

PENERAPAN PREVENTIVE MAINTENANCE DENGAN MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE DENGAN MENGAPLIKASIKAN GREY FMEA PADA PT. WXY

Wilbert¹, Tuti Sarma Sinaga², A Jabbar M.Rambe²

Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155
Email : Wilbert_tamin@hotmail.com
Email :Tutie_sarma@yahoo.co.id

Abstrak.*PT. WXY adalah perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan fruit cages (lori). Kendala yang dihadapi PT.WXY adalah terganggunya proses produksi yang disebabkan oleh kerusakan pada komponen mesin yang beresiko tingginya angka downtime. Masalah ini diselesaikan dengan menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) yang mengaplikasikan Grey FMEA dalam menentukan prioritas perbaikan sehingga diperoleh perencanaan perawatan yang lebih optimal. Diagram pareto digunakan untuk menentukan mesin yang paling kritis pada metode RCM. Hasil diagram pareto diperoleh mesin bor magnet merupakan sistem yang paling kritis. Komponen yang terdapat dalam mesin bor magnet adalah saklar magnet, spindle, spindle sleeve, drilling chuck, motor NFA03LG-011, radial ball bearing, v-belt, dan pulley. Selanjutnya hasil penerapan Reliability Centered Maintenance dengan mengaplikasikan Grey FMEA diperoleh komponen yang harus dirawat secara terjadwal (time directed) adalah spindle dengan jadwal perawatan 33 hari, motor NFA03LG-011 dengan jadwal perawatan 36 hari, radial ball bearing dengan jadwal perawatan 43 hari, dan v-belt dengan jadwal perawatan 42 hari. Perawatan komponen yang tidak terjadwal (condition directed) adalah saklar magnet, spindle sleeve, drilling chuck, dan pulley. Penerapan metode RCM dengan melakukan simulasi terhadap distribusi kerusakan diperoleh penurunan downtime sebesar 20.56%.*

Kata kunci:*Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Grey FMEA, Preventive Maintenance*

Abstract.*PT. WXY is a company engaged in the manufacture of fruit cages (lorry). The constraints that often occur in PT.WXY is the disruption of the production process caused by the damage on the engine components that are at the level of high risk of downtime. This problem is solved by using the Reliability Centered Maintenance (RCM) by applying Grey FMEA in specifying improvement priority so that a more optimum maintenance planning is obtained. Pareto diagrams are used to determine the most critical engine in the RCM method. Pareto diagram result apparently the magnet drill machine is the most critical system. The components inside the magnet drill machine is magnet switch, spindle, spindle sleeve, drilling chuck, motor NFA03LG-011, radial ball bearing, v-belt, and pulley. After that, the implementation result of Reliability Centered Maintenance by applying the Grey FMEA is obtained that the components that have to be maintained in schedule (time directed) is spindle by a 33-days maintenance schedule, motor NFA03LG-011 with a 36-days maintenance schedule, radial ball with a 43-days maintenance schedule, and v-belt with a 42-days maintenance schedule. The unscheduled components (condition directed) are the magnet switch, spindle sleeve, drilling chuck, and pulley. The application of RCM method by conducting a simulation toward the damage of distribution is obtained with the reduction the downtime of 20.56%*

Key Word:*Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Grey FMEA, Preventive Maintenance*

¹ Mahasiswa, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

² Dosen Pembimbing, Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin meningkatnya persaingan dalam bidang manufaktur, maka perusahaan harus melakukan perbaikan secara berkala untuk mendukung kelancaran proses produksinya. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan adalah sistem perawatan di dalam perusahaan. Perawatan merupakan kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas pabrik dan mengadakan perbaikan atau pergantian yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan (Assauri, 1999). Keandalan mesin dan fasilitas produksi merupakan salah satu aspek yang dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi serta produk yang dihasilkan (Putra, 2011) sehingga peralatan dan mesin produksi perlu dijaga dan ditingkatkan keandalannya guna mendukung kelancaran proses produksi.

Penelitian dengan menggunakan metode RCM pernah dilakukan pada PT. Perkebunan Nusantara VII untuk menghasilkan komponen kritis mesin pemisah biji (Asisco, 2012). Dalam penelitiannya diperoleh 4 komponen kritis dan penurunan *downtime* sebesar 13.96 %. RCM merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan langkah yang harus dilakukan untuk menjamin setiap asset fisik dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan oleh penggunaanya (Indrawati, 2010).Keuntungan metode RCM adalah meminimasi peluang kegagalan mesin secara mendadak, memfokuskan kegiatan perawatan pada komponen – komponen kritis, dan meningkatkan *reliability* komponen.

Kerusakan yang terjadi pada mesin – mesin produksi PT. WXY mengakibatkan tingginya angka *downtime* dengan rata-rata 13.63% perbulan. Menurut Frampton persentase *downtime* mesin yang ideal adalah dibawah 3% (Frampton,2001).Berdasarkan pada uraian tersebut maka penelitian ini dicoba diselesaikan dengan menggunakan metode RCM yang mengaplikasikan Grey FMEA.Metode RCM digunakan untuk meningkatkan kehandalan mesin dan menentukan interval perawatan mesin.Dengan menggunakan metode RCM, diharapkan dapat mengurangi waktu *downtime* yang terjadi pada PT. WXY.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan peninjauan dan pengumpulan data di PT. WXY. Data yang diambil adalah data kerusakan mesin dan waktu perbaikan mesin. Data tersebut diperoleh dengan melakukan kegiatan tanya jawab dan wawancara dengan operator, supervisor, dan mekanik secara langsung dilapangan dan mencatat dari dokumen yang terdapat di perusahaan.Pemilihan mesin yang paling kritis digambarkan dengan diagram pareto. Metode RCM digunakan untuk menentukan komponen kritis yang terdapat pada mesin – mesin di PT. WXY.

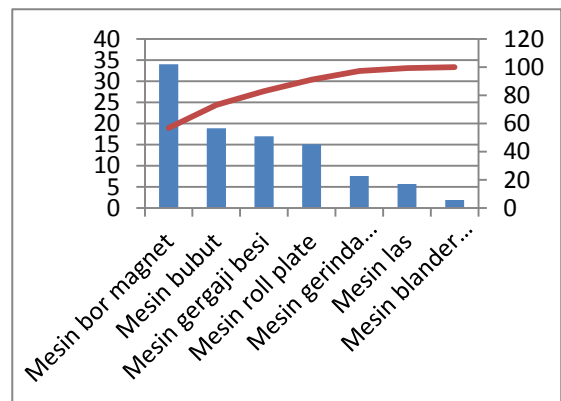
Metode ini terdiri dari tujuh langkah, yakni seleksi sistem dan pengumpulan informasi, pendefinisian batasan sistem, deskripsi sistem, fungsi sistem dan kegagalan fungsi, *Grey Failure mode and Effect Analysis* (Grey FMEA), *Logic Tree Analysis* (LTA), dan pemilihan tindakan. Pada langkah Grey FMEA terdiri dari enam langkah, yakni membangun seri perbandingan, menetapkan seri standar, mencari perbedaan antara seri standar dan seri perbandingan, menghitung koefisien relasional grey dan derajat hubungan grey, menghitung derajat hubungan grey, dan mengurutkan tingkat resiko berdasarkan prioritas. Jadwal pergantian komponen kritis diperoleh berdasarkan perhitungan waktu *Total Minimum Downtime* (TMD).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Reliability Centered Maintenance (RCM)

Terdapat beberapa langkah dalam tahapan RCM, yaitu :

1. Seleksi sistem dan pengumpulan informasi
Berdasarkan hasil pengumpulan data, maka sistem yang dipilih adalah sistem yang memiliki kriteria total frekuensi kerusakan dan *downtime* terbesar yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Pareto Kerusakan Mesin PT. WXY

Berdasarkan Gambar 1. mesin bor magnet memiliki persentase frekuensi kerusakandan *downtime* terbesar yaitu 33.96 dan 56.76 %. Karena mesin bor magnet memiliki persentase *downtime* tertinggi, maka sistem yang dipilih adalah mesin bor magnet.

2. Pendefinisian Batasan Sistem

Batasan – batasan sistem mesin bor magnet dapat di lihat pada Tabel 1 yang menunjukkan bahwa batasan sistem komponen terdiri dari *start with* dan *terminate with*. Ketika saklar magnet diaktifkan maka mesin bor magnet dapat menempel pada benda kerja. Hasil dari putaran *spindle* yang terdapat di dalam *spindle sleeve* dapat

menggerakkan mata bor yang terpasang pada *drilling chuck*. Tansmisi daya motor yang diperoleh dari pasangan *pulley* dan *v-belt* dapat menggerakkan *spindle*.

3. Deskripsi sistem

Penyusunan *System Work Breakdown System* (SWBS) bertujuan untuk mempermudah dalam membedakan komponen yang satu dengan komponen lainnya. Penyusunan SWBS dapat dilihat pada Tabel 2 yang menunjukkan bahwa subsistem kaki atau dasar terdapat komponen saklar magnet. Subsistem *drilling head* terdapat komponen *spindle*, *drilling chuck*, dan *spindle sleeve*. Subsistem *power transmition* terdapat komponen motor NFA03LG-011, *v-belt*, *pulley*, dan *radial ball bearing*.

Tabel 1. Batasan Sistem

Komponen	Batasan Fisik Primer	
	<i>StartWith</i>	<i>TerminateWith</i>
Saklar magnet	Saklar magnet dinyalakan	Bor magnet menempel pada benda kerja
<i>Spindle</i>	Putaran	Hasil putaran
<i>Drilling chuck</i>	<i>spindle</i>	<i>spindle</i>
<i>Spindle sleeve</i>	diteruskan ke <i>drilling chuck</i>	menggerakkan mata bor
Motor NFA03LG-011	Transmisi daya motor NFA03LG-011	Hasil transmisi motor
<i>Pulley</i>	ditransmisikan dengan menggunakan <i>pulley</i> dan <i>v-belt</i>	NFA03LG-011 menggerakkan <i>spindle</i>
<i>V-Belt</i>		
<i>Radial ball bearing</i>		

Tabel 2. Penyusunan *System Work Breakdown System* (SWBS)

Kode	Subsistem	Kode	Komponen
A	Kaki atau dasar	A.1	Saklar magnet
B	<i>Drilling Head</i>	B.1	<i>Spindle</i>
		B.2	<i>Drilling chuck</i>
		B.3	<i>Spindle sleeve</i>
C	<i>Power Transmition</i>	C.1	Motor NFA03LG-011
		C.2	<i>V-belt</i>
		C.3	<i>Pulley</i>
		C.4	<i>Radial ball bearing</i>

4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsi
- Berdasarkan kode – kode yang terdapat pada *System Work Breakdown System* (SWBS), maka dibuat fungsi sistem dan kegagalan fungsi yang dapat dilihat pada Tabel 3 yang menunjukkan bahwa perekatan mesin dengan bagian – bagian lori tidak dapat dilakukan karena saklar magnet tidak dapat diaktifkan. Proses pengeboran tidak dapat dilakukan karena *spindle* tidak terpasang dalam *spindle sleeve* dan *drilling chuck* tidak dapat mengenggam mata bor. *Spindle* tidak dapat berputar disebabkan oleh tidak adanya daya yang ditransmisikan oleh pasangan *v-belt* dan *pulley*.

Tabel 3. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

No. Fungsi	No. Kegagalan Fungsi	Uraian Fungsi / Kegagalan Fungsi
A.1.		Perekatan mesin dengan bagian – bagian lori
	A.1.1	Magnet tidak bereaksi terhadap benda kerja
B.2.		Proses pembuatan lubang pada bagian – bagian lori
	B.2.1	<i>Drilling chuck</i> tidak dapat mengenggam mata bor
	B.2.2	<i>Spindle</i> tidak dapat berputar
	B.2.3	<i>Spindle</i> tidak terpasang didalam <i>spindle sleeve</i>
C.3.		<i>Spindle</i> tidak dapat berputar
	C.3.1	Motor tidak dapat menggerakkan <i>spindle</i>
	C.3.2	<i>V-Belt</i> tidak dapat mentransmisikan daya yang diberikan motor
	C.3.3	<i>Pulley</i> tidak dapat mentransmisikan daya yang di berikan oleh <i>V-Belt</i>
	C.3.4	Terjadi gesekan terhadap poros <i>pulley</i> yang menyebabkan poros <i>pulley</i> terkikis

5. *Grey Failure Mode and Effect Analysis* (Grey FMEA) *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan proses mengidentifikasi kegagalan dari suatu komponen yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi dari sistem. Penerapan *Grey Theory* dalam FMEA dilakukan terlebih dahulu dengan mencari nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*. Penentuan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* berdasarkan hasil *Fokus Grup Discusion* (FGD) dengan mekanik mesin bor magnet. Penentuan rating *severity*, *occurance*, dan *detection* dapat dilihat pada Tabel 4. Tahap selanjutnya yang dilakukan setelah nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* didapatkan adalah menghitung besarnya

nilai *Risk Priority Number* (RPN).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*).

Tabel 4. Penentuan Rating Severity, Occurance, dan Detection

Komponen	Failure Mode	S	O	D
Saklar Magnet	Saklar Magnet rusak	7	2	3
Spindle	Spindle rusak	8	3	6
Drilling chuck	Drilling chuck aus	8	2	4
Spindle Sleeve	Spindle sleeve retak	7	2	5
Motor NFA03LG-011	Motor terbakar	10	3	6
Pulley	Poros pulley retak	8	2	6
V-Belt	V-belt putus	8	3	6
Radial ball bearing	Tidak dapat memutar as penggerak	8	3	6

Penentuan nilai RPN menggunakan metode Grey FMEA yang kemudian dirangking mulai dari nilai RPN terbesar hingga terkecil.

Langkah – langkah penentuan RPN dengan menggunakan metode Grey FMEA, yaitu :

- 1) Membangun seri perbandingan
Pada tahap ini adalah memasukkan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada masing-masing tipe kecacatan

$$\text{Komponen} = \begin{bmatrix} 7 & 2 & 3 \\ 8 & 3 & 6 \\ 8 & 2 & 4 \\ 7 & 2 & 5 \\ 10 & 3 & 5 \\ 8 & 2 & 6 \\ 8 & 3 & 6 \\ 8 & 3 & 6 \end{bmatrix}$$

- 2) Menetapkan seri standar
Standar yang ditetapkan adalah nilai terkecil yang terdapat pada *severity*, *occurance*, dan *detection* yaitu 2.

$$X_0 = [2 \quad 2 \quad 2]$$

- 3) Mencari perbedaan antara seri standar dan seri perbandingan
Pada tahap ini dilakukan dengan mengurangi nilai dari seri perbandingan dengan seri standar. Maka hasilnya adalah:

$$\begin{array}{lll} \Delta_{01}(1) = 5 & \Delta_{01}(2) = 0 & \Delta_{01}(3) = 1 \\ \Delta_{02}(1) = 6 & \Delta_{02}(2) = 1 & \Delta_{02}(3) = 4 \\ \Delta_{03}(1) = 6 & \Delta_{03}(2) = 0 & \Delta_{03}(3) = 0 \\ \Delta_{04}(1) = 5 & \Delta_{04}(2) = 0 & \Delta_{04}(3) = 3 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll} \Delta_{05}(1) = 8 & \Delta_{05}(2) = 1 & \Delta_{05}(3) = 4 \\ \Delta_{06}(1) = 6 & \Delta_{06}(2) = 0 & \Delta_{06}(3) = 4 \\ \Delta_{07}(1) = 6 & \Delta_{07}(2) = 1 & \Delta_{07}(3) = 4 \\ \Delta_{08}(1) = 6 & \Delta_{08}(2) = 1 & \Delta_{08}(3) = 4 \end{array}$$

- 4) Menghitung koefisien relasional grey dan derajat hubungan grey

Untuk menghitung koefisien relasional, faktor keputusan dari model kegagalan dibandingkan dengan seri standar. Langkah – langkah untuk perhitungan pada langkah keempat ini adalah sebagai berikut :

- a. Carilah nilai maximum dan minimum pada langkah ketiga

$$\Delta_{0i} \text{ min} = 0$$

$$\Delta_{0i} \text{ max} = 8$$

- b. ζ adalah berupa identifikasi, hanya mempengaruhi nilai relatif dari resiko tanpa mengubah prioritas. Nilai ζ yang biasanya digunakan adalah 0,5 (Chang, 2001).

Rumus yang digunakan dalam menghitung koefisien relasi grey adalah :

$$Y_{0i}(k) = \frac{\Delta_{0i} \text{ min} + \zeta \Delta_{0i} \text{ max}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \Delta_{0i} \text{ max}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\begin{array}{lll} Y_{01}(1) = 0.444 & Y_{01}(2) = 1 & Y_{01}(3) = 0.8 \\ Y_{02}(1) = 0.4 & Y_{02}(2) = 0.8 & Y_{02}(3) = 0.5 \\ Y_{03}(1) = 0.4 & Y_{03}(2) = 1 & Y_{03}(3) = 0.667 \\ Y_{04}(1) = 0.444 & Y_{04}(2) = 1 & Y_{04}(3) = 0.571 \\ Y_{05}(1) = 0.333 & Y_{05}(2) = 0.8 & Y_{05}(3) = 0.5 \\ Y_{06}(1) = 0.4 & Y_{06}(2) = 1 & Y_{06}(3) = 0.5 \\ Y_{07}(1) = 0.4 & Y_{07}(2) = 0.8 & Y_{07}(3) = 0.5 \\ Y_{08}(1) = 0.4 & Y_{08}(2) = 0.8 & Y_{08}(3) = 0.5 \end{array}$$

- 5) Menghitung derajat hubungan grey
Langkah kelima dilakukan untuk mengetahui nilai prioritas untuk masing – masing komponen. Rumus yang digunakan dalam menentukan derajat hubungan, yaitu :

$$\Gamma_{0i}(j) = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 Y_{0i}(j) \dots\dots\dots(2)$$

$$\begin{array}{ll} \Gamma_{01} = 0,784 & \Gamma_{05} = 0,543 \\ \Gamma_{02} = 0,567 & \Gamma_{06} = 0,633 \\ \Gamma_{03} = 0,689 & \Gamma_{07} = 0,567 \\ \Gamma_{04} = 0,672 & \Gamma_{08} = 0,567 \end{array}$$

- 6) Mengurutkan tingkat resiko berdasarkan prioritas
Tingkat resiko diurutkan berdasarkan nilai terkecil hingga terbesar. Prioritas pertama merupakan prioritas dengan derajat hubungan terkecil.Tingkat resiko berdasarkan prioritas dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3. Γ_{05} , Γ_{02} , Γ_{08} , dan Γ_{07} masing-masing merupakan komponen mesin bor magnet, yaitu motor NFA06LG-011, *spindle*, *radial ball bearing*, dan *v-belt*. Keempat komponen ini menyebabkan mesin bor magnet tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya dan perlu adanya pembongkaran untuk mengetahui adanya

kerusakan pada komponen oleh sebab itu, keempat komponen ini perlu mendapatkan prioritas perbaikan.

Tabel 3. Tingkat Resiko Berdasarkan Prioritas

Nilai Derajat Hubungan	Derajat Hubungan	Ranking
0,543	Γ_{05}	1
0,567	Γ_{02}	2
0,567	Γ_{08}	3
0,567	Γ_{07}	4
0,633	Γ_{06}	5
0,672	Γ_{04}	6
0,689	Γ_{03}	7
0,784	Γ_{01}	8

6. *LogicTreeAnalysis* (LTA)

Tujuan *Logic Tree Analysis* (LTA) adalah mengklarifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing – masing *failure mode* berdasarkan kategorinya. Tabel 4. Menunjukkan Kategori *Logic Tree Analysis* mesin bor magnet.

Tabel 4. *Logic Tree Analysis* Mesin Bor Magnet

Komponen	Critical Analysis Category
Saklar magnet	C
<i>Spindle</i>	B
<i>Drilling chuck</i>	B
<i>Spindle sleeve</i>	C
Motor NFA03LG-011	B
<i>Pulley</i>	B
<i>V-belt</i>	B
<i>Radial ball bearing</i>	B

Berdasarkan Tabel 4 Komponen saklar magnet dan *spindle sleeve* tergolong kategori C (*economic problem*) karena *failure mode* kedua komponen tersebut tidak berdampak pada *safety* maupun *operational plant* dan hanya menyebabkan proses pengeboran menjadi lebih lama. Komponen *spindle*, *drilling chuck*, motor NFA03LG-011, *pulley*, *v-belt*, dan *radial ball bearing* tergolong kategori B (*outage problem*) karena *failure mode* komponen – komponen tersebut mempunyai konsekuensi terhadap *operational plant* yang menyebabkan proses pengeboran tidak dapat dilakukan.

7. Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses RCM. Dari tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan

selanjutnya memilih tindakan yang paling efektif. Berdasarkan langkah – langkah sebelumnya yang telah dilakukan, maka diperoleh 4 komponen yang tergolong *condition directed* dan 4 komponen yang tergolong *time directed*. Komponen yang tergolong *condition directed* adalah saklar magnet, *spindle sleeve*, *drilling chuck*, dan *pulley*. Komponen yang tergolong *time directed* adalah *spindle*, motor NFA03LG-011, *radial ball bearing*, dan *v-belt*.

Pengujian Distribusi

Perhitungan *reliability* dilakukan pada komponen yang termasuk dalam pemilihan tindakan *Time directed* (TD). Komponen tersebut adalah *spindle*, motor NFA03LG-011, *radial ball bearing*, dan *v-belt*. Parameter – parameter yang terdapat pada tiap komponen digunakan untuk perhitungan total *minimum downtime*. Uji pola distribusi untuk masing – masing komponen menggunakan *software EasyFit 5.5 Professional*. Parameter – parameter komponen yang dihasilkan *software Easyfit 5.5 Professional* digunakan untuk perhitungan *total minimum downtime*. Hasil pengujian distribusi dengan menggunakan *software EasyFit 5.5 Professional* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengujian Pola Distribusi dengan Menggunakan *Software EasyFit 5.5 Professional*

No.	Komponen	Pola Distribusi	Parameter
1	<i>Spindle</i>	<i>Weibull</i>	$\alpha = 4,1571$; $\beta = 52,371$
2	Motor NFA03LG-011	<i>Gamma</i>	$\alpha = 31,723$; $\beta = 1,5536$
3	<i>Radial ball bearing</i>	<i>Normal</i>	$\mu = 56,667$; $\sigma = 8,0664$
4	<i>V-Belt</i>	<i>Weibull</i>	$\alpha = 2,9855$; $\beta = 73,315$

Perhitungan *Total Minimum Downtime* (TMD)

Komponen *spindle* diambil sebagai contoh perhitungan *total minimum downtime* dengan langkah – langkah :

- a. Perhitungan fungsi distribusi kumulatif komponen *spindle*

$$F(t) = 1 - \exp \left[\left(-\frac{t}{\beta} \right)^\alpha \right] \dots\dots\dots(3)$$

$$F(1) = 7,13785 \times 10^{-8}$$

$$F(2) = 1,27344 \times 10^{-6}$$

Dan seterusnya sampai F(33)

- b. Menghitung interval kerusakan tiap waktu

$$H(t_p) = \sum_{i=0}^{t_p-1} [1+H(t_p - 1-i)] \int_i^{i+1} F(t) dt \dots\dots\dots(4)$$

H(0) selalu ditetapkan = 0
 H(1) = 7.13785×10^{-8}
 H(2) = 1.2734×10^{-6}
 Dan seterusnya sampai H(33)

c. Perhitungan *total minimum downtime*

$$D(t) = \frac{H(t) T_f + T_p}{t + T_p} \dots \dots \dots (5)$$

D(1) = 0.1011
 D(2) = 0.0175
 Dan seterusnya sampai D(33)

Jadwal Pergantian Komponen Kritis

Interval perawatan terhadap komponen yang sering mengalami *failure mode* pada mesin bor magnet dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Jadwal Pergantian Komponen Kritis Mesin Bor Magnet

No.	Komponen	Jadwal Pergantian (Hari)
1	<i>Spindle</i>	33
2	Motor NFA03LG-011	36
3	<i>Radial ball bearing</i>	43
4	<i>V-Belt</i>	42

Pada Tabel 6 terlihat bahwa komponen *spindle* dilakukan pergantian setiap 33 hari, komponen motor NFA03LG-011 dilakukan pergantian setiap 36 hari, komponen *radial ball bearing* dilakukan pergantian setiap 43 hari, dan komponen *v-belt* dilakukan pergantian setiap 42 hari.

Penurunan Downtime Sistem Perawatan Sekarang dan Usulan

Sistem perawatan usulan yang telah dilakukan diharapkan dapat memberikan penurunan *downtime* terhadap proses produksi produk. Hasil penurunan downtime sistem perawatan sekarang dan usulan dengan melakukan simulasi terhadap distribusi kerusakan dapat dilihat pada Tabel 7 yang menunjukkan bahwa pergantian komponen perawatan usulan yang dihasilkan mengalami penurunan *downtime* sebesar 20.56 % jika dibandingkan dengan pergantian komponen perawatan sekarang.

4. KESIMPULAN

Kegiatan dan interval perawatan berdasarkan *Reliability Centered Maintenance* memiliki 4 komponen dengan perawatan terjadwal dan 4 komponen dengan perawatan tidak terjadwal. Komponen – komponen yang memiliki jadwal perawatan adalah spindle dengan jadwal perawatan 33 hari, motor NFA03LG-011 dengan

jadwal perawatan 36 hari, *radial ball bearing* dengan jadwal perawatan 43 hari, dan *v-belt* dengan jadwal perawatan 42 hari.

Dengan menerapkan metode *Reliability Centered Maintenance*, maka PT. WXY dapat menurunkan rata-rata *downtime* sebesar 20.56 %. Untuk pengembangan penelitian ini maka penelitian selanjutnya dapat dilakukan perhitungan *cost analysis* pada metode *preventive maintenance*.

Tabel 7. Penurunan Downtime

Komponen	Sistem Perawatan Sekarang	
<i>Spindle</i>	Interval pergantian komponen (Hari)	<i>Downtime</i>
	50	0.002222
	44	0.001782
	49	0.001402
Motor NFA03LG-011	57	0.001572
	Sistem Perawatan Usulan	
<i>Radial ball bearing</i>	Interval pergantian komponen (Hari)	<i>Downtime</i>
	33	0.001394
	36	0.001465
	43	0.001222
	42	0.001338
<i>V-Belt</i>	Total Penurunan <i>Downtime</i> rata-rata (%)	
		20.56

DAFTAR PUSTAKA

Asisco, Hendro. 2012. Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara VII (PERSERO) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim. Yogyakarta : Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negri (UIN).

Assauri, Sofjan. 1999. Manajemen Produksi dan Operasi. Edisi Keempat. Jakarta : Lembaga Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.

Ching Chang Liang. 2001. *Failure Mode And Effects Analysis Using Grey Theory*. Journal of Manufacturing Technology Management.

Frampton, Coby. 2001. Benchmarking World Class Maintenance.

Gaspersz, Vincent. 2000. Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri.

- Indriawati, Katherin. 2010. Penerapan *ReliabilityCenteredMaintenance* pada Sistem Gas Buang Boiler di PT. IPMOMI Paiton. Surabaya : Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh November.
- Isma, Boy. 2011. Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode *ReliabilityCenteredMaintenance* II (RCM II) Pada Mesin Danner 1.3 Di PT. "X" Surabaya : Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.
- Tahril, Mohammad Azis. 2009. Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Berbasis Web pada Sistem Pendingin Primer di Reaktor Serba Guna GA. SIWABESSY. Yogyakarta : Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.