

## **PENJADWALAN PERAWATAN KOMPONEN KRITIS DENGAN PENDEKATAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA PERUSAHAAN KARET**

**Heri Wibowo, Ahmad Sidiq dan Ariyanto**

Program Studi Teknik Industri Universitas Malahayati  
e-mail: heriwibowo\_ti@yahoo.co.id, sidiq68@yahoo.com

### **ABSTRAK**

*Perusahaan karet memproses karet remah menjadi karet dengan Standar Indonesia Rubber (SIR). Permasalahan yang sedang dihadapi adalah tingginya waktu kerusakan mesin (downtime) yang mengakibatkan sistem produksi menjadi terganggu. Rata-rata downtime mesin mencapai 2.84% setiap bulannya yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi metode perawatan yang selama ini berjalan kurang baik dengan memperhatikan faktor keandalan (reliability) mesin produksi. Oleh sebab itu, pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM) digunakan untuk menganalisis sistem tersebut untuk mengetahui komponen-komponen yang termasuk dalam kategori kritis. Berdasarkan hasil analisis dengan metode RCM maka diperoleh tiga rekomendasi tindakan perawatan yaitu Condition Directed (CD), Time Directed (TD), dan Finding Failure (FF). Hasil perhitungan interval penggantian komponen dengan kriteria total minimum downtime (TMD) menunjukkan bahwa interval pergantian komponen Rantai Bucket Hammer Mill, pisau Screen, pisau Rotor Hammer Mill, Bearing Bucket Hammer Mill adalah 71 hari, 28 hari, 19 hari dan 52 hari.*

**Kata Kunci:** Condition Directed (CD), Finding Failure (FF), Penjadwalan Perawatan, Reliability Centered Maintenance (RCM), Time Directed (TD), Total Minimum Downtime (TMD)

### **ABSTRACT**

*Scheduling Of Maintenance With Critical Components Reliability Centered Maintenance Approach (RCM) In Rubber Companies. Rubber companies process crumb rubber into rubber with Indonesia Rubber (SIR) Standard. The problem that is being faced is the high time of machine failure (downtime) which results in the production system being disrupted. The average engine downtime reaches 2.84% per month which results in losses for the company. The purpose of this study is to identify treatment methods that have been running poorly by considering the reliability of the production machine. Therefore, the Reliability Centered Maintenance (RCM) approach is used to analyze the system to find out the components included in the critical category. Based on the results of the analysis with the RCM method, three recommendations for treatment actions were obtained, namely Condition Directed (CD), Time Directed (TD), and Finding Failure (FF). The calculation of component replacement intervals with total minimum downtime (TMD) criteria shows that the alternating intervals of the Bucket Hammer Mill Chain components, Screen blades, Rotor Hammer Mill blades, Bucket Hammer Mill Bearings are 71 days, 28 days, 19 days and 52 days.*

**Keywords:** Condition Directed (CD), Finding Failure (FF), Reliability Centered Maintenance (RCM,) Schedule, Time Directed (TD), Total Minimum Downtime (TMD)

### **PENDAHULUAN**

Perawatan mesin yang terjadwal sangat diperlukan pada mesin-mesin produksi di perusahaan, karena mesin-mesin dan peralatan produksi sangat rawan dengan timbulnya kerusakan. Perawatan merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi, sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan output sesuai dengan yang dikehendaki [1]. Sistem perawatan yang berjalan ini, kurang memperhatikan faktor keandalan/*reliability* dari mesin produksi

sehingga ketika terjadi kerusakan, pihak perusahaan hanya mengganti komponen yang rusak tanpa memperhatikan keandalannya. Permasalahan yang sedang dihadapi adalah tingginya waktu kerusakan mesin (*downtime*) yang mengakibatkan sistem produksi menjadi terganggu. Rata-rata *downtime* mesin mencapai 2.84% setiap bulannya yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi metode perawatan yang selama ini berjalan kurang baik dengan memperhatikan faktor keandalan (*reliability*) mesin produksi.

Keterawatan didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem/komponen akan kembali pada keadaan yang memuaskan dan dalam kondisi operasi mampu mencapai waktu *downtime* minimum [2]. Perawatan (*maintenance*) adalah semua tindakan yang dibutuhkan untuk memelihara suatu unit mesin atau alat di dalamnya atau memperbaiki sampai pada kondisi tertentu yang bisa diterima [2][3]. Tujuan utama dari perawatan (*maintenance*) antara lain :

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan asset, yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan, dan isinya. Hal ini paling penting di negara berkembang karena kurangnya sumber daya modal untuk pergantian.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi (atau jasa) dan mendapatkan laba investasi (*return on investment*) maksimum yang mungkin.
3. Untuk menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.

Adapun klasifikasi dari perawatan mesin adalah:

1. *Preventive Maintenance*  
*Preventive maintenance* adalah suatu sistem perawatan yang terjadwal dari suatu peralatan/komponen yang didesain untuk meningkatkan keandalan mesin serta untuk mengantisipasi segala kegiatan perawatan yang tidak direncanakan sebelumnya [3][4]. Kegiatan *preventive maintenance* dilakukan erat kaitannya dalam hal menghindari suatu sistem atau peralatan mengalami kerusakan. Pada kenyatannya, kerusakan masih mungkin saja terjadi meskipun telah dilakukan *preventive maintenance*. Ada tiga alasan mengapa dilakukan tindakan *preventive maintenance* yaitu [3][4] :
  - a. Menghindari terjadinya kerusakan
  - b. Mendeteksi awal terjadinya kerusakan
  - c. Menemukan kerusakan yang tersembunyi.

## 2. *Corrective Maintenance*

*Corrective maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mengatasi kegagalan atau kerusakan yang ditemukan selama masa waktu *preventive maintenance* [3][4]. Pada umumnya, *corrective maintenance* bukanlah aktivitas perawatan yang terjadwal, karena dilakukan setelah sebuah komponen mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mengembalikan kehandalan sebuah komponen atau sistem ke kondisi semula.

*Reliability Centered Maintenance (RCM)* merupakan sebuah proses teknik logika untuk menentukan tugas-tugas pemeliharaan yang akan menjamin sebuah perancangan sistem keandalan dengan kondisi pengoperasian yang spesifik pada sebuah lingkungan pengoperasian yang khusus [5][6][7]. Penekanan terbesar pada *Reliability Centered Maintenance (RCM)* adalah menyadari bahwa konsekuensi atau resiko dari kegagalan adalah jauh lebih penting dari pada karakteristik teknik itu sendiri. RCM dapat didefinisikan sebagai sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin bahwa beberapa aset fisik dapat berjalan secara normal melakukan fungsi yang diinginkan penggunaannya dalam konteks operasi sekarang (*present operating*) [6][7][8]. Tujuan dari RCM adalah:

1. Untuk membangun suatu prioritas disain untuk memfasilitasi kegiatan perawatan yang efektif.
2. Untuk merencanakan *preventive maintenance* yang aman dan handal pada level-level tertentu dari sistem.
3. Untuk mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan perbaikan item dengan berdasarkan bukti kehandalan yang tidak memuaskan.
4. Untuk mencapai ketiga tujuan di atas dengan biaya yang minimum.

*Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)* merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam model kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen komponen dan menganalisis

pengaruh-pengaruhnya terhadap keandalan sistem tersebut [7]. Dengan penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level sistem, item-item khusus yang kritis dapat dinilai dan tindakan-tindakan perbaikan diperlukan untuk memperbaiki desain dan mengeliminasi atau mereduksi probabilitas dari mode-mode kegagalan yang kritis. Dalam FMEA, dapat dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan tingkat kegagalan tertinggi. Nilai RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect (severity)*, kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect (occurrence)*, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*) [7]. Nilai RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut:

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (1)$$

Penyusunan LTA memiliki tujuan untuk memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dan fungsi, kegagalan fungsi sehingga status mode kerusakan tidak sama. Pada bagian kolom tabel LTA mengandung informasi mengenai nomor dan nama kegagalan fungsi, nomor dan mode kerusakan, analisis kekritisitas dan keterangan tambahan yang dibutuhkan. Analisis kekritisitas menempatkan setiap mode kerusakan ke dalam satu dari empat kategori. Empat hal yang penting dalam analisis kekritisitas yaitu sebagai berikut [9]:

- a. *Evident*, yaitu apakah operator mengetahui dalam kondisi normal, telah terjadi gangguan dalam system ?
- b. *Safety*, yaitu apakah mode kerusakan ini menyebabkan masalah keselamatan ?
- c. *Outage*, yaitu apakah mode kerusakan ini mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin terhenti ?

Tabel 1. Rating untuk Severity, Occurrence dan Detection

Rating	Criteria of Severity Effect	Probability of Occurrence	Detection Design Control
10	Tidak berfungsi sama sekali	Lebih besar dari 100 per seribu kali penggunaan	Tidak mampu terdeteksi
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan	50 per seribu kali penggunaan	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kehilangan fungsi utama	20 per seribu kali penggunaan	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
7	Pengurangan fungsi utama	10 per seribu kali penggunaan	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kehilangan kenyamanan fungsi penggunaan	5 per seribu kali penggunaan	Kesempatan yang rendah untuk terdeteksi
5	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan	2 per seribu kali penggunaan	Kesempatan yang sedang untuk terdeteksi
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerja menyadari adanya masalah	1 per seribu kali penggunaan	Kesempatan yang cukup tinggi untuk terdeteksi
3	Tidak terdapat efek dan pekerja menyadari adanya masalah	0,5 per seribu kali penggunaan	Kesempatan yang tinggi untuk terdeteksi
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah	Lebih kecil dari 0,1 per seribu kali penggunaan	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Tidak ada efek	<i>Probability of Occurrence</i>	Pasti terdeteksi

Sumber: *Reliability Centered Maintenance*, John Moubray, 1997

d. *Category*, yaitu pengkategorian yang diperoleh setelah menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan. Komponen ini terbagi dalam 4 kategori, yakni kategori A (*safety problem*), kategori B (*outage problem*), kategori C (*economic problem*) dan kategori D (*hidden failure*).

Kegiatan perawatan terbagi menjadi 3 jenis yaitu [9]:

1. *Condition Directed* (CD), tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat, serta memonitoring sejumlah data yang ada. Apabila ada pendeteksian ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.
2. *Time Directed* (TD), tindakan yang bertujuan untuk melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen, tindakan yang diambil lebih berfokus pada aktivitas perbaikan yang dilakukan secara berkala.
3. *Finding Failure* (FF), tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

Terdapat beberapa pola distribusi yang menggambarkan laju kerusakan komponen mesin [1].

#### 1. Distribusi Normal

Fungsi-fungsi dari distribusi normal adalah :

Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right); -\infty < t < \infty \quad (2)$$

Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = \int_0^t \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad (3)$$

Fungsi Keandalan

$$R(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad (4)$$

Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (5)$$

MTTF (*Mean Time To Failure*)

$$MTTF = \mu \quad (6)$$

Keandalan distribusi normal tergantung pada nilai  $\mu$  (rata-rata) dan  $\sigma$  (standar deviasi).

#### 2. Distribusi Eksponensial

Fungsi Kepadatan Probabilitas

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (7)$$

$t > 0$

Fungsi Distribusi Kumulatif

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (8)$$

Fungsi Keandalan

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (9)$$

Fungsi Laju Kerusakan

$$h(t) = \lambda \quad (10)$$

MTTF (*Mean Time To Failure*)

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (11)$$

#### 3. Uji Kolmogorov-Smirnov

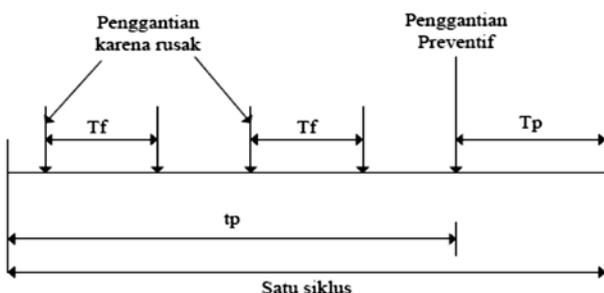
Langkah-langkah uji Kolmogorov-Smirnov sebagai berikut:

- Susun frekuensi-frekuensi berurutan dari nilai terkecil sampai nilai terbesar.
- Susun frekuensi kumulatif dari nilai-nilai teramati itu.
- Konversikan frekuensi kumulatif itu ke dalam probabilitas, yaitu ke dalam fungsi distribusi frekuensi kumulatif ( $f_s(x)$ ).

- Carilah probabilitas (luas area) kumulatif untuk setiap nilai teramati. Hasilnya ialah apa yang kita sebut  $F_t(x_i)$ .
- Susun  $F_s(x)$  berdampingan dengan  $F_t(x)$ . Hitung selisih absolut antara  $F_s(x_i)$  dan  $F_t(x_i)$  pada masing – masing nilai teramati.
- Statistik uji *Kolmogorov – Smirnov* ialah selisih absolut terbesar  $F_s(x_i)$  dan  $F_t(x_i)$  yang juga disebut deviasi maksimum  $D$ , ditulis sebagai berikut:

$$D = |F_s(x_i) - F_t(x_i)| \text{ maks, } i = 1, 2, \dots, N$$

Nilai  $D$  kemudian dibandingkan dengan nilai kritis pada tabel distribusi pengambilan sebagian data, pada ukuran sampel  $n$  dan tingkat kemaknaan  $\alpha$ .  $H_0$  ditolak bila nilai teramati maksimum  $D$  lebih besar atau sama dengan nilai kritis  $D$  maksimum. Dengan penolakan  $H_0$  berarti distribusi teoritis berbeda secara bermakna. Sebaliknya dengan menolak  $H_0$  berarti terdapat perbedaan bermakna antara distribusi teramati dan distribusi teoritis. Penentuan tindakan preventif yang optimum dengan meminimumkan *downtime* akan dikemukakan berdasarkan interval waktu penggantian (*replacement interval*). Tujuan untuk menentukan penggantian komponen yang optimum berdasarkan interval waktu,  $t_p$ , diantara penggantian preventif dengan menggunakan kriteria meminimumkan total *downtime* per unit waktu, dapat dijelaskan melalui gambar berikut:



Gambar 1. Penggantian Komponen Berdasarkan Interval Waktu

Dari gambar tersebut di atas, dapat dilihat bahwa total *downtime* per unit waktu untuk tindakan penggantian preventif pada waktu  $t_p$ , dinotasikan sebagai  $D(t_p)$  adalah:

$$D(t_p) = \frac{H(t_p)T_f + T_p}{t_p + T_p} \quad (12)$$

Dengan:

$H(t_p)$  : Banyaknya kerusakan (kagagalan) dalam interval waktu  $(0, t_p)$ , merupakan nilai harapan (*expected value*)

$T_f$  : Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena kerusakan.

$T_p$  : Waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena tindakan preventif (komponen belum rusak).

$t_p + T_p$  : Panjang satu siklus.

Meminimumkan *total minimum downtime* akan diperoleh tindakan penggantian komponen berdasarkan interval waktu  $t_p$  yang optimum. Untuk komponen yang memiliki distribusi kegagalan mengikuti distribusi peluang tertentu dengan fungsi peluang  $f(t)$ , maka nilai harapan (*expected value*) banyaknya kegagalan yang terjadi dalam interval waktu  $(0, t_p)$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$H(t_p) = \sum_{i=0}^{t_p-1} [1 + H(t_p - 1 - i)] \int_i^{i+1} f(t) dt \quad (13)$$

$H(0)$  ditetapkan sama dengan nol, sehingga untuk  $t_p = 0$ , maka  $H(t_p) = H(0) = 0$ .

## METODE PENELITIAN

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Tahap awal adalah mendapatkan gambaran secara menyeluruh tentang permasalahan yang akan diteliti, berupa data atau informasi dan observasi.
2. Tahap berikutnya adalah pengolahan data dengan analisis pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*, diantaranya dengan mendeskripsikan sistem dan diagram fungsi, serta kegagalan fungsi, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Logic Tree Analysis (LTA)*, seleksi kegiatan perawatan, pengujian pola distribusi dan

keandalan (*reliability*), serta menghitung total minimum *downtime*.

3. Tahap akhir adalah analisis pembahasan, dilakukan berdasarkan analisis kualitatif FMEA yaitu penentuan interval pergantian komponen perawatan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah beberapa hasil pengolahan data.

Tabel 2. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

No. Fungsi	No. Kerusakan Fungsi	Uraian Fungsi/Kegagalan Fungsi
1.1		Memindahkan bokar dari bak air ke bak unit mesin
	1.1.1	Rantai gagal memutar bucket
	1.1.2	Roda-roda pada bucket gagal memutar
1.2		Membuat sirkulasi air pada bak Hammer mill.
	1.2.1	Gagal membuat sirkulasi
	1.2.2	Pompa tidak dapat beroperasi dengan baik
	1.2.3	Aliran air tidak normal
1.3		Proses memotong bokar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan berkembang.
	1.3.1	Hammer mill tidak dapat bekerja dengan baik
	1.3.2	Pemotongan bokar menghasilkan potongan yang besar-besar tidak sesuai dengan ukuran.

Berdasarkan fungsi dan kegagalan fungsi sistem yang telah dibuat, dapat disusun matriks kegagalan fungsi. Matriks ini menyatakan

hubungan kegagalan fungsi terhadap sub-sistem yang mengalami kegagalan.

Tabel 3. Kegagalan Fungsi

Sub-Sistem	No. Kegagalan Fungsi						
	1.1.1	1.1.2	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.3.1	1.3.2
Bucket Hammer Mill	x	x					
Bak Hammer Mill			x	x	x		
Mesin Hammer Mill						x	x

Tabel 4. Uraian *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Major Sub-system	No	Part	Failure Mode	OCC	Failure Causes	DET	Failure Effect	SEV	RPN
Bucket Hammer Mill	1	Rantai	Rantai putus	4	Aus Grease yang kurang Korosi Overload	1	Bucket yang berisi bokar berhenti karena rantai yang juga tidak berfungsi	10	40
	2	Bearing	Bearing Pecah	7	Tekanan yang sangat kuat Grease yang kurang Terlalu sering terendam air	5	Pergerakan sproket terhenti yang mengakibatkan rantai juga terhenti	8	280
	3	Pin + Roda	Gerakan tidak stabil	3	Aus Grease yang kurang Korosi Pemasangan yang tidak tepat	5	Gerakan bucket tidak sesuai, mengakibatkan pergerakan bucket terhambat	4	60

Lanjutan Tabel 4. Uraian *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Major Sub-system	No	Part	Failure Mode	OCC	Failure Causes	DET	Failure Effect	SEV	RPN
Bak Hammer Mill	1	Pompa	Pompa Tersumbat	4	Bokar masuk kedalam pompa	5	Sirkulasi air berhenti dikarenakan pompa yang tidak berfungsi	5	100
	2	Saringan	Saringan Kotor	6	Bokar masuk ke dalam saringan	7	Tersendatnya proses sirkulasi air	3	126
Mesin Hammer Mill	1	Pisau hammer	Pisau Hammer tumpul	7	Masuknya benda-benda asing (batu, besi dan lain-lain) Tekanan yang sangat kuat Aus	5	Hasil remahan yang terlalu besar yang tidak sesuai dengan ukuran dalam pembuatan <i>creep</i>	7	240
	2	V-Belt D 147	kendor	2	Putaran yang sangat tinggi	1	Putaran antara motor dengan mesin tidak sesuai	10	20
	3	Bearing	Pecah	3	Putaran yang sangat tinggi Grease yang kurang Korosi Overload	5	Mesin terhenti akibatnya <i>hammer mill</i> dapat memotong bokar	5	75
	4	Pisau Screen	Tumpul	6	Masuknya benda-benda asing (batu, besi dan lain-lain) Tekanan yang sangat kuat Aus	5	Ukuran hasil pemotongan yang tidak sesuai	7	210

Tabel 5. Uraian *Logic Tree Analysis* (LTA)

Major Sub-system	No	Part	Failure Mode	Failure Causes	Critically Analysis			
					Evident	Safety	Outage	Category
Bucket Hammer Mill	1	Rantai	Rantai putus	Aus	Y	N	Y	B
				Grease yang kurang	Y	N	Y	C
				Korosi	Y	N	Y	B
				overload	Y	N	Y	B
	2	Bearing	Bearing Pecah	Tekanan yang sangat kuat	Y	N	Y	B
				Grease yang kurang	Y	N	Y	C
3	Pin + Roda	Gerakan tidak stabil	aus	Y	N	Y	B	
			Grease yang kurang	Y	N	Y	C	
			Korosi	Y	N	Y	B	
			Pemasangan yang tidak tepat	N	N	Y	D	
Bak Hammer Mill	1	Pompa	Pompa tersumbat	Bokar masuk kedalam pompa	Y	N	Y	D
	2	Saringan	Saringan kotor	Bokar masuk ke dalam saringan	Y	N	Y	D
Mesin Hammer Mill	1	Pisau hammer	Pisau Hammer tumpul atau patah	Masuknya benda-benda asing (batu, besi dll)	Y	N	Y	B
				Tekanan yang sangat kuat	Y	N	Y	B
				aus	Y	N	Y	B
	2	V-Belt D 147	Kendor/putus	Putaran yang sangat tinggi	Y	N	Y	B
	3	Bearing	Pecah	Putaran yang sangat tinggi	Y	N	Y	B
				Grease yang kurang	Y	N	Y	C
				Korosi	Y	N	Y	B
	4	Pisau Screen	Patah/Tumpul	Masuknya benda-benda asing (batu, besi dll)	Y	N	Y	B
Tekanan yang sangat kuat				Y	N	Y	B	
4	Pisau Screen	Patah/Tumpul	aus	Y	N	Y	B	

Pemilihan tindakan pencegahan berdasarkan hasil analisis terhadap FMEA dan LTA adalah sebagai berikut:

1. *Condition Directed* (CD): dilakukan pencegahan dengan berdasarkan kondisi komponen yang sedang berfungsi, diantaranya adalah V-Belt 147, *bearing hammer mill* dan pin (dengan roda)
2. *Time Directed* (TD) : dilakukan pencegahan dengan berdasarkan perhitungan *reliability*, diantaranya adalah rantai, *bearing bucket hammermill*, pisau rotor dan pisau *screen*.
3. *Failure Finding* (FD): dilakukan

pencegahan dengan berdasarkan temuan kerusakan, diantaranya adalah saringan dan pompa.

Berdasarkan data parameter distribusi komponen pada Tabel 6 akan ditentukan *total minimum downtime* (TMD) sebagai interval penggantian komponen dengan *downtime* terkecil.

Berdasarkan perhitungan TMD untuk komponen kritis yang lain, maka diperoleh interval pergantian optimum untuk masing-masing komponen pada Tabel 8.

Tabel 6. Hasil Uji Distribusi dan Penentuan Parameter Distribusi Interval Kerusakan dengan *Software Easyfit Professional 5.5*.

No	Komponen	Pola Distribusi	Parameter
1	Rantai <i>Bucket Hammer Mill</i>	<i>Normal</i>	$\sigma = 39,637; \mu = 73,5$
2	Pisau <i>Screen</i>	<i>Normal</i>	$\sigma = 12,941; \mu = 33,857$
3	Pisau Rotor <i>Hammer Mill</i>	<i>Normal</i>	$\sigma = 10,417; \mu = 23,667$
4	<i>Bearing Bucket Hammer Mill</i>	<i>Ekspponential</i>	$\lambda = 0,01733$

Tabel 7. Lama Perbaikan Kerusakan Komponen Kritis

No	Komponen	Tf (Perbaikan <i>Failure</i> ) menit	Tp (Perbaikan Preventive) menit
1	Rantai <i>Bucket Hammer Mill</i>	65	45
2	Pisau <i>Screen</i>	75	60
3	Pisau Rotor <i>Hammer Mill</i>	140	120
4	<i>Bearing Bucket Hammer Mill</i>	45	30

Tabel 8. Interval Penggantian Optimum

No	Komponen	Interval Penggantian Optimum (Hari)
1	Rantai <i>Bucket Hammer Mill</i>	71
2	Pisau <i>Screen</i>	28
3	Pisau Rotor <i>Hammer Mill</i>	19
4	<i>Bearing Bucket Hammer Mill</i>	52

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan yaitu:

1. Berdasarkan hasil penyusunan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), komponen yang memiliki *Risk Priority Number* (RPN) terbesar yaitu :
  - a. *Bearing Bucket* dengan nilai RPN 280 kali

- b. Pisau *Hammer* dengan nilai RPN 240 kali
- c. Pisau *Screen* dengan nilai RPN 210 kali
- d. Saringan dengan nilai RPN 126 kali
2. Interval pergantian optimum komponen untuk perawatan TD (*Time Directed*) :
  - a. Rantai *Bucket Hammer Mill* : 71 hari
  - b. Pisau *Screen* : 28 hari
  - c. Pisau Rotor *Hammer Mill* : 19 hari
  - d. *Bearing Bucket Hammer Mill* : 52 hari

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gaspersz, V., 1992, *Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*, Penerbit Tarsito, Bandung.
- [2] Dhillon, B.S., 2006, *Maintanability, Maintenance, and Realibility for Engineers*, Taylor and Francis Group. New York.
- [3] Rasindyo, M.R., Kusmaningrum, Helianty, Y. 2015. Analisis Kebijakan Perawatan Metode Reliability Centered Maintenance. *Jurnal Reka Integra*. Vol. 3 No. 1, p 400 – 410.
- [4] Moubray, J., 1997, *Reliability Centered Maintenance. Second Edition*, Industrial Press Inc, NewYork.
- [5] Ramli, R, Arifin, M.N. 2012. Reliability Centered Maintenance In Scheduled Improvement of Automotive Assembly Industry. *American Journal of Applied Science*. Vol. 9 No. 8, p 1232 -1236.
- [6] Ebeling, C.E., 1997, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, The McGraw Hills Companies Inc, Singapore.
- [7] Irianto, D., 2010, *Failure Mode & Effect Analysis*, Manufacturing Systems Research Group ITB, Bandung.
- [8] Asisco, H., Amar, K., Perdana, Y.R. 2012. Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Reliability Centered Maintenance di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Muara Enim. *Jurnal Kaunia*. Vol. 8 No. 2, p 78 – 98.
- [9] Blanchard, B.S., 1980, *Maintainability : A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management*, John Wiley & Sons Series, United States of America.