

PERANCANGAN USULAN *PREVENTIVE MAINTENANCE* PADA MESIN KOMORI LS440 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM II)* DAN *RISK BASED MAINTENANCE (RBM)* DI PT ABC

Destina Surya Dhamayanti¹, Judi Alhilman², Nurdinintya Athari³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

¹destina.s.dhamayanti@gmail.com, ²judi.alhilman@gmail.com, ³nurdinintya@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

PT ABC merupakan perusahaan cetak dalam skala nasional. Produk yang dihasilkan oleh perusahaan merupakan buku ajar, majalah, surat kabar, dan lain sebagainya. Kegiatan *maintenance* yang ada PT ABC terbagi menjadi dua yaitu *preventive maintenance* setiap senin dan kamis serta kegiatan *corrective maintenance* yang dilakukan jika mesin mengalami kegagalan fungsi. Kegagalan fungsi pada mesin Komori masih cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan kegiatan pencegahan untuk meningkatkan reliabilitas mesin.

Metode yang dilakukan yaitu dengan menggunakan *Reliability Centered Maintenance* yaitu dengan menganalisis *failure* yang terjadi dengan menggunakan analisis *Failure Mode and Effect Analysis* dan *Decision Worksheet*. Hasil dari analisis ini merupakan *preventive task* masing-masing komponen. Sedangkan untuk menganalisis risiko yang diakibatkan jika mesin mengalami gagal fungsi, yaitu dengan metode *Risk Based Maintenance*. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode diperoleh nilai risiko yang ditanggung perusahaan ketika mesin mengalami *failure*, yaitu sebesar Rp 965.904.899,36.

Berdasarkan hasil pengolahan data pada subistem kritis maka diperoleh kesimpulan bahwa enam komponen dilakukan dengan *task scheduled on condition*, tiga komponen dengan *task scheduled restoration*, dan enam komponen dengan *task scheduled discard*. Sedangkan untuk interval waktu dalam pengerjaan *preventive maintenance* pada komponen tersebut disesuaikan dengan *task* yang diperoleh. Setelah mendapatkan interval waktu perawatan, kemudian ditentukan biaya perawatan usulan yang dikeluarkan perusahaan, yaitu sebesar Rp 971.567.519,69.

Kata kunci: *Reliability Cencetered Maintenance, Risk Based Maintenance, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance*

ABSTRACT

PT ABC is a printing company on a national scale. Company's products are textbooks, magazines, newspaper, and the others. Existing maintenance activities in PT ABC divided into two, first is *preventive maintenance* every Monday and Thursday and the second is *corrective maintenance* performed if the machine has failure. The failure is often occur to Komori LS440 machine, so mechine need maintenance task to make system good machine.

The method used is *Reliable Centered Maintenance*. This method combining qualitative analysis covering *Failure Mode and Effect Analysis* and *Decision Worksheet*. The result of this method is *preventive task* to critical subsistem. Analyzing the risk of failure machine use method *Risk Based Maintenance*. If the machine has failure to critical subsistem, the company's risk is Rp 965,904,899.36.

Based on the result of data processing at critical subsistems, obtined six components with *scheduled on condition*, three components with *scheduled restoration task*, and six components with *scheduled discard task*. While maintenance time interval obtined for each compoenents according to the task. After get the maintenance time interval, we can determine the total of maintenance, it's about Rp 971.567.519,69.

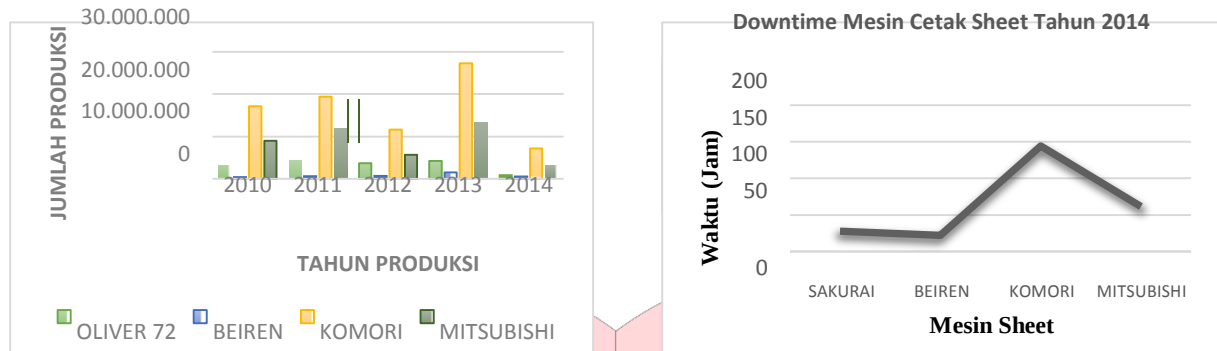
Keyword: *Reliability Cencetered Maintenance, Risk Based Maintenance, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance*

1. PENDAHULUAN

PT ABC merupakan perusahaan cetak dalam skala nasional. Produk yang dihasilkan oleh perusahaan merupakan buku ajar, majalah, surat kabar, dan lain sebagainya. Pada tahun 2014 produksi pada PT ABC mengalami

penurunan. Hal ini dapat dilihat dari pencapaian jumlah produksi pada tahun tersebut hanya sebesar 78% dari produksi yang direncanakan. Pencapaian yang tidak maksimal disebabkan karena sering terjadi kerusakan pada mesin, maka diperlukan kegiatan *maintenance* untuk mencegah terjadinya kerusakan.

Proses produksi PT ABC terdiri dari proses pracetak, cetak *sheet*, cetak web, dan *finishing*. Fokus pada penelitian ini yaitu pada proses cetak terutama cetak *sheet*. Pada cetak *sheet* terdapat beberapa mesin yaitu mesin Oliver, Beiren, Komori, Mitsubishi.



Gambar 1 Jumlah produksi mesin cetak sheet

Gambar 2 Downtime mesin cetak sheet 2014

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa mesin Komori LS440 memiliki jumlah produksi terbanyak namun diikuti jumlah *downtime* tertinggi. Maka dari itu dibutuhkan perawatan mesin untuk menjaga jumlah produksi serta untuk mengurangi *downtime* mesin.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu RCM (*Reliability Centered Maintenance*) dan RBM (*Risk Based Maintenance*). Metode RCM digunakan untuk menentukan kebijakan *preventive maintenance* yang lebih efektif. Sedangkan RBM merupakan metode yang digunakan untuk melihat berapa risiko yang ditanggung perusahaan jika mesin mengalami kegagalan. Selain kedua tujuan tersebut, dilakukan perhitungan untuk menghitung interval perawatan yang berfungsi sebagai jadwal *preventive maintenance* serta dilakukan perhitungan biaya perawatan usulan.

2. DASAR TEORI dan METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Manajemen Perawatan

Perawatan diartikan sebagai aktivitas agar komponen atau sistem yang rusak akan dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu (Ebeling, 1997). Tujuan dari manajemen perawatan yaitu untuk membuat sebuah kebijakan dalam aktivitas perawatan untuk memperbaiki kerusakan fungsi operasional dengan meningkatkan umur pakai, mengurangi kemungkinan kerusakan, dan mengurangi *downtime* sehingga akan meningkatkan fungsi operasional sistem.

2.1.1 Preventive maintenance

Kegiatan pencegahan adalah semua tindakan yang dilakukan dalam sebuah jadwal yang terencana, periodik, dan spesifik untuk menjaga sebuah perangkat dalam kondisi operasional yang ditentukan, dengan melalui proses pemeriksaan dan rekondisi (Dhillon, 2002).

2.1.2 Corrective Maintenance

Kegiatan korektif bertujuan untuk memperbaiki peralatan/komponen pada saat peralatan/komponen tersebut mengalami kerusakan, tanpa melakukan kegiatan lain untuk menjaga kinerja peralatan/komponen agar dapat beroperasi sesuai dengan kondisi operasionalnya. Kegiatan ini identik dengan perbaikan maupun penggantian komponen yang rusak (Ebeling, 1997).

2.2 Fungsi Kepadatan Probabilitas (pdf)

Fungsi kepadatan probabilitas adalah fungsi yang menunjukkan suatu kejadian pada sistem maupun subsistem pada periode T tertentu. Syarat sebuah fungsi menjadi sebuah pdf adalah luas di bawah kurva fungsi tersebut = 1. Pdf untuk distribusi eksponensial, normal, dan weibull dapat dilihat pada persamaan berikut:

1. Distribusi Eksponensial

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

2. Distribusi Normal

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

3. Distribusi Weibull

$$f(t) = \frac{1}{\beta} \left(\frac{t}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta} \right)^{\beta}} \quad (3)$$

2.3 Reliability Centered Maintenance (RCM)

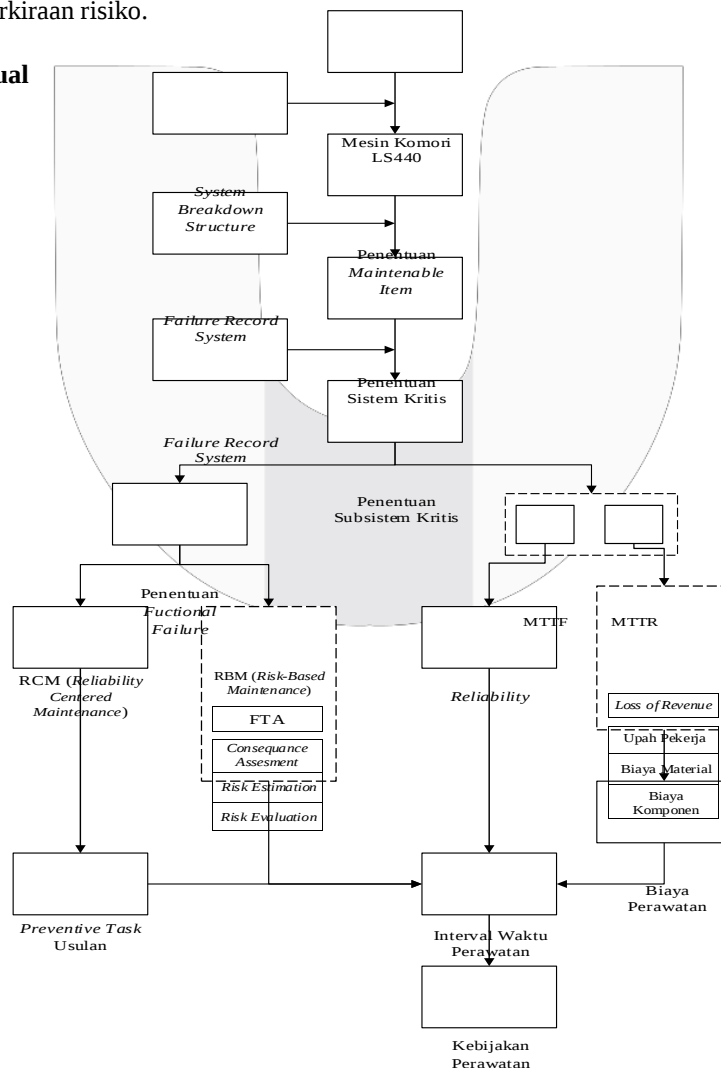
Sebuah proses disebut sebagai proses RCM jika memenuhi tujuh pertanyaan dasar dan prosesnya berlangsung sesuai dengan urutan pertanyaan tersebut. Tujuh pertanyaan dasar RCM tersebut adalah sebagai berikut (Moubray,1991):

1. What are the functions and associated performance standards of the asset in its present operating context?
2. In what ways does it fail to fulfil its functions?
3. What causes each functional failure?
4. What happens when each failure occurs?
5. In what way does each failure matter?
6. What can be done to prevent each failure?
7. What should be done if a suitable preventive task cannot be found?

2.4 Risk Based Maintenance (RBM)

RBM merupakan suatu metode kuantitatif yang didasarkan dari integrasi pendekatan antara *reliability* dan sebuah strategi risiko yang bertujuan untuk mengoptimumkan jadwal *maintenance*. RBM bertujuan untuk meminimalisir risiko yang ditimbulkan akibat *failure* yang terjadi. Nilai kuantitatif dari risiko bertujuan untuk mengefektifkan dan mengefisiensikan inspeksi dan kegiatan manajemen perawatan (Khan & Haddara, 2004) Dalam penentuan perkiraan risiko dilakukan empat tahap yaitu penyusunan skenario kegagalan, *consequence assesment*, analisis peluang kegagalan, perkiraan risiko.

2.5 Model Konseptual



Gambar 3 Model Konseptual

Berdasarkan model konseptual dimulai dengan identifikasi *breakdown structure* pada mesin Komori. Kemudian dilakukan analisis menggunakan *failure record system* untuk mengetahui sistem dan subsistem kritis mesin Komori LS440. Selanjutnya dilakukan pengukuran secara kualitatif dan kuantitatif. Pengukuran kualitatif dengan menggunakan metode RCM II. Hasil dari pengukuran kualitatif merupakan maintenance task masing-masing komponen. Sedangkan pengukuran kuantitatif menggunakan metode RBM yang bertujuan untuk mengetahui nilai risiko yang ditanggung perusahaan. Selain dengan metode RBM, pengukuran kuantitatif juga dilakukan dengan menghitung MTTF dan MTTR. Hasil perhitungan MTTF dapat menghasilkan interval waktu perawatan untuk komponen kritis dan hasil perhitungan MTTR dapat menghasilkan nilai biaya perawatan yang dikeluarkan untuk kegiatan *preventive maintenance* usulan.

3. PEMBAHASAN

3.1 Pemilihan Sistem dan Subsistem Kritis

Pemilihan sistem dan subsistem kritis bertujuan untuk menfokuskan cakupan penelitian. Pemilihan sistem dan subsistem kritis menggunakan *failure record system*. Mesin Komori LS440 terdiri dari tiga sistem yaitu sistem elektronik, chiller dan mekanik. Tabel 1 menunjukkan sistem-sistem yang ada di mesin Komori LS440 dengan jumlah *failure* yang terjadi selama tahun 2010 – 2014.

Tabel 1 Frekuensi Kerusakan Sistem Komori LS440

Sistem	Jumlah kerusakan	Persen kerusakan
Elektronik	7	13%
Mekanik	45	82%
Chiller	3	5%
Total	55	

Tabel 2 Frekuensi Kerusakan Subsistem Komori LS440

Subsistem	Jumlah kerusakan	Persen kerusakan
Feeder	24	44%
Printing	20	36%
Delivery	1	2%
Total	45	

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa sistem kritis pada mesin Komori LS440 merupakan sistem mekanik. Pemilihan ini berdasarkan jumlah kerusakan sistem mekanik sebesar 45 kerusakan atau 82% dari total kerusakan. Sistem mekanik terdiri dari beberapa subsistem pendukung, yaitu subsistem *feeder*, *printing*, dan *delivery*. Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa subsistem kritis terdapat pada subsistem *feeder*. Pemilihan ini berdasarkan jumlah kerusakan subsistem *feeder* yang cukup tinggi yaitu sebanyak 24 kerusakan atau 44%.

3.2 Analisis Kualitatif RCM II

Pengukuran kualitatif dengan menggunakan metode RCM yaitu dengan cara menganalisis subsistem *feeder*. Analisis yang dilakukan antara lain

3.2.1 Fungsi sistem dan Kegagalan Fungsional

Fungsi sistem dan kegagalan fungsional merupakan analisis fungsi serta kegagalan yang terjadi pada komponen, pengambilan data tersebut diambil dari data *record* perusahaan dari tahun 2010-2014 (Moubray,1991). Analisis ini diuraikan dengan jelas pada tabel *information worksheet* RCM yang terdapat pada Lampiran A, yaitu pada kolom *function* dan *functional failure (loss of function)*.

3.2.2 FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA menjelaskan modus modus kerusakan yang terjadi pada sistem serta efek apa yang ditimbulkan jika sistem mengalami kerusakan (Moubray,1991). Analisis FMEA dijelaskan pada tabel *information worksheet* RCM yang terdapat pada Lampiran A, yaitu kolom *failure mode* dan *failure effect*.

3.2.3 Logic Tree Analysis (LTA)

Logic Tree Analysis digunakan untuk mengklasifikasikan modus kegagalan. Penentuan ini dikategorikan menjadi 4 mode, yaitu *Hidden Failure* (H), *Safety Consequences* (S), *Environmental Consequences* (E), dan *Operational Consequences* (O) (Moubray,1991). Analisis ini terdapat pada Lampiran B.

3.2.4 Preventive Task

Preventive task pada RCM memiliki tiga alternatif, yaitu *scheduled on condition task*, *scheduled restoration task*, dan *scheduled discard task*. Pemilihan ini berdasarkan analisis yang dilakukan dengan bantuan *Decision Logic Diagram* (Moubray,1991). Analisis ini terdapat pada Lampiran B.

3.3 Perhitungan MTTF dan MTTR

Sebelum menghitung MTTF dan MTTR, maka terlebih dahulu melakukan pengujian distribusi terhadap waktu *failure* (TTF) dan waktu *repair* (TTR) masing-masing komponen. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan software MiniTab 17. Setelah mendapatkan jenis distribusi masing-masing komponen, kemudian ditentukan parameter masing-masing distribusi dengan menggunakan software Avsim+ 9.0. setelah mengetahui distribusi dan parameter untuk setiap komponen, kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui MTTF dan MTTR masing-

masing komponen. Jika komponen berdistribusi eksponensial dan normal, maka MTTF dan MTTR ditentukan dengan nilai parameter μ . Namun jika komponen berdistribusi weibull maka menggunakan rumus:

$$MTTF/MTTR = \eta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right), \Gamma(x) = \text{tabel Gama.} \quad (4)$$

Tabel 3 Nilai Parameter dan MTTF Komponen Komori LS440

Komponen	Distribusi	Parameter		(1/β+1)	Tabel Gamma	MTTF (Jam)
Sucker Feeder	Weibull	η	3749,17	1,60	0,89352	3349,958
		β	1,06067			
Rantai Meja Feeder	Normal	μ	4722,96	-	-	4722,96
		σ	4575,16			
Solenoid Feeder	Weibull	η	1470,48	2,59	1,41986	2087,876
		β	0,629688			

Tabel 4 Nilai Parameter dan MTTR Komponen Komori LS440

Komponen	Distribusi	Parameter		(1/β+1)	Tabel Gamma	MTTR (Jam)
Sucker Feeder	Weibull	η	4,26513	1,59	0,89243	3,80633
		β	1,69144			
Rantai Meja Feeder	Eksponensial	μ	2,85417	-	-	2,85417
		ε	0,080395			
Solenoid Feeder	Eksponensial	μ	3	-	-	3
		ε	0,098837			

3.4 Perhitungan Risiko RBM

Perhitungan risiko dilakukan dengan menggunakan metode RBM. Risiko ini merupakan risiko yang diterima perusahaan ketika mesin mengalami kegagalan. Perhitungan pertama dilakukan dengan menggunakan metode *fault tree analysis*. *Fault tree analysis* digunakan untuk melihat gambaran skenario kerusakan. Perhitungan kedua dilakukan dengan metode kuantitatif. Hal pertama yang dilakukan yaitu dengan menghitung *system performance loss* dengan cara (Waktu Downtime x Loss Production) + (Mean Time To Repair x Engineer cost) + Material cost + Harga Komponen (Khan & Haddara, 2004).

Tabel 5 Nilai System Performance Loss

No	Komponen	System Performance Loss
1	Sucker Feeder	Rp 104.339.266,59
2	Rantai Meja Feeder	Rp 942.371.606,01
3	Solenoid Feeder	Rp 104.257.408,00

Tabel 5 merupakan hasil perhitungan untuk mendapatkan *system performance loss*. Setelah mendapatkan nilai *system performance loss*, kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari probabilitas kerusakan setiap komponen kritis (Q(T)) dengan persamaan kepadatan probabilitas. Kemudian untuk mendapatkan nilai risiko untuk masing-masing komponen dilakukan perhitungan dengan cara mengkalikan *system performance loss* x Q(T). Tabel 6 merupakan hasil perhitungan risiko yang ditanggung PT ABC untuk kerusakan pada setiap subsistem kritis tanpa adanya kegiatan *preventive maintenance*. Nilai yang ditanggung yaitu sebesar Rp 965.904.899,36.

Tabel 6 Perhitungan Risiko

No	Komponen	System Performance Loss	Q(T)	Risk
1	Sucker Feeder	Rp 104.339.266,59	0,983316	Rp 102.598.426,29
2	Rantai Meja Feeder	Rp 942.371.606,01	0,81057	Rp 763.858.152,68
3	Solenoid Feeder	Rp 104.257.408,00	0,953873	Rp 99.448.320,39
Total				Rp 965.904.899,36

3.5 Perhitungan Waktu Interval Perawatan

Hasil dari analisis kualitatif RCM akan didapatkan maintenance task usulan untuk setiap masing-masing komponen kritis mesin Komori LS440. Hasil task yang telah ditentukan kemudian akan dicari interval waktu yang tepat untuk melakukan perawatan. Perhitungan interval waktu ini tergantung pada jenis task yang ada pada komponen. Rumus untuk menghitung interval perawatan *schedule on condition task* yaitu (Moubray,1991)

$$PM = 1/2 \times P-F \text{ Interval} \quad (5)$$

Sedangkan untuk rumus yang digunakan pada *scheduled restoration task* dan *scheduled discard task* yaitu dengan dilakukan perhitungan biaya perbaikan atau penggantian kerusakan komponen. Rumus yang digunakan yaitu sebagai berikut

$$C_f = C_r + MTTR (C_o + C_w) \quad (6)$$

C_f = Biaya perbaikan atau penggantian karena kerusakan komponen setiap siklus perawatan

C_r = Biaya penggantian kerusakan komponen

C_o = Biaya kerugian produksi (*loss revenue*)

C_w = Biaya tenaga kerja

Setelah mendapatkan nilai C_f (Biaya perbaikan), kemudian dilakukan perhitungan untuk menghitung biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perawatan (C_m) yaitu dengan menjumlahkan biaya *downtime* + tenaga kerja + biaya perbaikan. Jika nilai C_f dan C_m diketahui maka dapat dilakukan perhitungan untuk menentukan interval waktu yang tepat untuk kegiatan *maintenance*. Tabel 7 merupakan hasil penentuan task dan penentuan interval waktu masing-masing komponen.

$$T = \eta \times \left(\frac{C_m}{C_f} \right)^{\frac{1}{\eta}} \quad (7)$$

Tabel 7 Kegiatan Preventive Usulan dan Interval Waktu

No	Komponen	Information Reference			Task Usulan	MTTF (Hours)	Initial Interval (Hours)	Initial Interval (Month)
		F	FF	FM				
1	Sucker Feeder	1	1.1	1	Melakukan cleaning	3349,958	1829,78	3,47
			1.2	1	Melakukan penggantian pulley pump		2183,1274	4,134711
				2	Melakukan penggantian compressor		2212,9056	4,191109
				3	Melakukan penggantian bearing		2230,5368	4,224501
				4	Melakukan cleaning		1829,78	3,47
				5	Melakukan penggantian carbon blade		2210,2628	4,186104
2	Rantai Meja Feeder	2	2.1	1	Melakukan pengecekan	4722,96	2361,48	4,47
			2.2	1	Memberikan pelumas pada guide		2953,5706	5,593884
			2.3	1	Melakukan penggantian pada guide separator		2883,8586	5,461853
3	Solenoid Feeder	3	3.1	1	Melakukan cleaning	2087,876	2922,15	5,53
				2	Melakukan pengecekan		2922,15	5,53
			3.2	1	Melakukan penggantian pada bushing		1363,6667	2,582702
				2	Melakukan pengecekan		2922,15	5,53
			3.3	1	Melakukan perbaikan pada sensor		1374,7526	2,603698
				1	Melakukan perbaikan pada gripper dan run detector		1374,7526	2,603698

3.6 Perhitungan Biaya Perawatan

Perhitungan biaya perawatan dihitung dari perawatan usulan yang telah ditentukan sebelumnya. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus (Harvard,2000)

$$T_c = (C_M + C_r) \times f_M \quad (8)$$

C_M = biaya yang dikeluarkan untuk perawatan
 C_r = biaya komponen
 f_M = frekuensi pelaksanaan *preventive maintenance* (per tahun)

Hasil perhitungan, biaya yang dikeluarkan untuk melakukan kegiatan *preventive maintenance* eksisiting yang dilakukan dalam kurun waktu tiga bulan sekali yaitu sebesar Rp 1.242.004.320. sedangkan untuk kegiatan *preventive maintenance* usulan yang dilakukan seperti *task* yang telah dihitung didapatkan nilai sebesar Rp 971.567.519,69. Biaya *preventive maintenance* usulan lebih rendah daripada *preventive maintenance* eksisiting menunjukkan interval waktu yang dikeluarkan untuk kegiatan *preventive maintenance* usulan lebih optimal.

4. KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tugas akhir yang telah dirumuskan sebelumnya didapatkan *preventive maintenance* yang tepat untuk komponen yang terdapat pada subsistem kritis, yaitu komponen *Sucker Feeder* yaitu *Scheduled on Condition Task* (dilakukan setiap 3,5 bulan sekali) dan *Scheduled Discard Task* (dilakukan setiap 4 bulan sekali), komponen Rantai Meja *Feeder* yaitu *Scheduled on Condition Task* (dilakukan setiap 4,5 bulan sekali), *Scheduled Restoration Task* (dilakukan setiap 5,5 bulan sekali), dan *Scheduled Discard Task* (dilakukan setiap 5,5 bulan sekali), dan komponen *solenoid Feeder* yaitu *Scheduled on Condition Task* (dilakukan setiap 5,5 bulan sekali), *Scheduled Restoration Task* (dilakukan setiap 2,6 bulan sekali), dan *Scheduled Discard Task* (dilakukan setiap 2,5 bulan sekali). Kegiatan *preventive maintenance* ini membutuhkan biaya sebesar Rp 971.567.519,69. Sedangkan pengolahan dengan metode RBM dipatkan nilai risiko yang diterima PT ABC jika mesin mengalami kerusakan yaitu sebesar Rp 965.904.889,36.

4.2 Saran

4.2.1 Saran Bagi Perusahaan

PT ABC hendaknya melakukan perencanaan *preventive maintenance* dengan memperhatikan karakteristik masing-masing komponen. Dengan melihat karakteristik masing-masing komponen diharapkan sebelum komponen mengalami kegagalan dapat dicegah sebelumnya sehingga dapat mengurangi kerugian bagi perusahaan (*loss of revenue*). Serta sebaiknya PT ABC melakukan pendokumentasian kegagalan, perbaikan, dan *downtime* mesin pada software. Sehingga mempermudah dalam menganalisis karakteristik kerusakan komponen dan dapat digunakan untuk kegiatan *preventive maintenance* selanjutnya.

4.2.2 Saran Bagi Penelitian Selanjutnya

Sebaiknya dilakukan penelitian terhadap sparepart yang digunakan untuk mesin Komori LS440. Penelitian dilakukan dengan meneliti kebutuhan *sparepart* apasaja yang dibutuhkan dan kapan pemesanan harus dilakukan agar mesin Komori LS440 tidak mengalami *downtime* yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance "A Modern Approach"*. New York: CRC Process LLC.
 Ebeling, C. E. (1997). *AN Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies Inc.
 Harvard, T. (2000). Determine of a Cost Optimal, Predetermined Maintenance Schedule.
 Khan, F., & Haddara, M. (2004). Risk-Based Maintenance (RBM) : A New Approach for Process Plant Inspection and Maintenance. *Process Safety Progress*, 252-264.
 Moubray, J. (1991). *Reliability Centered Maintenance II*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Ltd.

LAMPIRAN A

INFORMATION WORKSHEET

RCM II INFORMATION WORKSHEET		EQUIPMENT		Feeder System		
		UNIT or ITEM		Sucker Feeder		
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE (Loss of Function)		FAILURE MODE (Cause of Failure)		FAILURE EFFECT (What Happen When It Fail)
1.	Digunakan untuk menarik kertas agar kertas dapat masuk kedalam unit	1.1	Rotari valve tidak bekerja normal	1	Bearing berkarat karena uap air dari panas pump	Unit Feeder berisik
		1.2	Vacum pump macet	1	Pully penggerak pump patah	Hisapan vacum kurang maksimal
				2	Vacum pump kompressor patah	As kopel tidak dapat berputar
				3	Bearing pada vacum pump aus dan kotor	Sucker feeder tidak menghisap sama sekali
				4	Filter pump kotor	Vacum tidak dapat menghisap kertas
				5	Carbon blade rusak	Unit pump tidak bekerja secara normal
2.	Untuk mengarahkan kertas masuk kedalam unit	2.1	Sensor tidak bekerja	1	Dudukan sensor bergeser akibat getaran mesin	Kertas tidak bisa sampai ke unit Solenoid
		2.2	Meja Feeder mati	1	Guide tidak terbuka	Kertas sobek ketika diambil gripper
		2.3	Side separator tidak maju mundur	2	Guide separator Drive side bengkok	Kertas berhenti di unit rantai meja
3.	Untuk mengatur letak kertas, agar ketika masuk ke unit kertas dapat sesuai posisinya	3.1	Terjadi ngejump pada unit solenoid	1	Sensor kotor karena debu	Terjadi double sheet
				2	Timing berubah	Sidelay tidak pada posisi yang seharusnya
		3.2	Ada suara berisik pada solenoid	1	Bushing selang angin keropos	Jalan kertas dari feeder tidak lancar
				2	Cam dan camfollower gripper tidak tersetting dengan baik	Jalan kertas dari feeder tidak lancar
		3.3	Sidelay tidak bergerak	1	Sensor mati	Ketika mencetak tidak tepat pada tempatnya
		3.4	Layar menunjukkan eror	1	Gripper dan run detector error	Terjadi double sheet

LAMPIRAN B

DECISION WORKSHEET

RCM II DECISION WORKSHEET							UNIT or ITEM							Feeder system		
							ITEM or COMPONENT							Sucker Feeder		
Informance Reference			Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Default Action			Proposed Task	Initial Interva l (Hours)	Can Be Done By	
							S1	S2	S3							
							O1	O2	O3							
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4				
1	1.1	1	Y	N	N	Y	Y						Scheduled On Condition Task	1829,78	Maintenance Staff	
	1.2	1	N	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled Discard Task	0,71	Maintenance Staff	
		2	N	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled Discard Task	0,71	Maintenance Staff	
		3	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled Discard Task	0,71	Maintenance Staff	
		4	Y	N	N	Y	Y						Scheduled On Condition Task	1829,78	Maintenance Staff	
		5	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled Discard Task	0,71	Maintenance Staff	
	2	2.1	1	Y	N	N	Y	Y					Scheduled On Condition Task	2361,48	Maintenance Staff	
2.2		1	N	N	N	Y	N	Y				Scheduled Restoration Task		Maintenance Staff		
2.3		1	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled Discard Task		Maintenance Staff	
3	3.1	1	Y	N	N	Y	Y						Scheduled On Condition Task	2922,15	Maintenance Staff	
		2	Y	N	N	Y	Y						Scheduled On Condition Task	2922,15	Maintenance Staff	
	3.2	1	Y	N	N	Y	N	N	Y				Scheduled Discard Task	0,12	Maintenance Staff	
		2	Y	N	N	Y	Y						Scheduled On Condition Task	2922,15	Maintenance Staff	
	3.3	1	N	N	N	Y	N	Y					Scheduled Restoration Task	0,12	Maintenance Staff	
	3.4	1	N	N	N	Y	N	Y					Scheduled Restoration Task	0,12	Maintenance Staff	