

USULAN PERENCANAAN PERAWATAN MESIN DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VII (PERSERO) UNIT USAHA SUNGAI NIRU KAB.MUARA ENIM

Hendro Asisco^{1*}, Kifayah Amar¹, Yandra Rahadian Perdana¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga Yogyakarta

* E-mail : hendroasisco@yahoo.com

Abstract

Production activities often encounter barriers due to non-functioning of the production machines. To maintain production stability, it needs the regular maintenance of production machines and equipments. PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru is an oil palm cultivation company. The high production capacity of PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru sometimes lead to the machines breakdown and are still not find the appropriate solutions of the current problem. The Reliability Centered Maintenance (RCM) is one of the methods used to determine the appropriate maintenance actions for each component of the machine at the gin station. The analysis has categorized the best preventive maintenance e.g. 23 components categorized as directed condition, 11 categorized as component failure and 5 components categorized as run to failure. Besides of quantitative data, the interview with the representative of the research object has highlighted some critical components e.g. bearing, universal joint, pen and coupling rod. With regard to the best replacement interval to minimize downtime, it has concluded for bearing component needs 122 hours with downtime of 0.005944116, universal joint needs 1067 hours with downtime of 0.00439881 hours, while pen needs 397 hours with downtime of 0.001719194 and shaft couplings need 642 hours with downtime of 0.000899. By doing these preventive actions, the overall downtime has been decreased to 2.3 hours.

Keywords: *Reliability Centered Maintenance, Total Minimum Downtime, Maintenance*

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting dalam mendukung beroperasinya suatu sistem secara lancar sesuai yang dikehendaki. Selain itu, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan biaya atau kerugian–kerugian yang ditimbulkan akibat adanya kerusakan mesin. Perawatan dapat dibagi menjadi beberapa macam, tergantung dari dasar yang dipakai untuk menggolongkannya. Pada dasarnya terdapat dua kegiatan pokok dalam perawatan yaitu perawatan preventif dan perawatan korektif. Suatu mesin terdiri dari berbagai komponen vital yang mendukung kelancaran

operasi, sehingga apabila komponen tersebut mengalami kerusakan maka akan mendatangkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan. Oleh sebab itu, tidak bisa dipungkiri perlunya suatu perencanaan kegiatan perawatan bagi masing-masing mesin produksi untuk memaksimalkan sumber daya yang ada. Keuntungan yang akan diperoleh perusahaan dengan lancarnya kegiatan produksi akan lebih besar.

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan landasan dasar untuk perawatan fisik dan suatu teknik yang dipakai untuk mengembangkan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal (Ben-Daya, 2000). Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perancangan dan kualitas pembentukan perawatan pencegahan yang efektif akan menjamin terlaksananya desain keandalan dari peralatan (Moubray, 1997).

PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan kelapa sawit sering mengalami permasalahan *breakdown* mesin yang tinggi. Hal tersebut menghambat jalannya proses produksi yang berdampak pada penurunan kapasitas produksi. Pada saat dilakukan penelitian, PT. Perkebunan Nusantara VII menerapkan sistem pemeliharaan *corrective maintenance*, yaitu melakukan perbaikan ketika terdapat kerusakan. Selain itu juga dibantu dengan *planned maintenance*, yaitu dijadwalkan setiap dua minggu dilakukan pemeliharaan mesin dan lingkungan pabrik secara keseluruhan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka penelitian ini mencoba untuk mengusulkan sistem perawatan mesin dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Metode RCM diharapkan dapat menetapkan *schedule maintenance* dan dapat mengetahui secara pasti tindakan kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat yang harus dilakukan pada setiap komponen mesin.

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi komponen kritis pada stasiun pemisah biji.
2. Menentukan interval waktu penggantian untuk komponen kritis yang sering mengalami kerusakan.
3. Rekomendasi jenis tindakan/aktivitas perawatan (*maintenance task*) yang dilakukan pada setiap komponen yang diteliti.

Batasan Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ini memiliki batasan-batasan agar fokus dalam menjawab permasalahan penelitian. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Mesin produksi yang akan menjadi obyek penelitian adalah mesin pemisah biji di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru, Kab. Muara Enim, Sumatera Selatan.
2. Kegiatan perawatan berupa cara perbaikan, pembongkaran, penggantian, dan pemasangan peralatan tidak dibahas dalam penelitian ini.
3. Data kerusakan yang diamati dan dianalisis adalah data tahun 2011, yaitu mulai dari bulan Januari 2011 hingga Nopember 2011.
4. Penelitian yang dilakukan untuk menentukan selang waktu pergantian yang optimal berdasarkan pendekatan Total Minimum Downtime.
5. Suku cadang mesin diasumsikan tersedia saat diperlukan baik dalam keadaan operasi normal maupun darurat.
6. Penelitian ini tidak memperhitungkan aspek biaya.

B. Kajian Pustaka

Tabel 1 menggambarkan secara detail penelitian-penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan saat ini.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian-penelitian terdahulu

Peneliti Aspek	Afey (2010)	Wing (2010)	Novira (2010)	Kusumoningrum (2010)	Asisco (2012)
Tujuan	Efisiensi biaya dan <i>maintenance task</i>	Memetakan aktivitas perawatan mesin, dan mengembangkan <i>Standard Operation Prosedure (SOP)</i>	Efisiensi biaya dan <i>maintenance task</i>	Menentukan kegiatan perawatan	Jadwal kegiatan perawatan dan <i>maintenance task</i>
Metode Analisis	FMECA, LTA, <i>Total Minimum Downtime</i>	<i>Fishbone</i> diagram, <i>current state map</i>	FMEA, LTA, <i>Total Minimum Downtime</i>	FMEA, LTA	FMEA, LTA, <i>Total Minimum Downtime</i>
Objektif Penelitian	Efisiensi biaya dan <i>maintenance task</i>	<i>Future state map</i> dan SOP perawatan mesin	Efisiensi biaya dan tindakan kegiatan perawatan (<i>maintenance task</i>)	Tindakan kegiatan perawatan (<i>maintenance task</i>)	Identifikasi komponen kritis, jadwal penggantian komponen kritis dan tindakan kegiatan perawatan (<i>maintenance task</i>)

Reliability Centered Maintenance (RCM)

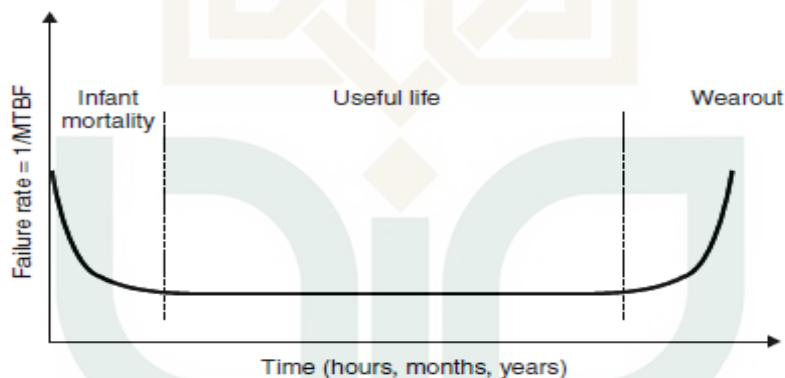
RCM juga diperkenalkan pada tahun 1960, namun pada awalnya digunakan oleh produsen pesawat terbang, maskapai penerbangan, dan pemerintah yang ditujukan untuk memelihara pesawat terbang (Nowlan dan Heap dalam Pintelon et al., 1999). Moubray (1997) mendefinisikan RCM sebagai suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh pengguna.

Tahapan Penyusunan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*:

- 1) Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi
- 2) Definisi batasan sistem
- 3) Deskripsi sistem
- 4) Fungsi sistem dan kegagalan fungsional
- 5) *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)
- 6) *Logic Tree Analysis* (LTA)
- 7) *Pemilihan tindakan*

Keandalan (*Reliability*)

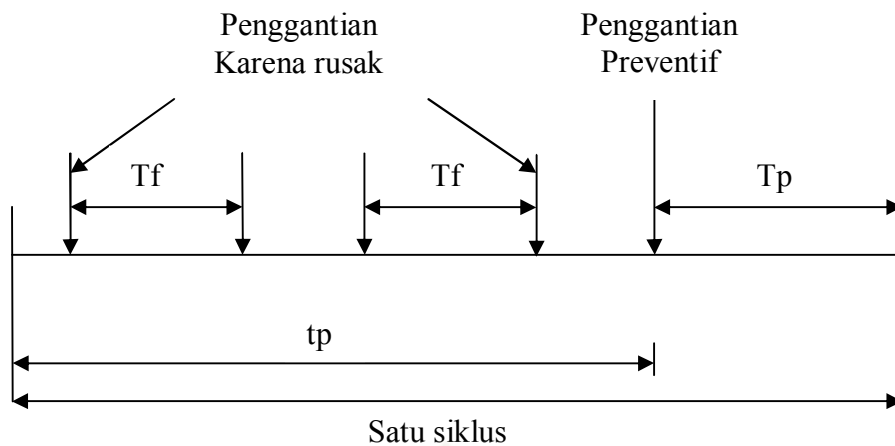
Keandalan adalah probabilitas bahwa suatu komponen/sistem akan menginformasikan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi (Ebeling, 1997). Secara umum konsep keandalan dapat digambarkan dalam *Bathtub Curve* yang menjelaskan siklus hidup item/komponen.



Gambar 1 *Bathtub Curve*
Sumber: Smith (2005, hal.17)

Total Minimum Downtime (TMD)

Tujuannya untuk menentukan penggantian yang optimal berdasarkan interval waktu, tp, diantara penggantian *preventive* dengan menggunakan kriteria meminumkan *downtime* per unit waktu, dapat dijelaskan melalui Gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. Penggantian Komponen Berdasarkan Interval Waktu
 Sumber: Siswanto (2010, hal.45)

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa total *downtime* per-unit waktu untuk tindakan penggantian preventif pada waktu t_p , dinotasikan sebagai $D(t_p)$ adalah :

$$D(t_p) = \frac{H(t_p)T_f + T_p}{t_p + T_p} \quad \text{(persamaan 1)}$$

$H(t_p)$ = Banyaknya kerusakan (kegagalan) 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.

Dengan meminumkan total *downtime*, 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:

$$H(t_p) = \sum_{i=0}^{t_p-1} [1 + H(t_p - 1 - i)] \int_i^{i+1} f(t) dt \quad \text{(persamaan 2)}$$

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

C. Metodologi Penelitian

Objek Penelitian

Obyek dalam penelitian ini adalah mesin pada stasiun pemisah biji di PT.Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim, Sumatera Selatan.

Jenis-Jenis Data

Data-data yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder yaitu :

1) Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung dari subyek penelitian menggunakan alat pengukuran atau alat pengambilan data langsung pada subyek.

2) Data Sekunder

Data sekunder adalah yang diperoleh secara tidak langsung untuk mendapatkan informasi (keterangan) dari objek yang diteliti.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1) Wawancara

2) Observasi

3) Studi Pustaka

4) Studi Dokumen

Variabel Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

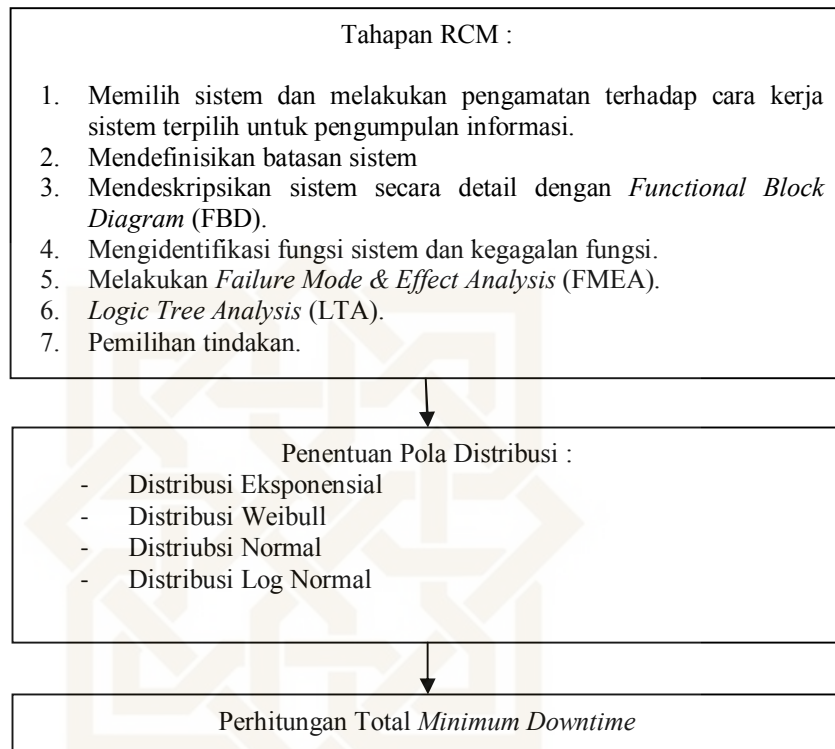
1) Data lamanya *downtime* mesin-mesin di stasiun pemisah biji

2) Data interval waktu antar kerusakan komponen di stasiun pemisah biji

3) Data waktu penggantian komponen mesin di stasiun pemisah biji

Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahap, Gambar 3 menjelaskan tahapan-tahapannya:



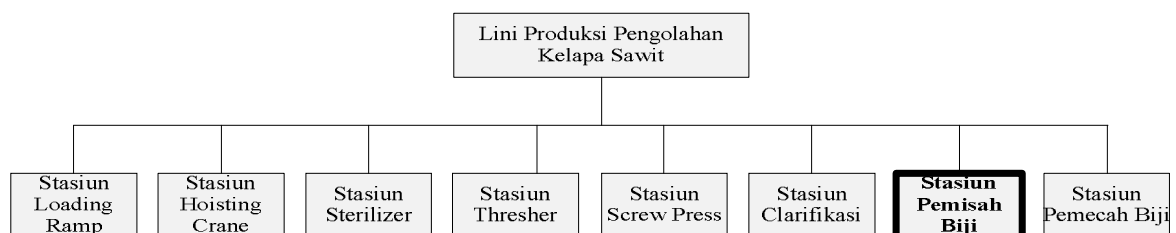
Gambar 3 Tahapan Pengolahan Data

D. Hasil dan Pembahasan

Analisis Proses RCM

Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi

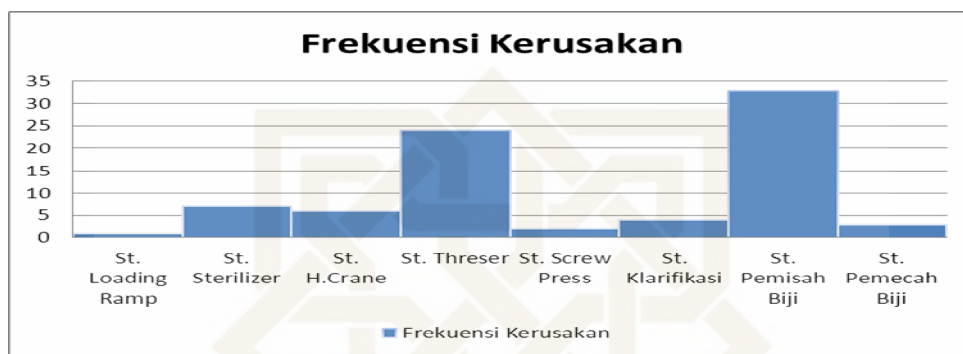
Gambar 4 menjelaskan struktur hierarki pengolahan kelapa sawit pada PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) UU SUNI.



Gambar 4. Struktur Hirarki Proses Produksi Pengolahan Kelapa Sawit

Stasiun-stasiun tersebut bekerja secara berurutan mulai dari proses awal hingga akhir. Sehingga dengan meminimalkan kerusakan pada mesin dengan kerusakan tertinggi akan dapat menurunkan *breakdown* secara keseluruhan.

Gambar 5 di bawah ini menunjukkan frekuensi kerusakan komponen mesin di PT Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru.



Gambar 5. Frekuensi Kerusakan

Berdasarkan histogram yang ditunjukkan pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa jumlah *breakdown* mesin yang tertinggi adalah pada stasiun pemisah biji yaitu sebanyak 33 kali kerusakan. Berdasarkan hal ini, maka stasiun pemisah biji dipilih sebagai objek penelitian karena memiliki *breakdown* paling tinggi.

Definisikan Batasan Sistem

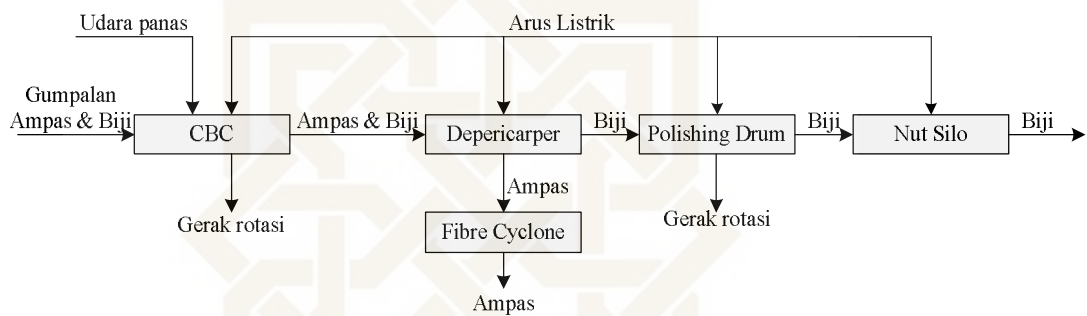
Jumlah sistem yang mendukung suatu fasilitas sangat bervariasi tergantung pada kompleksitas fasilitas itu sendiri. Dalam proses analisis RCM, definisi batasan sistem sangat penting karena:

- 1) Dapat membedakan secara jelas antara sistem yang satu dengan yang lainnya dan dapat membuat daftar komponen yang mendukung sistem tersebut. Hal ini dapat mencegah terjadinya tumpang tindih atau *overlapping*.
- 2) Dapat mendefinisikan sistem *input output* dari sistem. Dengan adanya perbedaan yang jelas antara apa yang masuk dan keluar dari suatu sistem maka akan sangat membantu dalam akurasi analisis proses RCM pada langkah berikutnya

- 3) Definisi batasan sistem terdiri dari peralatan mayor (*major equipment*) dan batasan fisik (*physical primer boundaries*).

Penjelasan Sistem dan *Functional Block Diagram*

Suatu sistem dapat dideskripsikan berdasarkan fungsi dari subsistemnya. Fungsi dari stasiun pemisah biji adalah memisahkan antara ampas (*fibre*) dan biji (*nut*) serta menampung sementara biji sebelum dilakukan proses selanjutnya. Gambar 6 dibawah ini menunjukkan *functional block diagram*.



Gambar 6. *Functional Block Diagram*

Gambar 6 menggambarkan blok diagram fungsi subsistem stasiun pemisah biji. Selain itu, *input* dan *output* sistem tersebut juga digambarkan untuk menyatakan apa yang menjadi masukan dan keluaran dari setiap subsistem tersebut.

Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Tabel 2 dibawah ini menjelaskan fungsi dan kegagalan fungsi subsistem pada stasiun pemisah biji.

Tabel 2. Fungsi dan Kegagalan Fungsi Subsistem

No. Fungsi	No. Kegagalan Fungsi	Uraian Fungsi/Kegagalan Fungsi
1. Sub Sistem <i>Cake Breaker Conveyor</i>		
1.1		Membawa/menghantar ampas dan biji
	1.1.1	Keausan pada komponen
	1.1.2	Gagal melakukan rotator
2. Sub Sistem <i>Depericarper</i>		
2.1		Memisahkan ampas dan biji

	2.1.1	Keausan pada komponen
	2.1.2	Gagal memisahkan ampas dan biji
3. Sub Sistem <i>Fibre Cyclone</i>		
3.1		Membawa ampas ke stasiun boiler
	3.1.1	Keausan pada komponen
	3.1.2	Gagal membawa ampas
4. Sub Sistem <i>Polishing Drum</i>		
4.1		Membersihkan biji dari kotoran
	4.1.1	Keausan pada komponen
	4.1.2	Gagal membersihkan biji
5. Nut Bin		
5.1		Menampung sementara biji
	5.1.1	Keausan pada komponen

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FMEA merupakan teknik yang banyak digunakan secara luas untuk penilaian yang menyebutkan bentuk, penyebab pengaruh, kerusakan terhadap keandalan sistem secara keseluruhan. Penilaian kualitatif yang menjadi dasar dari FMEA terkadang menyebabkan beberapa perkiraan mengenai kemungkinan terjadinya kerusakan. Kolom *function* menunjukkan fungsi yang dimiliki oleh komponen, kolom *functional failure* menunjukkan jenis kegagalan yang terjadi pada komponen. Kolom *failure mode* menunjukkan penyebab terjadinya kegagalan, sedangkan kolom *failure effect* menunjukkan apa yang terjadi ketika komponen tersebut gagal memenuhi standar performansinya.

Logic Tree Analysis (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis (LTA)* merupakan proses yang kualitatif yang digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode*. Tujuan LTA adalah untuk mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya.

Tiga hal yang perlu diperhatikan dalam analisis kekritisan yaitu sebagai berikut:

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

Berdasarkan LTA tersebut *failure mode* dapat digolongkan dalam empat kategori yaitu:

1. Kategori A, jika *failure mode* mempunyai konsekuensi *safety* terhadap personel maupun lingkungan.
2. Kategori B, jika *failure mode* mempunyai konsekuensi terhadap operasional pabrik yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi secara signifikan.
3. Kategori C, jika *failure mode* tidak berdampak pada *safety* maupun operasional pabrik dan hanya menyebabkan kerugian ekonomi yang relatif kecil untuk perbaikan.
4. Kategori D, jika *failure mode* tergolong sebagai *hidden failure* yang kemudian digolongkan lagi ke dalam kategori D/A, kategori D/B dan kategori D/C.

Tabel 3. Kategori Komponen

No	Kategori	Komponen Utama	Persentase
1	A atau D/A	-	-
2	B atau D/B	39	100 %
3	C atau D/C	-	-
Total		39	100 %

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa tidak ada kegagalan yang termasuk dalam kategori *safety problem* (kegagalan peralatan yang menyebabkan masalah keselamatan operator). Semua komponen stasiun pemisah biji berada dalam kategori *outage problem* (kegagalan komponen yang menyebabkan berhentinya sebagian unit proses stasiun pemisah biji). Kegagalan komponen ini dapat menyebabkan kegagalan fungsi operasi, seperti kegagalan dalam proses pemisahan biji dengan ampasnya.

Pemilihan Tindakan

Pada Tabel 4 berikut ini dapat dilihat rekomendasi tindakan yang dihasilkan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagai perencanaan tindakan terhadap masing-masing komponen.

Tabel 4. Tindakan Perawatan

No	Kategori	Komponen	Persentase
1	<i>Condition directed</i>	23	59 %
2	<i>Failure finding</i>	11	28 %
3	<i>Run to failure</i>	5	13 %
Total		39	100 %

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa terdapat 23 komponen dari 39 komponen (59% dari keseluruhan komponen yang ada) yang termasuk dalam kategori tindakan perawatan *condition directed*. *Condition directed* adalah perawatan komponen yang dilakukan dengan mendeteksi kerusakan, apabila dalam pemeriksaan ditemukan gejala-gejala kerusakan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen. Komponen-komponen yang termasuk dalam kategori ini yaitu sebagai berikut:

1. Substasiun *Cake Braker Conveyor* (CBC) terdiri dari:
 - a. *Bearing*
 - b. *Gear*
 - c. *Shaft*
 - d. *Universal joint*
 - e. Batang kopling
 - f. Rantai
 - g. Pedal
 - h. pipa
2. Subsistem *Depericarper* terdiri dari:
 - a. Pedal

- b. Karet
- 3. Subsistem *Fibre Cyclone* terdiri dari:
 - a. *Bearing*
 - b. *Shaft*
 - c. *Gear*
 - d. *Cyclone*
 - e. Pedal
 - f. Karet
- 4. Subsistem *Polishing Drum* terdiri dari:
 - a. *Bearing*
 - b. *Shaft*
 - c. *Gear*
 - d. Pedal
 - e. Karet
 - f. Drum
- 5. Subsistem *Nut Bin* terdiri dari:
 - a. Tangki

Sebanyak 11 komponen dari 39 komponen (28% dari keseluruhan komponen yang ada) termasuk dalam kategori *failure finding* yang berarti perawatannya bertujuan untuk menemukan kerusakan peralatan tersembunyi dengan pemeriksaan berkala. Komponen-komponen yang termasuk kategori ini yaitu sebagai berikut:

- 1. Substasiun *Cake Braker Conveyor* (CBC) terdiri dari:
 - a. *Stator*
 - b. *Rotor*
- 2. Subsistem *Depericarper* terdiri dari:
 - a. *Stator*
 - b. *Rotor*

- c. *Blower*
- 3. Subsistem *Fibre Cyclone* terdiri dari:
 - a. *Stator*
 - b. *Rotor*
 - c. *Blower*
- 4. Subsistem *Polishing Drum* terdiri dari:
 - a. *Stator*
 - b. *Rotor*
 - c. *Blower*

Sebanyak 5 komponen dari 39 (13% dari keseluruhan komponen yang ada) komponen yang termasuk dalam *run to failure*. *Run to failure* adalah kondisi dimana apabila tidak karena dilihat dari kemudahan pemasangan dan tidak ditemukan tindakan ekonomis yang dapat mencegah kerusakan. komponen-komponen yang termasuk dalam kategori ini yaitu sebagai berikut:

- 1. Substasiun *Cake Braker Conveyor* (CBC) terdiri dari:
 - a. As
 - b. *Pen*
- 2. Subsistem *Depericarper* terdiri dari:
 - a. *Pen*
- 3. Subsistem *Fibre Cyclone* terdiri dari:
 - a. *Pen*
- 4. Subsistem *Polishing Drum* terdiri dari:
 - a. *Pen*

Berdasarkan hasil wawancara dengan Asisten Kepala Teknik dan Pengolahan, Asisten Teknik serta Mandor didapatkan bahwa komponen kritis yang termasuk dalam kategori *condition directed* yaitu *bearing CBC*, *universal joint* dan batang kopleng. Sedangkan komponen kritis yang masuk dalam kategori *run to failure* yaitu *pen*.

Kategorisasi tindakan bertujuan untuk memudahkan dalam penentuan tindakan perawatan yang paling tepat untuk setiap mode kegagalan/kerusakan dari masing-masing komponen mesin. Pada akhirnya kategorisasi tindakan perawatan ini dapat membantu perusahaan dalam meminumkan *downtime*, meningkatkan ketersediaan dari setiap mesin, meningkatkan umur penggunaan mesin, meningkatkan kualitas produk, menjamin mesin dapat digunakan sesuai dengan fungsinya

Analisis Penentuan Pola Distribusi

Sebelum membuat jadwal perawatan mesin terlebih dahulu harus diketahui distribusi waktu antar kerusakan tiap komponen. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *Software Easyfit 5.50. Goodness of Fit Test* yang digunakan yaitu *Kolmogorov-Smirnov*, dengan pengujian ini dapat diketahui kecenderungan data kerusakan mengikuti pola distribusi tertentu. Data yang ada diuji menggunakan empat pola distribusi, yaitu distribusi weibull, normal, lognormal dan eksponensial. Tabel 5 menunjukkan hasil dari pengujian pola distribusi waktu antar kerusakan komponen.

Tabel 5. Pola Distribusi Kerusakan Komponen Kritis

No	Part	Pola Distribusi	Parameter
1	<i>Pen</i>	Normal	$\sigma = 180.25$ $\mu = 508$
2	Batang kopling	Normal	$\sigma = 161.88$ $\mu = 820.83$
3	<i>Universal joint</i>	Weibull	$\alpha = 0.49299$ $\beta = 275.2$ $\gamma = 387$
4	<i>Bearing CBC</i>	Lognormal	$\sigma = 0.51947$ $\mu = 5.053$ $\gamma = -43.638$

Analisis Interval Penggantian Komponen dengan Menggunakan *Total Minimum Downtime (TMD)*

Contoh perhitungan maka diambil *Bearing CBC* dengan langkah-langkah sebagai berikut:

Untuk:

$$H(0) = \text{Selalu ditetapkan } H(0) = 0$$

$$H(1) = \{1 + H(0)\} \int_0^1 f(t) dt$$

$$H(1) = \{1 + H(0)\} \frac{1}{(1)0.51947\sqrt{2\pi}} \int_0^1 \exp \left[-\left(\frac{(\ln(1) - 5.053)^2}{2(0.51947)^2} \right) \right]$$

$$= 2.37 \times 10^{-17}$$

Untuk H(2), H(3),... H(t) hasil perhitungannya diperoleh dengan menggunakan *Microsoft Excel*. Perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD). Perhitungan TMD adalah :

$$D(t_p = 1) = D(1) = \frac{(0)(0.5) + (0.05)}{1 + (0.5)} = 0.3333 \text{ jam}$$

Perhitungan D(2), D(3),.... D(t) dengan menggunakan *Microsoft Excel* yang dapat dilihat pada lampiran-7. Hasil akhir yang diperoleh yaitu berupa interval penggantian komponen kritis antara lain:

1. *Bearing* CBC = 122 jam
2. *Universal joint* = 1067 jam
3. *Pen* = 397 jam
4. Batang kopling = 642 jam

Berdasarkan tingkat kerusakan yang paling sering pada *Bearing* CBC, *Universal Joint*, *Pen* dan Batang Kopling dengan interval penggantian 122 jam, 1067 jam, 397 jam dan 642 jam.

Tabel 6. Rata-rata Interval Penggantian Komponen Kritis

Komponen Kritis	Penggantian Aktual (Jam)	Usulan (Jam)
<i>Bearing</i> CBC	134.8125	122
<i>Universal joint</i>	1098	1067
<i>Pen</i>	508	397
Batang kopling	820.833	642

Berdasarkan hasil perbandingan antara rata-rata interval kerusakan komponen kritis dengan perhitungan *Total Minimum Downtime* maka dapat disimpulkan bahwa rata-rata pergantian komponen sebelum kerusakan lebih baik. Dengan melakukan

pergantian komponen sebelum terjadinya kerusakan akan dapat mencegah terjadinya *breakdown* dan menaikkan produktivitas meskipun secara sekilas biaya untuk pergantian komponen akan lebih tinggi karena sebelum komponen rusak telah diganti terlebih dahulu. Namun, jika dilihat dari dampak yang akan ditimbulkan jika tidak dilakukan pergantian adalah *breakdown*. Dengan adanya *breakdown* maka akan timbul *losses* (kehilangan) yaitu hasil produksi akan menurun.

Rata-rata *breakdown* akibat kerusakan *Bearing* CBC adalah 0.7 jam, *Pen* adalah 0.5 jam, Batang kopling adalah 0.6 jam dan *Universal joint* adalah 0.5 jam. Maka jika dilakukan pergantian secara dini terhadap komponen kritis maka waktu yang hilang akibat adanya *breakdown* dapat dimanfaatkan untuk produksi. Waktu produksi diperoleh dengan usulan perbaikan pergantian komponen adalah 2.3 jam.

Persentase selisih waktu pergantian komponen dengan membandingkan kondisi aktual dan usulan adalah sebagai berikut:

$$\text{Bearing CBC} = \frac{134.8125 - 122}{134.8125} \times 100 \% = 9.50\%$$

$$\text{Pen} = \frac{1098 - 1067}{1098} \times 100 \% = 2.82\%$$

$$\text{Batang kopling} = \frac{508 - 397}{508} \times 100 \% = 21.8\%$$

$$\text{Universal joint} = \frac{820.833 - 642}{820.833} \times 100 \% = 21.7\%$$

E. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Melalui wawancara yang dilakukan dengan melibatkan asisten kepala teknik dan pengolahan, asisten teknik serta mandor didapatkan komponen kritis pada stasiun pemisah biji yaitu *bearing* CBC, *universal joint*, *pen* dan batang kopling. Selain

melalui wawancara, identifikasi komponen kritis juga dilakukan dengan cara melihat data-data kerusakan dan dokumen-dokumen yang terkait dengan perawatan mesin yang dimiliki oleh PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru.

- 2) Interval optimum pergantian komponen kritis berdasarkan *minimum downtime* untuk *bearing* CBC adalah 122 jam dengan *downtime* 0.005944116, *universal joint* 1067 jam dengan *downtime* 0.00439881, *pen* 397 jam dengan *downtime* 0.001719194 dan batang kopleng 642 jam dengan *downtime* 0.000899. Artinya setelah mesin/instalasi berproduksi sesuai jam interval optimum tersebut, maka perlu dilakukan pergantian komponen tersebut. Meskipun komponen kritis tersebut masih bisa digunakan lebih dari batas pergantian yang optimum.
- 3) Rekomendasi tindakan yang didapat melalui pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yaitu:
 - a. *Condition Directed* (CD) yaitu tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara *visual inspection*, memeriksa alat dan *memonitoring* sejumlah data yang ada. Tindakan kategori ini mencapai 59% berdasarkan pengelompokan komponen.
 - b. *Failure Finding* (FF) yaitu tindakan yang diambil dengan tujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala. Tindakan kategori ini mencapai 28% berdasarkan pengelompokan komponen.
 - c. *Run to Failure* (RTF) yaitu ini bersifat korektif karena gejala *mode* kegagalan tidak dapat diidentifikasi. Tindakan kategori ini mencapai 13% berdasarkan pengelompokan komponen.

Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan sebagai masukan bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya adalah:

1. Berdasarkan hasil dari penelitian yang diperoleh, peneliti menyarankan agar *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini dapat diterapkan sebagai pendekatan yang digunakan dalam sistem perawatan di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) UU Sungai Niru. Karena dengan adanya penerapan konsep RCM perusahaan dapat mengetahui jenis tindakan perawatan yang optimal sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.
2. Berdasarkan hasil perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD) yang diperoleh, peneliti menyarankan agar interval optimum penggantian komponen kritis tersebut dapat dijadikan sebagai acuan. Karena dengan adanya penggantian komponen sebelum terjadinya kerusakan akan mencegah terjadinya *downtime*, sehingga proses produksi tidak terganggu.
3. Penelitian yang dilakukan saat ini masih meliputi stasiun pemisah biji, untuk memperoleh hasil yang lebih signifikan dalam peningkatan produktivitas. Penelitian selanjutnya dapat meneliti komponen-komponen lain pada stasiun-stasiun yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Afey, I. H. 2010. Reliability-Centered Maintenance Methodology and Application: A Case Study. *Journal of Engineering*, 2.
- Ben-Daya, M. 2000. You May Need RCM to Enhance TPM Implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 6(2).
- Ebelling, C.E.1997. *An introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York: The Mc.Graw Hill Companier inc.
- Kusumoningrum, L. 2010. *Perencanaan Perawatan Mesin Induction Furnace dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM)*. S-1 Teknik Industri, Unuversitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Moubray, J. 1997. *Reliability Centered Maintenance II*. New York: Industrial Press Inc.
- Novira, E. 2010. *Perencanaan Pemeliharaan Papar Machine dengan Basis RCM (Reliability Centered Maintenance) di PT. PDM Indonesia*. S1-Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Pintelon, L., Nagarur, N., & Puyvelde, F.V. 1999. Case study : RCM - yes, no or maybe?. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 5(3).

- Prawirosentono, S. 2007. *Manajemen Operasi (Operation Management) Analisis dan Studi Kasus edisi keempat*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Puspitasari, P.D., & Dewi, M.N.C. 2010. *Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) II pada Sub-System Primary Reforming di Pabrik Amoniak KALTIM-4*. Laporan Kerja Praktek, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Siswanto, Y. 2010. *Perancangan Preventive Maintenance Berdasarkan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada PT. Sinar Sosro*. S-1 Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Smith, A.M. 1992. *Reliability Centered Maintenance*. New York: Mc Graw-Hill Inc.
- Smith, A.M., & Hinchcliffe, G.R. 2004. *RCM-Gateway to World Class Maintenance*. United Kingdom: Elsevier Inc.
- Smith, D.J. 2005. *Reliability, Maintainability and Risk*. United Kingdom: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Wing, N. 2010. *Perencanaan Sistem Perawatan Mesin dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance dan Maintenance Value Stream (Studi Kasus di PT. Industri Karet Nusantara)*. S-1 Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Medan.

