
ANALISA PERAWATAN MESIN PROTOS 1-8 MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II (RCM II) DI PT. XYZ

Joko Hadi Saputra¹⁾, Hasan Bashori²⁾

^{1),2)}Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Yudharta Pasuruan
Email korespondensi: putrarafy123@gmail.com

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan pengolahan tembakau menjadi sigaret/rokok menggunakan mesin otomatis. Masalah yang dihadapi adalah kerusakan yang sering terjadi di mesin PROTOS 1-8 sehingga pemeliharaan korektif harus dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi perawatan mesin PROTOS 1-8, upaya penanggulangannya dan pemilihan tindakan. Metode yang digunakan adalah RCM II untuk mengidentifikasi kerusakan termasuk penentuan lingkup studi, RCM II *information worksheet*, RCM II *decision worksheet* dan perhitungan keandalan. Analisis resiko meliputi bidang tersembunyi, keselamatan, lingkungan, serta operasional yang selanjutnya dipilih tindakan yang sesuai untuk diambil. Berdasarkan tindakan terpilih, disusun strategi pemeliharaan, perhitungan *reliability*, interval perawatan dan jadwal perawatan selanjutnya. Hasil analisa RCM II diperoleh komponen paling kritis adalah *steep-angle conveyor*, *picker roller* dan *tipping knife*. Dengan mengeliminasi tingkat kerusakan, diperoleh *reliability steep-angle conveyor* 57%, *picker roller* 54,1% dan *tipping knife* 57,9% dengan interval perawatan *steep-angle conveyor* 969,2 jam/46 hari, *picker roller* 1.323,3 jam/63 hari dan *tipping knife* 945 jam/45 hari serta jadwal perawatan setiap 51 hari kerja untuk ketiga komponen kritis tersebut dan 102 hari kerja untuk komponen lainnya.

Kata Kunci: Perawatan, RCM II, PROTOS 1-8, Keandalan, Interval Perawatan.

ABSTRACT

PT. XYZ is a tobacco processing company into cigarettes using automatic machines. The problem faced is the damage that often occurs in the PROTOS 1-8 machine so that corrective maintenance must be carried out. The purpose of this study is to identify the maintenance of the PROTOS 1-8 machine, efforts to overcome it and selection of actions. The method used is RCM II to identify damage including determining the scope of the study, RCM II information worksheet, RCM II decision worksheet and reliability calculations. Risk analysis includes hidden areas, safety, environment, and operations which then select the appropriate action to be taken. Based on the selected action, a maintenance strategy, reliability calculation, maintenance interval and subsequent maintenance schedule are prepared. The results of RCM II analysis obtained most critical components are steep-angle conveyor, picker roller and tipping knife. By eliminating level of damage, reliability of steep-angle conveyor 57%, picker roller 54.1% and tipping knife 57.9% with maintenance interval of steep-angle conveyor 969.2hours/46days, picker roller 1,323.3hours/63days and tipping knife 945hours/45days and maintenance schedule every 51 working days for three critical components and 102 working days for other components.

Keywords: Maintenance, RCM II, PROTOS 1-8, Reliability, Maintenance Intervals.

PENDAHULUAN

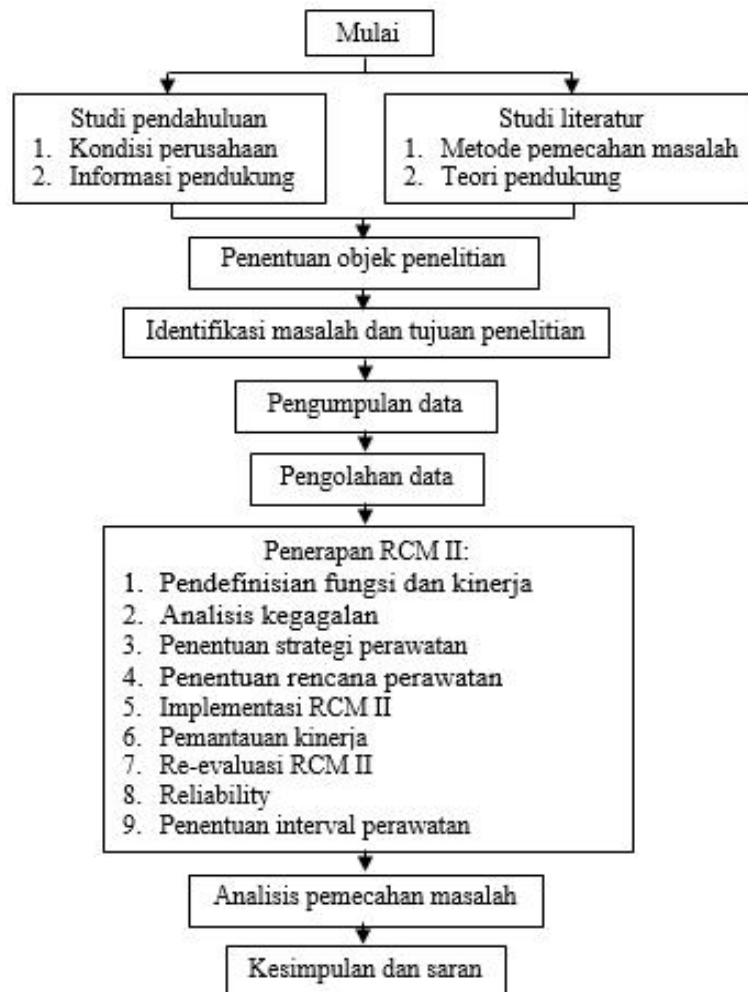
Industri manufaktur memiliki pengertian sebagai cabang industri yang mengaplikasikan mesin, peralatan, tenaga kerja, dan suatu media proses untuk mengubah bahan mentah menjadi produk jadi maupun setengah jadi yang memiliki nilai jual (Damanik et al., 2020). Dalam menghasilkan sebuah produk maka diperlukannya peran mesin untuk membantu manusia agar produk yang dibuat dapat sesuai dengan standar yang diinginkan. Seiring berjalannya seperti manusia, kondisi mesin dan peralatan akan mengalami penurunan kemampuan dalam melaksanakan tugasnya. Selain masalah umur mesin sebagai faktor internal, ada beberapa faktor eksternal yang mempengaruhi kemampuan mesin dalam bekerja. Beberapa faktor antara lain kesalahan dalam menjalankan mesin, penginputan bahan baku yang tidak sesuai dengan yang direncanakan dan juga penyebab lainnya yang mengakibatkan mesin tersebut tidak dapat bekerja seperti keadaan normal.

Dengan berjalannya waktu maka mesin yang digunakan dalam produksi akan timbul masalah atau juga bisa disebut *downtime*. Pada suatu perusahaan pasti memiliki *downtime* pada mesin, hal ini dapat dikarenakan mesin kurangnya perawatan, tidak dilakukannya pengecekan secara berkala serta dapat terjadi karena kelalaian operator dalam menggunakan mesin. Hal tersebut harus diperbaiki pada perusahaan karena jika terjadi *downtime* yang terlalu sering maka akan mengakibatkan kerugian bagi perusahaan dan juga akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada mesin yang tentunya hal ini sangat tidak diinginkan oleh perusahaan. Untuk mencegah terjadinya *downtime* maka perusahaan perlu menerapkan metode perawatan guna meminimalisir terjadinya kerusakan pada mesin. Berbagai macam mesin pada proses produksi di PT. XYZ, yaitu mesin PROTOS 1-8, PROTOS 90E, HINGE LID 1-8, HINGE LID 90E dan *Case Packer*. Permasalahan yang sering terjadi di PT. XYZ yaitu adanya penurunan performa mesin pada proses produksi. Permasalahan lain yaitu adanya produk yang mengalami *reject*, karena produk yang diproduksi memiliki kualitas yang rendah sehingga tidak layak untuk dipasarkan. Hal ini berpengaruh pada jumlah target produksi yang telah ditentukan, tentu hal ini sangat merugikan bagi perusahaan karena tidak tercapainya target produksi.

Dalam melakukan kegiatan produksi, sistem pemeliharaan memiliki peran yang penting dimana setiap mesin harus dirawat dengan baik untuk menjaga proses produksi dapat berjalan dengan lancar sesuai harapan semua perusahaan (Afiva et al., 2019). Dalam hal ini, perusahaan masih menerapkan sistem *corrective maintenance* dalam upaya perawatan mesin yang mengakibatkan kurang optimalnya perawatan yang diterapkan sehingga menyebabkan tingginya *breakdown* pada mesin produksi terutama pada mesin PROTOS 1-8 yang mengalami jumlah kegagalan paling tinggi di satu tahun terakhir daripada mesin lainnya. Mesin PROTOS 1-8 adalah mesin pembuat *cigarette filter* secara otomatis dengan menggabungkan TSG (Tembakau Siap Giling), *cigarette paper*, *cigarette adhesive*, *filter*, *tipping paper*, dan *tipping adhesive*. Tingginya *breakdown* menyebabkan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) menurun dan menghambat lajunya proses produksi serta tidak terpenuhinya permintaan pasar.

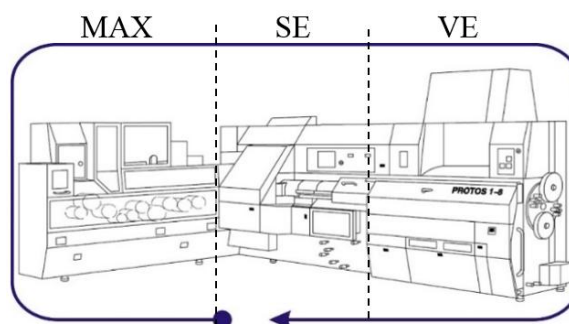
Berdasarkan masalah yang ada tersebut, maka dalam penelitian ini mencoba untuk menganalisa sistem perawatan mesin PROTOS 1-8 dengan metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II). Dengan metode ini diharapkan dapat mengetahui tindakan kegiatan perawatan yang tepat serta perencanaan jadwal perawatan yang tepat pada komponen mesin.

METODE PENELITIAN



Gambar 1 Diagram alir penelitian

Mesin PROTOS 1-8 adalah mesin maker atau pembuat rokok secara otomatis dari HAUNI. Mesin PROTOS 1-8 di PT. XYZ mampu beroperasi dengan kecepatan 6.000 cpm (*cigarettes per minute*). Pada umumnya mempunyai 3 bagian yang mempunyai fungsi dan peran masing-masing, yaitu VE, SE, MAX. Berikut bagian-bagian mesin PROTOS 1-8.



Gambar 2 Mesin PROTOS 1-8

Analisa yang dilakukan dengan analisis kuantitatif. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Mengetahui proses produksi
2. Mempelajari sistem kerja mesin-mesin produksi
3. Melakukan perbandingan kerusakan antar setiap mesin produksi dengan diagram pareto
4. Menentukan RCM II *information worksheet*

Penelitian dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pertama dimulai dengan studi pendahuluan untuk mengetahui kondisi perusahaan, sistem kerja, informasi dukungan yang dibutuhkan dan literatur untuk pemecahan masalah
2. Melakukan pengumpulan data primer dan sekunder
3. Mengolah data yang telah dikumpulkan
4. Melakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan, yaitu:
 - a. Menentukan RCM II *decision worksheet*
 - b. Menentukan keandalan
 - c. Menentukan interval perawatan
5. Menarik kesimpulan dan saran terhadap pemecahan masalah.

Analisa data

A. Kriteria tingkat kritis

Komponen yang dipilih merupakan komponen yang apabila terjadi kegagalan bisa mengganggu jalannya produksi dan menyebabkan mesin berhenti untuk berproduksi (Muhazir et al., 2024). Penentuan komponen kritis mesin PROTOS 1-8 dilakukan pengisian kuisioner oleh teknisi dengan memperhatikan 3 kriteria (Rachmayanti & Prasetyawan, 2020), yaitu:

1. Apakah kerusakan komponen mempengaruhi keseluruhan produksi?
2. Apakah ketersediaan *sparepart* komponen sulit didapatkan?
3. Apakah komponen mudah untuk *dimaintenance*?

Kuisioner yang dibagikan harus berjumlah ganjil untuk menghindari pendapat dengan rasio 50:50. Hasil dari 5 kuisioner kriteria tingkat kritis mesin PROTOS 1-8 bisa dilihat pada tabel 1.

B. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

RCM (*Reliability Centered Maintenance*) merupakan suatu metode perawatan yang memanfaatkan informasi yang berkenaan dengan keandalan suatu fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif, efisien dan mudah untuk dilaksanakan (Kurniawan, 2013). RCM (*Reliability Centered Maintenance*) adalah sebuah metode untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan (Denur et al., 2017). RCM dapat digunakan untuk meminimalkan kegagalan mesin secara tiba tiba, memprioritaskan komponen kritis pada kegiatan maintenance peralatan dan meningkatkan reability (keandalan) komponen (Ramadhani & Putra, 2022).

C. *Reliability Centered Maintenance II (RCM II)*

Menurut (Moubay, 1997), *Reliability-Centred Maintenance: a Process used to determine the Maintenance requirements of any physical asset in its Operating text.* Realibility Centred Maintenance II digunakan untuk menentukan apa saja yang harus

dilakukan agar aset fisik dapat selalu melakukan apa yang diinginkan penggunaanya sesuai dengan konteks operasi yang dimiliki oleh aset fisik tersebut.

Perbedaan antara RCM dengan RCM II adalah pada fokus masalah yang ingin diselesaikan. RCM berfokus pada pencegahan terjadinya kegagalan yang sering terjadi sedangkan RCM II berfokus pada efek kegagalan yang ditimbulkan oleh *Failure mode*. Metode ini memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan jadwal perawatan, meningkatkan keandalan mesin, dan mengurangi downtime yang mengganggu proses produksi (Firlana & Aidil, 2023).

D. RCM II *information worksheet*

RCM II *information worksheet* adalah hasil pengembangan dari objek observasi FMEA (Singgih et al., 2019). RCM II *information worksheet* berfungsi untuk mendeskripsikan *Failure mode* di setiap tingkatan level (Moubray, 1997). RCM II *information worksheet* dapat dilihat pada tabel 2.

E. RCM II *decision worksheet*

RCM II *decision worksheet* digunakan untuk mencari jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi setiap *failure mode* (Ramadhan & Sukmono, 2018). RCM II *Decision task* digunakan untuk melakukan *record* jawaban dari pertanyaan yang muncul pada *Decision diagram* (Moubray, 1997). Pada RCM II *decision worksheet* ini diketahui analisa konsekuensi dari masing-masing penyebab kegagalan (*Failure Modes*), jenis kegiatan perawatan (*proposed task*) yang optimal dan ditentukan *initial interval* untuk kegiatan perawatan tersebut serta diberi keterangan siapa yang bertanggung jawab dalam melaksanakan *proposed task* tersebut pada kolom *Can be Done by* (Samudro, 2022). RCM II *decision worksheet* dapat dilihat pada tabel 3.

F. Pola distribusi dalam keandalan

Ada beberapa fungsi distribusi statistik yang digunakan untuk menguraikan kerusakan peralatan. Adapun fungsi distribusi tersebut adalah (Azwir et al., 2020):

1. Normal

Distribusi normal atau distribusi gaussian adalah jenis distribusi probabilitas kontinu untuk variabel acak bernilai riil. Parameternya μ adalah rata-rata atau ekspektasi dari distribusi (dan juga median dan modulusnya), sedangkan parameter σ^2 adalah varians. Simpangan baku dari distribusi adalah σ . Suatu variabel acak dengan distribusi gaussian dikatakan terdistribusi normal dan disebut deviasi normal. Fungsi-fungsi dari distribusi normal :

a. Fungsi kepadatan probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

b. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{x-\mu}{\sigma\sqrt{2}}\right) \right]$$

- c. Fungsi keandalan

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)$$

- d. Fungsi laju kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{\exp[-(t - \mu)^2/2\sigma^2]}{\int_t^{\infty} \exp[-(t - \mu)^2/2\sigma^2] dt}$$

- e. Waktu rata-rata kerusakan/perbaikan (MTTF/MTTR)

$$MTTF/MTTR = \mu$$

- f. Variansi

$$\sigma^2 = \sigma_x^2$$

- g. Parameter

$$\mu \in R$$

$$\sigma^2 = R_{>0}$$

2. Lognormal

Distribusi lognormal merupakan distribusi yang berguna untuk menggambarkan distribusi kerusakan untuk situasi yang bervariasi. Distribusi lognormal banyak digunakan di bidang teknik, khususnya sebagai model untuk berbagai jenis sifat material dan kelelahan material. Fungsi-fungsi dari distribusi lognormal :

- a. Fungsi densitas

$$f(t) = \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t' - \pi'}{\sigma'}\right)^2}$$

- b. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = \int_0^t \frac{1}{t\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t' - \pi'}{\sigma'}\right)^2} dt = \Phi\left(\frac{t' - \pi'}{\sigma'}\right)$$

- c. Fungsi keandalan

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t' - \pi'}{\sigma'}\right)$$

- d. Fungsi laju kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \frac{-\frac{1}{2}\left(\frac{t' - \pi'}{\sigma'}\right)}{\sqrt{2\pi\left[1 - \Phi\left(\frac{t' - \pi'}{\sigma'}\right)\right]}}$$

- e. Waktu rata-rata kerusakan/perbaikan (MTTF/MTTR)

$$MTTF/MTTR = t_{med} \times e^{\frac{\sigma^2}{2}}$$

f. Variansi

$$\sigma^2 = e^{2\alpha a} + \sigma'^2$$

g. Parameter

$$s = \frac{1}{b}$$

$$t_{med} = e^{-sa}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

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

adalah parameter bentuk dan t_{med} adalah parameter lokasi.

$$s \qquad \qquad \qquad t_{med}$$

3. Eksponensial

Distribusi eksponensial sering digunakan dalam berbagai bidang, terutama dalam teori keandalan. Hal ini disebabkan karena pada umumnya data kerusakan mempunyai perilaku yang dapat dicerminkan oleh distribusi eksponensial. Distribusi eksponensial akan tergantung pada nilai λ , yaitu laju kegagalan (konstan). Fungsi-fungsi dari distribusi eksponensial :

a. Fungsi densitas

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad t > 0$$

b. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

c. Fungsi keandalan

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\lambda t}$$

d. Fungsi laju kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

e. Waktu rata-rata kerusakan/perbaikan (MTTF/MTTR)

$$MTTF/MTTR = \frac{1}{\lambda}$$

f. Variansi

$$\sigma^2 = \frac{1}{\lambda^2}$$

g. Parameter

$$\lambda = \frac{n}{\sum_{i=1}^n t_i} = \text{failure rate}$$

4. Weibull

Distribusi ini mempunyai peranan penting dalam keandalan karena bersifat fleksibel. Distribusi weibull secara luas digunakan untuk sistem, subsistem dan komponen yang sudah usang dan mengalami degradasi konsep dasar keandalan dalam distribusi probabilitasnya. Fungsi-fungsi dari distribusi weibull :

a. Fungsi densitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

b. Fungsi distribusi kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

c. Fungsi keandalan

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta}$$

d. Fungsi laju kerusakan

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

e. Waktu rata-rata kerusakan (MTTF)

$$MTTF = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

f. Waktu rata-rata perbaikan (MTTR)

$$MTTR = \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)$$

g. Variansi

$$\sigma^2 = \theta^2 \left[r \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - r^2 \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)^2 \right]$$

h. Parameter

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

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\theta = e^{-\frac{a}{b}}$$

b disebut gradient dan a adalah intersep. Parameter β disebut dengan parameter bentuk atau kemiringan weibull (weibull slope), sedangkan parameter θ disebut dengan parameter skala atau karakteristik hidup. Bentuk fungsi distribusi weibull bergantung pada parameter bentuknya

(β) (Sunaryo et al., 2021), yaitu :

$\beta < 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi hyper-exponential dengan laju kerusakan cenderung menurun.

$\beta = 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi eksponensial dengan laju kerusakan cenderung konstan.

$\beta > 1$: Distribusi weibull akan menyerupai distribusi normal dengan laju kerusakan cenderung meningkat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Komponen kritis mesin PROTOS 1-8

Sub-sistem	Komponen yang bermasalah	Kriteria 1		Kriteria 2		Kriteria 3		Kesimpulan			Komponen kritis
		Ya	Tidak	Ya	Tidak	Ya	Tidak	K1	K2	K3	
VE	Steep-angle conveyor	5	0	5	0	5	0	Ya	Ya	Ya	✓
	Needle roller	5	0	5	0	2	3	Ya	Ya	Tidak	X
	Picker roller	5	0	5	0	3	2	Ya	Ya	Ya	✓
	Trimmer disk	5	0	5	0	3	2	Ya	Ya	Ya	✓
	Tongue piece	5	0	5	0	5	0	Ya	Ya	Ya	✓
SE	Glue nozzle	5	0	5	0	5	0	Ya	Ya	Ya	✓
	Cigarette paper bobbin brake pads	0	0	0	0	5	0	Tidak	Tidak	Ya	X
MAX	Swash plate roller	0	0	5	0	4	1	Tidak	Ya	Ya	X
	Tip paper bobbin brake pads	0	0	0	0	5	0	Tidak	Tidak	Ya	X
	Tipping knife	5	0	5	0	3	2	Ya	Ya	Ya	✓
	Knurling bar	5	0	0	0	5	0	Ya	Tidak	Ya	X

Tabel 2. VE RCM II *information worksheet*

Secondary Department				Sistem :		Sub-Sistem :	
RCM II Information Worksheet				PROTOS 1-8		VE	
Component		Function		Function Failure		Failure Effect	
A	Steep-angle conveyor	1	Distribusi tembakau dari tobacco reservoir ke bulking chute	A	Tidak bisa mendistribusikan tembakau dari tobacco reservoir ke bulking chute	1	Kurangnya pemasangan tembakau pada bulking chute yang menyebabkan tidak meratanya tembakau yang akan diambil oleh needle roller dan picker roller yang akan diteruskan ke fluidized bed dan suction rod conveyor sehingga tembakau pada cigarette rod kurang
B	Picker roller	1	Pengambil tembakau dari needle roller	A	Tidak bisa mengambil tembakau dari needle roller	1	Kurangnya tembakau yang diambil picker roller menuju fluidized bed dan suction rod conveyor menyebabkan tembakau pada cigarette rod kurang

Tabel 3. VE RCM II *decision worksheet*

Secondary Department								Sistem : PRO TOS 1-8									
RCM II Decision Worksheet								Sub-Sistem : VE									
Information Reference				Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action				Purposed Task	Initial Interval	Can Be Done By
								S1	S2	S3							
								O1	O2	O3							
C	F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
A	1	A	1	Y	T	T	Y	T	T	Y				Melakukan pengecekan dan pergantian part secara rutin	4 bulan sekali	Teknisi	
B	1	A	1	Y	T	T	Y	T	T	Y				Melakukan pengecekan dan pergantian part secara rutin	4 bulan sekali	Teknisi	

Reliability

Berdasarkan hasil analisa RCM II, maka perhitungan *reliability* dilakukan pada komponen kritis yang termasuk dalam pemilihan tindakan pergantian berkala (H3/S3/O3/N3). Komponen tersebut adalah *steep-angle conveyor*, *picker roller* dan *tipping knife*. Untuk menentukan laju distribusi yang sesuai untuk kerusakan, dilakukan perhitungan pada setiap jenis distribusi. Pengidentifikasian distribusi ini meliputi distribusi normal, distribusi lognormal, distribusi eksponensial dan distribusi weibull. Laju distribusi yang akan digunakan yaitu laju distribusi dengan nilai AD (*Anderson-Darling*) terkecil pada *Godness of Fit Test* (Muhazir et al., 2024). Data berdasarkan hasil uji *goodness of fit* dimana distribusi yang dipilih pada setiap komponen digunakan dalam menentukan nilai parameter untuk menentukan MTTF dan MTTR (Kusuma et al., 2021).

Tabel 4. *Goodness of fit steep-angle conveyor*

Goodness-of-Fit	
Distribution	Anderson-Darling (adj)
Normal	3.296
Lognormal	3.260
Exponential	3.096
Weibull	3.117

Tabel 5. *Goodness of fit picker roller*

Goodness-of-Fit	
Distribution	Anderson-Darling (adj)
Normal	3.449
Lognormal	3.436
Exponential	3.322
Weibull	3.326

Tabel 6. *Goodness of fit ipping knife*

Goodness-of-Fit	
Distribution	Anderson-Darling (adj)
Normal	3.325
Lognormal	3.316
Exponential	3.141
Weibull	3.152

Tiga komponen tersebut memiliki laju distribusi dengan nilai AD (*Anderson-Darling*) terkecil yang sama yaitu laju distribusi eksponensial. Maka untuk perhitungan komponen tersebut rumus *reliability* mengacu pada laju distribusi eksponensial.

Hasil perhitungan *reliability* dan interval perawatan

Tabel 7. Hasil perhitungan *reliability* dan interval perawatan

Komponen	Reliability sebelum perawatan (%)	Waktu rata-rata perbaikan (jam)	Waktu rata-rata pemeriksaan (jam)	Rata-rata kerusakan (/bulan)
<i>Steep-angle conveyor</i>	36,8	165,54	252	0,4167
<i>Picker roller</i>	36,8	252	360	0,3333
<i>Tipping knife</i>	36,8	315	504	0,4167
Komponen	Frekuensi pemeriksaan optimal (jam/bulan)	Interval waktu perawatan (hari)	Reliability setelah perawatan (%)	Kenaikan persentase reliability (%)
<i>Steep-angle conveyor</i>	0,65	46	57	20,2
<i>Picker roller</i>	0,4761	63	54,1	17,3
<i>Tipping knife</i>	0,6667	45	57,9	21,1

- Hasil dari perhitungan *reliability* sebelum perawatan komponen *steep-angle conveyor* sebesar 0,368 atau 36,8%, komponen *picker roller* sebesar 0,368 atau 36,8% dan komponen *tipping knife* sebesar 0,368 atau 36,8%. Jadi, ketiga komponen tersebut memiliki keandalan yang sama yaitu sebesar 2.820,72 jam / 134,32 hari sebelum komponen tersebut terjadi kerusakan.
- Hasil dari perhitungan interval waktu perawatan diperoleh komponen *steep-angle conveyor* setiap 969,2 jam / 46 hari selama jam produksi dengan *mean time to failure* selama 1.723,60 jam serta *mean time to repair* selama 3,9 jam, komponen *picker roller* setiap 1.323,3 jam / 63 hari selama jam produksi dengan *mean time to failure* selama 2.151,75 jam serta *mean time to repair* selama 2,5 jam dan komponen *tipping knife* setiap 945 jam / 45 hari selama jam produksi dengan *mean time to failure* selama 1.726,8 jam serta *mean time to repair* selama 2 jam.
- Hasil dari perhitungan *reliability* sesudah perawatan komponen *steep-angle conveyor* didapat kenaikan dari 36,8% menjadi sebesar 0,57 atau 57%, komponen *picker roller* dari 36,8% menjadi sebesar 0,541 atau 54,1% dan komponen *tipping knife* dari 36,8% menjadi sebesar 0,579 atau 57,9%. Dalam perhitungan hari keandalan komponen *steep-angle conveyor* didapat kenaikan dari 134,32 hari menjadi sebesar 208,05 hari sebelum komponen mengalami kerusakan, komponen *picker roller* dari 134,32 hari menjadi sebesar 197,465 hari sebelum komponen mengalami kerusakan dan komponen *tipping knife* dari 134,32 menjadi sebesar 211,335 hari sebelum komponen mengalami kerusakan.

Persentase kenaikan *reliability* dari masing-masing komponen yaitu:

- $Steep-angle conveyor = 57\% - 36,8\% = 20,2\%$
- $Picker roller = 54,1\% - 36,8\% = 17,3\%$
- $Tipping knife = 57,9\% - 36,8\% = 21,1\%$

Jadwal perawatan

Setelah mengetahui interval waktu perawatan dari ketiga komponen kritis tersebut tidaklah jauh berbeda, maka jadwal perawatan selanjutnya (*preventive maintenance*) bisa dibuat dengan mencari rata-ratanya untuk meminimalisir mesin berhenti karena ada banyaknya *maintenance* yang dilakukan selang beberapa hari saja.

$$P_m = \frac{t_{i_1} + t_{i_2} + t_{i_3}}{n} = \frac{46 + 63 + 45}{3} = 51,333 = 51 \text{ hari}$$

Jadi, pelaksanaan perawatan selanjutnya (*preventive maintenance*) bisa dilakukan :

1. Setiap 51 hari kerja untuk ketiga komponen kritis tersebut, yaitu *steep-angle conveyor*, *picker roller* dan *tipping knife*.
2. Setiap $2 \times 51 = 102$ hari kerja untuk komponen yang bermasalah, yaitu needle roller, cigarette paper bobbin brake pads, swashplate roller, tip paper bobbin brake pads, dan knurling bar serta komponen lainnya yang diperlukan untuk dilakukan cek dan *deep cleaning*.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat dirangkum berdasarkan pengolahan dan analisis data, yaitu :

1. Interval perawatan pada komponen mesin PROTOS 1-8 adalah
 - a. Komponen *steep-angle conveyor* pada sub-sistem VE dengan interval perawatan 969,2 jam / 46 hari dan mengalami *breakdown* 5 kali dalam 1 tahun
 - b. Komponen *picker roller* pada sub-sistem VE dengan interval perawatan 1.323,3 jam / 63 hari dan mengalami *breakdown* 4 kali dalam 1 tahun
 - c. Komponen *tipping knife* pada sub-sistem MAX dengan interval perawatan 945 jam / 45 hari dan mengalami *breakdown* 5 kali dalam 1 tahun.
2. Hasil perhitungan keandalan (*reliability*) pada metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) dengan ketiga komponen memiliki laju distribusi terpilih yang sama yaitu laju distribusi eksponensial adalah
 - a. Komponen *steep-angle conveyor* sebelum perawatan sebesar 36,8% / 134,32 hari sebelum terjadi kerusakan dan setelah perawatan sebesar 57 % / 208,05 hari sebelum terjadi kerusakan dengan kenaikan sebesar 20,2%
 - b. Komponen *picker roller* sebelum perawatan sebesar 36,8% / 134,32 hari sebelum terjadi kerusakan dan setelah perawatan sebesar 54,1% / 197,465 hari sebelum terjadi kerusakan dengan kenaikan sebesar 17,3%
 - c. Komponen *tipping knife* sebelum perawatan sebesar 36,8% / 134,32 hari sebelum terjadi kerusakan dan setelah perawatan sebesar 57,9% / 211,335 hari sebelum terjadi kerusakan dengan kenaikan sebesar 21.1%.
3. Jadwal pelaksanaan perawatan selanjutnya (*preventive maintenance*) bisa dilakukan setiap 51 hari kerja untuk komponen kritis terpilih dan 102 hari kerja untuk komponen lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiva, W. H., Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2019). Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(2), 213–223. <https://doi.org/10.23917/jiti.v18i2.8551>
- Azwir, H. H., Wicaksono, A. I., & Oemar, H. (2020). Manajemen Perawatan Menggunakan Metode RCM Pada Mesin Produksi Kertas. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 19(1), 12–21. <https://doi.org/10.25077/josi.v19.n1.p12-21.2020>
- Damanik, G. M., Soekarno, S., & Suryaningrat, I. B. (2020). Perancangan Sistem Perawatan Komponen V-Belt Pada Sistem Transmisi Dengan Metode Rcm Dan Mvsm (Studi

- Kasus Pt Perkebunan Sentool Zidam V/Brawijaya Jember). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(4), 287. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9i4.287-296>
- Denur, D., Hakim, L., Hasan, I., & Rahmad, S. (2017). PENERAPAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA MESIN RIPPLE MILL. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 4(1), 27–34. <https://doi.org/10.24853/jisi.4.1.pp-pp>
- Firlana, nanda, & Aidil, J. (2023). Strategi Perawatan Mesin Di Line Sabroe Menggunakan Metode RCM Dan MVSM Di PT XYZ. *Jurnal Kendali Teknik Dan Sains*, 1(2), 75–86. <https://doi.org/10.59581/jkts-widyakarya.v1i2.282>
- Kurniawan, F. (2013). *Manajemen Perawatan Industri* (pertama). Graha Ilmu.
- Kusuma, T. Y. T., Assagaf, M. K., & Amijaya, F. D. T. (2021). Planning Activities and Maintenance Time Intervals of Induction Machines using The Reliability Centered Maintenance (RCM) II and Age Replacement Method. *Proceedings of the International Conference on Science and Engineering (ICSE-UIN-SUKA 2021)*, 211, 178–185. <https://doi.org/10.2991/aer.k.211222.030>
- Moubray, J. (1997). *RCM 2: Reliability Centered Maintenance 2* (kedua). Industrial Press Inc.
- Muhazir, A., Sinaga, Z., & Setyadi, R. D. (2024). Perencanaan Perawatan Mesin Building Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Optimalisasi*, 10(1), 120–131.
- Rachmayanti, I., & Prasetyawan, Y. (2020). Perancangan Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM II untuk Meningkatkan Nilai Overall Equipment Effectiveness Mesin Filling R-24 A (Studi Kasus PT X). *Jurnal Teknik ITS*, 9(2), 264–271.
- Ramadhan, M. A. Z., & Sukmono, T. (2018). Penentuan Interval Waktu Preventive Maintenance Pada Nail Making Machine Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II. *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 2(2), 49–57. <https://doi.org/10.21070/prozima.v2i2.1349>
- Ramadhani, D., & Putra, G. (2022). Analisis Optimalisasi Mesin Coal Feeder Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) PT PLN (Persero) UPK Nagan Raya. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 19(2), 357–365.
- Samudro, M. A. (2022). Penentuan Jadwal Perawatan Pada Billet Reheating Furnace di PT X Dengan Metode RCM II. *Engineering and Technology International Journal*, 4(03), 194–208. <https://doi.org/10.55642/eatij.v4i03.305>
- Singgih, M. L., Prasetyawan, Y., Sutikno, Hartanto, D., Kurniawan, F. R., & Wicaksana, W. T. (2019). Maintenance management improvement based on reliability centered maintenance II in energy generating industries. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 528(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/528/1/012054>
- Sunaryo, S., Japri, J., Yuhelson, Y., & Hakim, L. (2021). Implementasi RCM pada mesin diesel Deutz 20 kVA. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(1). <https://doi.org/10.24127/trb.v10i1.1451>