegagalan pada mesin wire cut (CWCT-02) yaitu ketidaksesuaian proses perawatan dengan jadwal yang telah ditentukan oleh perusahaan. Interval perawatan yang didapatkan pada perhitungan di atas 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 meminialisir terjadinya kerusakan pada ketiga komponen (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.

REFERENCES

[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. Aisyyah, "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. I, 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)," *TEKNOLOJIA*, 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, Asngadi, 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 Enginering*, 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.