

PENERAPAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) DALAM MERENCANAKAN KEGIATAN PEMELIHARAAN MESIN PRODUKSI PADA PABRIK “X”

Ida Bagus Suardika

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Telp. (0341) 417636 – Pes. 516, Fax. (0341) 417634

Abstrak

Sistem produksi dalam sebuah perusahaan akan berjalan dengan baik apabila didukung beberapa aspek, salah satunya adalah kegiatan pemeliharaan terhadap fasilitas kerja yang ada dalam sistem tersebut. Pemeliharaan seringkali dikaitkan dengan reparasi mesin dan peralatan yang mengalami kerusakan, tetapi tujuan dari pemeliharaan yang paling prinsip adalah untuk mempertahankan mesin dan peralatan dapat beroperasi dengan baik dan mencegah terjadinya kerusakan. pemeliharaan yang efektif adalah untuk mempertahankan sistem operasi/produksi beroperasi pada kondisi yang optimum, artinya bahwa pemeliharaan dapat memberikan kepuasan terhadap permintaan yang diekspektasikan pada ongkos yang minimum. Pada Pabrik “X” masih ditemukan terjadinya kerusakan mesin sebelum interval pemeliharaan yang dijadwalkan perusahaan. Adapun fokus dari penelitian ini yaitu pada Granulator Machine dan Screen Machine yang ada pada mechanical produksi. Sedangkan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode RCM yang bertujuan untuk mendapatkan aktivitas pemeliharaan yang optimal apabila ditinjau dari segi minimasi biaya. Pada metode RCM ini meliputi analisa kualitatif yaitu dengan FMEA dan Decission Diagram untuk menentukan jenis kegiatan pemeliharaan yang optimal, dan analisa kuantitatif untuk menentukan interval kegiatan pemeliharaan. Dari hasil penelitian yang diperoleh untuk analisa kualitatif menunjukkan bahwa dari 10 komponen yang menyusun mesin granulator dan mesin screen, terdapat 6 komponen yang memungkinkan untuk dilakukan jenis pemeliharaan scheduled restoration task, sedangkan 4 komponen sisanya menggunakan jenis pemeliharaan scheduled on condition task dan ada default action yaitu dengan redesign pada jangka panjang. Adapun dari analisa kualitatif menunjukkan bahwa dengan adanya interval pemeliharaan optimal dapat mereduksi biaya pemeliharaan pada 10 komponen yang diteliti, jika dibandingkan dengan interval pemeliharaan sebelumnya penurunan biaya pemeliharaan terbesar terjadi pada komponen rabber panel pada mesin granulator yaitu sebesar 23%. Dengan interval pemeliharaan optimal 2.215,14 jam operasi dimana pada awalnya memiliki pemeliharaan setiap 3.600 jam operasi. Pada urutan kedua, terjadi pada komponen bearing 2222C pada mesin granulator, yang diikuti oleh komponen line hose NH₃ dan over size screen.

Kata kunci : *Reliability Centered Maintenance (RCM), FMEA, RCM Decission Diagram, interval pemeliharaan optimal.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin canggih sekarang ini mengakibatkan kebutuhan akan tenaga manusia mulai bergeser untuk kemudian digantikan dengan mesin atau alat produksi lainnya. Untuk melayani target produksi yang terus meningkat, dalam berproduksi mesin-mesin bekerja 24 jam. atau aktifitas mesin-mesin yang bekerja terus-menerus selama 24 jam tersebut, banyak kemungkinan mesin-mesin tersebut mengalami kerusakan. Apalagi bila mesin-mesin tersebut sudah termakan usia. Pemeliharaan yang buruk dapat mengakibatkan peningkatan kecepatan kerusakan mesin dan menimbulkan kerugian pada pemenuhan target produksi.

Pabrik "X" telah mempunyai jadwal berkaitan dengan pemeliharaan mesin, akan tetapi masih terjadi mesin rusak sebelum interval pemeliharaan yang dijadwalkan oleh perusahaan. Akibatnya terjadi *corrective maintenance* yang menimbulkan kerugian yang tidak sedikit. Hal ini berkaitan dengan tingkat keandalan mesin yang rendah. Konsekuensi terhadap operasional produksi terjadi disemua jenis kegagalan yaitu timbulnya *downtime* yang menimbulkan biaya dan kemungkinan juga kerusakan pada komponen-komponen yang lain. Tujuan diadakan penerapan pemeliharaan RCM adalah:

1. Menentukan komponen kritis mesin dalam proses produksi.

2. Menentukan kebijakan pemeliharaan berdasarkan RCM II.

3. Menentukan interval pemeliharaan komponen yang optimal.

Dalam mencapai tujuan dimaksud diperlukan batasan pembahasan yang meliputi sebagai berikut:

1. Pembahasan hanya dilakukan pada mesin utama dan komponen-komponen kritis yang terlibat.
2. Biaya yang dikaji adalah biaya resiko kegagalan dan biaya pemeliharaan.
3. Metode yang digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance II*, Data waktu antar kerusakan berdistribusi weibull.

KAJIAN PUSTAKA

Reliability Centered Maintenance didefinisikan sebagai suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin setiap *item* fisik atau suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh penggunaanya (*John Moubrey, 1997:7*). *Reliability Centered Maintenance* mengarahkan pada penanganan *item* agar tetap handal dalam menjalankan fungsinya dengan tetap mengacu pada efektifitas biaya pemeliharaan. *Reliability Centered Maintenance* merupakan teknik manajemen pemeliharaan yang mengkombinasikan dua jenis tindakan pencegahan yaitu *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*. *Preventive maintenance* telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

Predictive maintenance (PdM) adalah pemeliharaan yang berdasarkan pada pengukuran kondisi suatu peralatan agar supaya, apabila peralatan tersebut gagal di masa yang akan datang telah dapat diambil suatu tindakan untuk menghindari kegagalan tersebut. Atau diartikan pemeliharaan berdasarkan penilaian atau analisa kondisi (*condition base*) komponen-komponen mesin secara keseluruhan.

Kondisi itu harus dapat terukur (parameter terukur) seperti temperature, tekanan, vibrasi, tingkatan keausan, tingkat korosi, tingkat keretakan, sisa umur kekuatan logam, viskositas minyak pelumas, konduktivitas air pendingin, daya mampu, efisiensi dan lain sebagainya. Parameter-parameter terukur ini secara periodik dimonitor. Apabila ada parameter yang mengalami gejala memburuk maka monitor harus lebih diintensifkan dan diprediksi kapan kerusakan sesungguhnya akan terjadi.

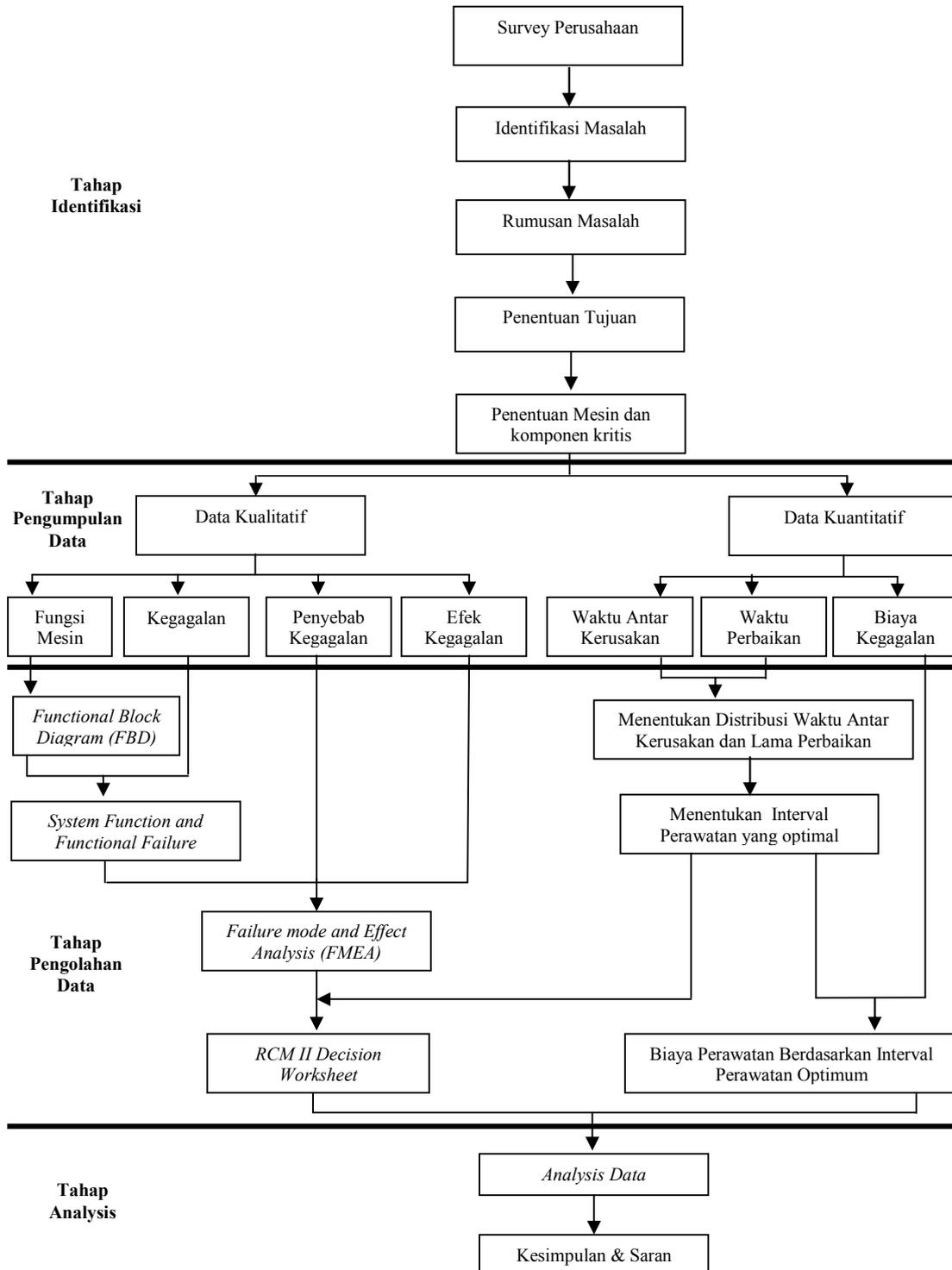
(John Mourbray, 1997:7) Penelitian tentang *Reliability Centered*

Maintenance pada dasarnya berusaha menjawab 7 pertanyaan utama tentang *item* atau peralatan yang diteliti. Ketujuh pertanyaan mendasar tersebut antara lain :

1. Apakah fungsi dan hubungan performansi *standart* dari *item* dalam konteks operasional pada saat ini (*system function*) ?
2. Bagaimana *item* atau peralatan tersebut rusak dalam menjalankan fungsinya (*functional failure*) ?
3. Apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi tersebut (*failure modes*)?
4. Apakah yang terjadi pada saat terjadi kerusakan (*failure effect*) ?
5. Bagaimana masing-masing kerusakan tersebut terjadi (*failure consequence*)?
6. Apakah yang dapat dilakukan untuk memprediksi dan mencegah masing-masing kegagalan tadi (*proactive task and task interval*) ?
7. Apakah yang harus dilakukan apabila kegiatan proaktif yang sesuai tidak berhasil ditemukan (*default action*) ?

METODOLOGI PENELITIAN

Metoda penelitian ini, dapat dilihat pada skema atau flow chart penelitian gambar 2. Sebelum melakukan perhitungan dengan metoda RCM,

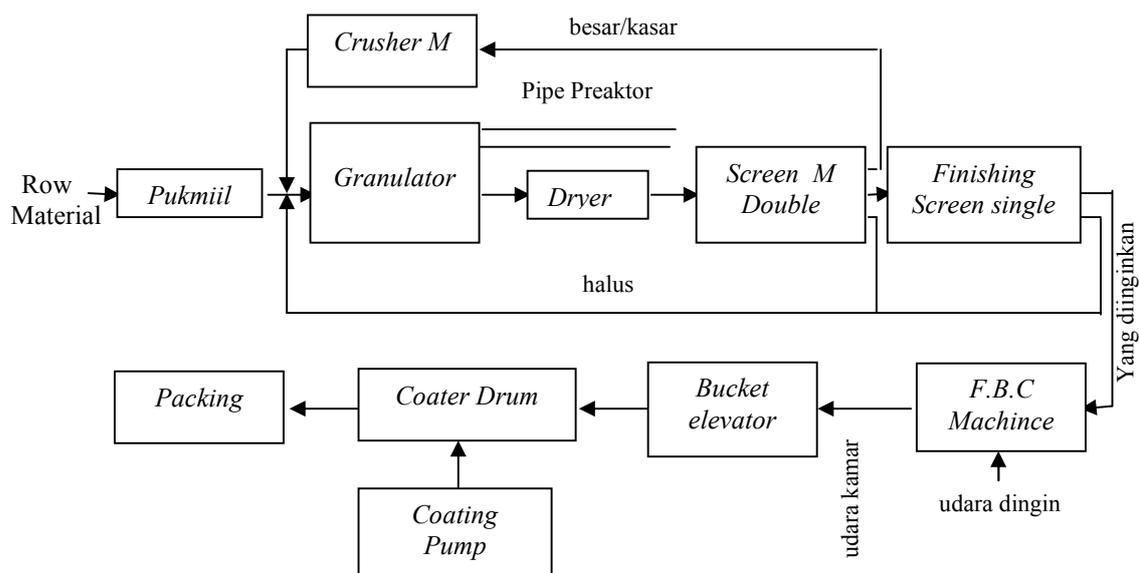


Gambar: 1 Flow Chart Penelitian

PEMBAHASAN

Penelitian ini tidak semua mesin akan dianalisis untuk menentukan kebijakan pemeliharaan yang baik. Oleh karena itu akan dipilih beberapa mesin yang mempunyai prioritas penanganan terlebih dahulu yang berpengaruh terhadap kegagalan mesin dalam pemenuhan target produksi perusahaan, dengan

menggunakan diagram pareto. Gambar 2 Aliran proses produksi terangkai secara seri, akan mempermudah apabila terjadi kerusakan pada salah satu mesin akan mengakibatkan berhentinya proses permesinan berikutnya. Downtime akan berdampak pada pemenuhan target produksi perusahaan. Berdasarkan mechanical breakdown mesin tersebut adalah :



Sumber : Pabrik "X"

Gambar 2
Aliran Proses Produksi

Tabel 1
Failure Mode and Effect Analysis

RCM INFORMATION		System : Mechanical	Facilitator :			
WORKSHEET		Subsystem : Granulator M-109	Auditor :			
Function	Function failure	Failure Mode	Failure Effect	Information Reference		
	Loss of function	(cause of failure)	(what happen when it failure)	F	FF	FM
Memecah produk yang berukuran besar-besar	Gagal memecahkan produk (pupuk)	Plouge share bengkok	Akibat produk yang berukuran besar tidak dapat dipecah mengakibatkan produk tidak dapat direaksikan dengan sempurna sehingga terjadi penyumbatan dan penggumpalan. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi normal 30 menit	1	A	1
Merekasiakan bahan padat dan cair yang diseprot nozzle pada pipe preaktor	Gagal terjadi pereaksian, yang komposisi	Rubber panel mengalami kebocoran/pecah-pecah	Terjadi kebocoran pada sheel Terjadi schaling/penimbunan produk. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi normal 3,5 jam	2	A	1
		Line hose mengalami kebuntuan (korosi)	Jika tidak segera dilakukan cleaning endapan (schaling) akan menggores rabber panel dan berakibat pecah/robek. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi normal 30 menit	2	A	2
		Valve mengalami korosi	Aliran amoniak ke nozzel dan steam tidak stabil/kacau, sehingga produk tidak komposisi. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi norma 45 menit	2	A	3
Menggranulakan produk (butir-butiran)	Gagal menjadikan produk butiran dan produk lengket/terlalu keras	Reduser gearbox aus	Transmisi rpm dari motor agar lebih besar HP (horse power) terganggu. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi normal 1,5 jam	3	A	1
		Bearing 2222C aus	Suara mesin menjadi kasar, tidak ada suara dalam kontrol sistem. Downtime untuk mengembalikan ke kondisi normal 1,5 jam	3	A	2

Sumber: Data Pengolahan

Tabel 2
RCM Decision Worksheet

RCM II DECISION WORKSHEET			SYSTEM : Mechanical										Facillitator		
			SUB-SYSTEM : Granulator M-109										Auditor		
Information reference			Consequence evaluation				H ₁	H ₂	H ₃	Default Action			Propose task	Initial Interval	Can be done by
							S ₁	S ₂	S ₃						
F	FF	FM	H	S	E	O	O ₁	O ₂	O ₃	H ₄	H ₅	S ₄			
1	A	1	N	N	N	Y	Y						Scheduled on condition task. Tindakan pemeriksaan secara periodik pada saat interval pemeliharaan optimum.	719,39	Mekanik
2	A	1	N	N	Y	Y	Y	N	N		Y		Scheduled on condition task. Memeriksa hasil produk apakah produk sempurna apa tidak. Perlu dilakukan redesign pada jangka panjang.	2.215,14	Mekanik
2	A	2	N	N	N	Y	N	Y					Scheduled restoration task. Ganti line hose pada saat interval pemeliharaan optimum	600,22	Mekanik
2	A	3	N	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled discard task. Ganti valve pada saat interval pemeliharaan optimum	825,35	Mekanik
3	A	1	Y	N	N	Y	N	Y					Scheduled restoration task. Ganti gear pada saat interval pemeliharaan optimum.	4.490,60	Mekanik
3	A	2	Y	N	N	Y	Y						Scheduled on condition task. Mengetahui suara kasar pada bearing ganti jika bearing telah rusak.	5.022,12	Mekanik

Sumber : Data Pengolahan

Perhitungan Matematis Penentuan Initial Interval Pemeliharaan

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kemungkinan terjadinya kerusakan pada waktu tertentu, kemungkinan mesin dapat

beroperasi sampai fungsi tertentu dan untuk menghitung nilai harapan panjang siklus kerusakan. Pengujian distribusi ini menggunakan bantuan software weibull versi 7++ seperti tampak dalam tabel 3

Tabel 3
Hasil Uji Distribusi

Jenis Mesin	Nama Komponen	Jenis Distribusi	ket	Parameter				
				β	η	λ	μ	τ
Granulator Machine	Rubber Panel	Weibull	Tf	3,00	3958,75	-	-	-
		Weibull	Tr	3,30	6,84	-	-	-
	Plouge Share	Weibull	Tf	2,03	902,20	-	-	-
		Lognormal	Tr	-	-	-	-0,89	0,44
	Line hose NH ₃	Weibull	Tf	2,06	960,28	-	-	-
		Weibull	Tr	3,28	0,37	-	-	-
	Valve	Weibull	Tf	2,03	1166,44	-	-	-
		Lognormal	Tr	-	-	-	-0,91	0,50
	Bearing 2222C	Weibull	Tf	3,17	7778,42	-	-	-
		Normal	Tr	-	-	-	1,33	0,08
Reducer Gear	Weibull	Tf	3,14	6788,89	-	-	-	
	Normal	Tr	-	-	-	1,34	0,14	
Screen Machine	Bearing SKF	Weibull	Tf	2,29	6799,87	-	-	-
		Lognormal	Tr	-	-	-	0,56	0,28
	Oil Seal	Weibull	Tf	1,90	6658,53	-	-	-
		Normal	Tr	-	-	-	1,44	0,85
	Over Size Screen	Weibull	Tf	1,98	792,98	-	-	-
		Normal	Tr	-	-	-	1,18	0,45
	Under Size Screen	Weibull	Tf	1,89	1181,02	-	-	-
Normal		Tr	-	-	-	0,97	0,53	

Sumber : Hasil Pengolahan data dengan Weibull 7++

Tabel 4
 Nilai MTTF dan MTTR Komponen

Jenis Mesin	Nama Komponen	MTTF	MTTR
Granulator Machine	Rubber Panel	3535,412	3,088
	Plouge Share	799,345	0,451
	Line hose NH ₃	850,663	0,336
	Valve	1033,500	0,457
	Bearing 2222C	6963,320	1,329
	Reducer Gear	6074,690	1,344
Screen Machine	Bearing SKF	6023,707	1,832
	Oil Seal	5908,426	1,442
	Over Size Screen	702,877	1,182
	Under Size Screen	1048,221	0,968

Sumber : Hasil pengolahan data dengan Weibull 7++

Perhitungan Interval Pemeliharaan Optimum

Setelah dilakukan pengujian distribusi waktu antar kerusakan (Tf) dan waktu lama perbaikan (Tr). Maka selanjutnya adalah menentukan interval

pemeliharaan berdasarkan minimalisasi biaya.

Biaya tenaga kerja corrective maintenance (Cw) merupakan biaya tenaga kerja yang dikeluarkan untuk memperbaiki komponen karena kerusakan.

Tabel 5
 Biaya Perbaikan Komponen

Nama komponen	Harga (Rp) (Cr)	Kerugian (Rp) Produksi/jam (Co)	Upah (Rp) pekerja/jam (Cw)	MTTR	Biaya Perbaikan Komponen (Cf)
Rubber Panel	12.128.000	48.300.000	36.000	3,088	Rp.161.389.568
Plouge Share	70.500	48.300.000	18.000	0,451	Rp. 21.861.918
Line hose NH ₃	83.375	48.300.000	18.000	0,336	Rp. 16.318.223
Valve	530.000	48.300.000	18.000	0,457	Rp. 22.611.326
Bearing 2222C	1.446.000	48.300.000	18.000	1,329	Rp. 65.660.622
Reducer Gear	12.560.000	48.300.000	18.000	1,344	Rp. 77.499.392
Bearing SKF	846.000	48.300.000	18.000	1,832	Rp. 89.364.576
Oil Seal	100.000	48.300.000	13.000	1,442	Rp. 69.767.346
Over Size Screen	1.050.000	48.300.000	18.000	1,182	Rp. 58.161.876
Under Size Screen	1.050.000	48.300.000	18.000	0,968	Rp. 47.821.824

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Interval pemeliharaan optimal dapat dihitung dengan menggunakan

$$\text{persamaan } TM = \eta \times \left[\frac{C_M}{C_F (\beta - 1)} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

Tabel 6
Interval Pemeliharaan Optimal

Nama komponen	β	η	C_M (Rp/siklus)	C_F (Rp/siklus)	TM (jam)
Rubber Panel	3,00	3958,75	56.550.000	161.389.568	2215,14
Plouge Share	2,03	902,20	14.220.000	21.861.918	719,39
Line hose NH ₃	2,06	960,28	6.570.000	16.318.223	600,22
Valve	2,03	1166,44	11.540.000	22.611.326	825,35
Bearing 2222C	3,17	7778,42	35.600.000	65.660.622	5.022,12
Reducer Gear	3,14	6788,89	45.300.000	77.499.392	4.490,60
Bearing SKF	2,29	6799,87	38.450.000	89.364.576	4.209,84
Oil Seal	1,90	6658,53	27.440.000	69.767.346	4.306,87
Over Size Screen	1,98	792,98	30.540.000	58.161.876	578,62
Under Size Screen	1,89	1181,02	20.650.000	47.821.824	805,51

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Keterangan :

- β = Parameter bentuk (shape) distribusi weibull.
- η = Parameter skala (scale) distribusi weibull.
- C_M = Biaya yang dikeluarkan untuk pemeliharaan tiap siklus.
- C_F = Biaya perbaikan atau penggantian karena rusaknya komponen untuk setiap siklus.
- TM = Interval pemeliharaan hasil rancangan.

Simpulan

Dari hasil bahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data frekuensi kegagalan, downtime akibat kerusakan dan kerugian produksi akibat kerusakan dari mechanical breakdown, dapat diketahui bahwa mesin yang perlu mendapatkan perhatian lebih dari mesin lain adalah

granulator machine dan screen machine. Komponen-komponen kritis granulator machine antara lain; rubber panel, plouge share, line hose, valve, bearing 2222C, reducer gear sedangkan komponen-komponen kritis pada screen machine antara lain; bearing SKF, oil seal, over size screen , under size screen.

2. Berdasarkan RCM II kebijakan pemeliharaan yang tepat ditentukan berdasarkan dampak dan penyebab kegagalan. Scheduled on condition task, diterapkan untuk mengatasi hidden failure dimana kegagalan diindikasikan dengan meningkatnya produk reject. Scheduled restoration task dan scheduled discard task dapat dilakukan dengan mengembalikan fungsi seperti sedia kala baik dengan repair atau replacement komponen.
 - a. Pada granulator machine:
 - Scheduled restoration task dilakukan pada komponen line hose dan reducer yaitu pemulihan sub komponen maupun komponen pada saat interval pemeliharaan optimum.
 - Scheduled discard task dilakukan pada komponen valve yaitu pengantian komponen pada saat interval pemeliharaan optimum.
 - Scheduled on condition task dilakukan pada komponen plouge share, rabber panel, dan bearing 2222C yaitu kegiatan pemeriksaan terhadap potensial failure sehingga tindakan diambil untuk mencegah terjadinya functional failure. Namun pada jangka panjang untuk rabber panel perlu dilakukan default action, redesign yaitu perubahan untuk membangun kembali kemampuan system.
 - b. Pada screen machine:
 - *Scheduled restoration task* dilakukan pada komponen over size screen, under size screen untuk memulihkan ke kondisi normal pada saat interval pemeliharaan optimal.
- Scheduled discard task dilakukan pada komponen oil seal yaitu pengantian komponen pada saat interval pemeliharaan optimum.
- Scheduled on condition task dilakukan pada komponen bearing SKF.
3. Penentuan penjadwalan pemeliharaan yang optimal dengan dasar pertimbangan biaya resiko kegagalan dan biaya pemeliharaan yang dikeluarkan perusahaan. Dari hasil perhitungan didapatkan interval pemeliharaan sebagai berikut :
 - Rubber Panel dengan interval pemeliharaan optimal 2.215,14 jam.
 - Plouge Share dengan interval pemeliharaan optimal 719,39 jam.
 - Line hose NH₃ dengan interval pemeliharaan optimal 600,22 jam.
 - Valve dengan interval pemeliharaan optimal 825,35 jam.
 - Bearing 2222C dengan interval pemeliharaan optimal 5.022,12 jam.
 - Reducer Gear dengan interval pemeliharaan optimal 4.490,60 jam.
 - Bearing SKF dengan interval pemeliharaan optimal 4.209,84 jam.
 - Oil Seal dengan interval pemeliharaan optimal 4.306,87 jam.
 - Over Size Screen dengan interval pemeliharaan optimal 5.78,62 jam.
 - Under Size Screen dengan interval pemeliharaan optimal 805,50 jam.
 Dari hasil perhitungan didapatkan rentang penurunan biaya pemeliharaan antara (6,2%-23%). Penurunan tertinggi terjadi pada

komponen rabber panel pada granulator *machine*.

DAFTAR PUSTAKA

1. avard J. Thevik (2000). **Determination of a Cost Optimal, predetermined maintenance, scheduled** (Online), (http://www.dnv.com/binaries/Determination_cost_opt_tcm_4-8724.pdf, diakses 16 November 2005).
2. <http://www.reliasoft.com/weibull/evaluate.htm>, 2005. **Weibull ++7 Software**, diakses 22 November 2005.
3. Mourbray, John. 1997. **Reliability Centered Maintenance**, Second Edition, Industrial Press Inc, New York.
4. Smith, M Anthony. 1993. **Reliability Centered Maintenance**, McGraw Hill, Inc