

PERANCANGAN KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN MITSUBISHI 1F-15000 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM II) (Studi Kasus : PT XYZ)

Shinta Meiliana Herdiani¹, Rd. Rohmat Saedudin², Amelia Kurniawati³

^{1,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

²Prodi S1 Sistem Informasi, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹shintamherdiani@gmail.com ²roja2128@gmail.com, ³amelia.kurniawati@gmail.com

Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan industri percetakan di Indonesia yang sudah berdiri sejak tahun 1970. Produk yang dihasilkan oleh perusahaan adalah buku-buku cetak sekolah (SD, SMP, dan SMA), soal Ujian Nasional, surat suara PEMILU, dan produk lainnya yang berkaitan dengan industri percetakan. PT XYZ memiliki 27 mesin yang dibagi ke dalam 4 bagian yaitu bagian pracetak, cetak, *finishing*, dan *packaging*. Pada penelitian tugas akhir ini difokuskan pada mesin produksi bagian cetak dan tepatnya pada Mesin Mitsubishi 1F-15000 karena mesin tersebut memiliki *downtime* dan frekuensi kerusakan yang tinggi sehingga memengaruhi proses produksi. Oleh karena itu, PT XYZ membutuhkan suatu kebijakan perawatan yang efektif untuk mesin Mitsubishi 1F-15000 dan interval waktu perawatan dengan mempertimbangkan biaya perawatan dan karakteristik kerusakan mesin untuk meminimasi *downtime*.

Penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) dengan melakukan analisis kuantitatif dan kualitatif. Analisis kuantitatif berupa pengujian parameter TTF & TTR, perhitungan MTTF/MTBF dan MTTR. Analisis kualitatif berupa RCM II *Information Worksheet* dan RCM II *Decision Worksheet* agar dapat mengetahui kegiatan *preventive maintenance* yang tepat dan interval perawatan yang sesuai berdasarkan *reliability* dari masing-masing komponen.

Berdasarkan metode RCM II, *output* yang dihasilkan dari penelitian ini adalah penentuan sistem kritis, *task selection* untuk setiap komponen, interval kegiatan perawatan, dan biaya perawatan usulan. *Task selection* yang terpilih untuk komponen-komponen mesin ada 3 jenis yaitu *schedule on condition task*, *schedule restoration task*, dan *schedule discard task* dengan biaya perawatan usulan sebesar Rp 598.406.736.

Kata Kunci: *Reliability, Reliability Centered Maintenance* (RCM II), *Preventive Maintenance*

Abstract

PT XYZ is one of the printing industry company in Indonesia since 1970. The products that produced by the company are school books (elementary, middle, and high school), national question sheet, General Election ballot paper, and other products that related to the printing industry. PT XYZ has 27 machines, that divided into four divisions, there are preprints, printing, finishing, and packaging. At this research is focused on the printing machine named Mitsubishi 1F-15000 Machine, because it has high downtime and damage frequencies thus affects the production process. Therefore, PT XYZ requires an effective maintenance policy for Mitsubishi 1F-15000 and intervals taking into account the maintenance cost and the characteristics of the machine to minimize downtime damage.

This research use *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) methods to conduct quantitative and qualitative analysis. Test to parameters TTF and TTR, calculation MTTF / MTBF and MTTR are quantitative analysis. Then Qualitative analysis is to create RCM II *Information Worksheet* and RCM II *Decision Worksheet* in order to determine appropriate preventive maintenance and maintenance intervals are appropriate based on the reliability of each component.

Based on the method of RCM II, output will be generated for this study was the determination of critical systems, task selection for each component, interval maintenance activities, and maintenance cost. Task selection for machine components has 3 types such as *schedule on condition task*, *schedule restoration task*, and *schedule discard task* with maintenance costs Rp 598.406.736.

Keywords: *Reliability, Reliability Centered Maintenance* (RCM II), *Preventive Maintenance*

1. Pendahuluan

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan industri percetakan di Indonesia yang sudah berdiri sejak tahun 1970. Produk yang dihasilkan oleh PT XYZ adalah buku-buku cetak sekolah (SD, SMP, dan SMA), soal Ujian Nasional, surat suara PEMILU, dan produk lainnya yang berkaitan dengan industri percetakan. Sistem produksi yang digunakan oleh perusahaan ini adalah *make to order*.

PT XYZ memiliki 27 mesin dalam melakukan proses produksinya. Mesin-mesin tersebut dibagi ke dalam beberapa bagian, yaitu Bagian Pracetak memiliki 1 mesin, Bagian Cetak memiliki 10 mesin, Bagian *Finishing* memiliki 10 mesin, Bagian *Packaging* memiliki 6 mesin. Saat ini, PT XYZ sudah melakukan kegiatan perawatan *preventive maintenance* namun hanya sebatas melakukan kegiatan *cleaning*, *oiling*, *greasing*, dan cek unit mesin sehingga kebijakan perawatan tersebut belum efektif dikarenakan kegiatan perawatan tersebut belum menggunakan interval waktu yang tepat dan juga belum memperhatikan karakteristik kerusakan sehingga kegiatan perbaikan *corrective maintenance* sering dilakukan. Anggaran biaya perawatan *existing* untuk Mesin Mitsubishi 1F-15000 adalah Rp 103.500.000.

PT XYZ memiliki kendala pada mesin-mesin yang mengalami kerusakan karena dapat mengganggu proses produksi dan berdampak pada tingginya biaya *loss of revenue*. Dari 4 bagian mesin, frekuensi kerusakan mesin terbesar terdapat pada Bagian Cetak. Pada penelitian ini akan difokuskan pada Bagian Cetak, karena bagian tersebut merupakan bagian terpenting dalam proses produksi di PT XYZ. Data yang menunjukkan frekuensi kerusakan mesin pada bagian Cetak tahun 2010-2013 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Frekuensi Kerusakan dan *Downtime* Mesin Bagian Cetak

NO	NAMA MESIN	FREKUENSI KERUSAKA	<i>DOWNTIME</i> MESIN (JAM)
1	Mesin Mitsubishi 1F-15000	69	214
2	Mesin Beiren JS 2102	18	50
3	Mesin Sakurai OLIVER 72-A	40	88
4	Mesin Komori LS 440	55	155
5	Mesin Wohlenberg 115	13	34
6	Mesin Solna D-30 TC96	19	44
7	Mesin Man-Plag Cromoman	33	137
8	Mesin Harris V25	3	12
9	Mesin Goss Community	29	47
10	Mesin Manugraph Cityline Exi	56	162

Ditinjau dari data kerusakan dan *downtime* yang tinggi menunjukkan bahwa mesin tersebut sudah mengalami penurunan performansi, sehingga akan mengakibatkan dampak bagi proses produksi dan dapat menghambat perusahaan dalam memenuhi target produksi dengan tepat waktu. Hal tersebut dapat pula mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian, karena perusahaan akan dikenakan *penalty* apabila terjadi keterlambatan dalam menyelesaikan suatu proyek. Besar *penalty* yang harus dibayarkan perusahaan kepada konsumen disesuaikan dengan hasil kesepakatan antara perusahaan dan konsumen, sebagai contoh pada salah satu proyek dengan pemerintah, *penalty* yang disepakati terbilang besar yaitu sebesar Rp 45.000.000/hari. Oleh karena itu, perusahaan PT XYZ membutuhkan suatu kebijakan perawatan yang efektif untuk mesin Mitsubishi 1F-15000 dan optimasi interval waktu perawatan dengan mempertimbangkan biaya perawatan dan karakteristik kerusakan mesin untuk meminimasi *downtime*. Penelitian ini akan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) untuk mengembangkan kegiatan *preventive maintenance* serta interval waktu perawatan yang tepat. RCM II merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh kegiatan perawatan agar suatu aset fisik dapat terus bekerja melakukan fungsinya sesuai dengan konteks pengoperasiannya pada saat ini. Metode tersebut menekankan pada karakteristik keandalan dari sistem/peralatan agar dapat mencegah terjadinya kegagalan fungsional yang akan berdampak pada keselamatan, lingkungan, dan biaya operasional [2].

Objek *equipment* yang digunakan pada penelitian ini yaitu *equipment* kritis pada sistem kritis pada Mesin Mitsubishi 1F-15000. Penentuan *equipment* kritis diketahui dengan menggunakan metode *Risk Matrix*. *Risk Matrix* merupakan suatu matriks yang digunakan pada *Risk Assessment* untuk menentukan berbagai tingkat risiko dari beberapa kategori probabilitas bahaya dan dampak yang ditimbulkan dari risiko tersebut Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- Mengidentifikasi sistem dan komponen kritis berdasarkan metode *Risk Matrix*.
- Menentukan *maintenance task* yang tepat bagi komponen sistem kritis mesin Mitsubishi 1F-15000 dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM II)*.
- Menentukan interval waktu perawatan yang optimal agar mendapatkan kebijakan perawatan efektif bagi komponen sistem kritis mesin Mitsubishi 1F-15000.
- Menentukan total biaya perawatan bagi komponen sistem kritis mesin Mitsubishi 1F-15000.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di PT XYZ yang merupakan salah satu perusahaan industri percetakan, yang bertempat di kota Bandung. Waktu penelitian dilakukan pada Agustus 2014 – Mei 2015. Data penelitian yang digunakan adalah data *maintenance* pada tahun 2010-2013.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan penelitian ini, maka dibutuhkan beberapa data untuk menganalisis masalah yang dihadapi. Data tersebut diperoleh melalui:

- Studi Literatur yaitu metode pengumpulan data dengan mempelajari teori-teori yang berhubungan dengan penyelesaian masalah sehingga menjadi dasar dan alat bantu dalam pemecahan masalah yang telah ditentukan. Juga dapat dijadikan sebagai referensi untuk mendukung dan memperkuat hasil penelitian yang diperoleh.
- Studi lapangan merupakan metode pengumpulan data dengan melakukan survei langsung ke lokasi pabrik yang bertujuan untuk mengidentifikasi masalah. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara dan observasi. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi :
 - Deskripsi Mesin Mitsubshi 1F-15000
 - Maintenance Task Existing*
 - Data Harga Komponen
 - Data *Time To Failure*
 - Data *Time To Repair*
 - Data Upah *Engineer*
 - Data Biaya Material
 - Data *Loss of Revenue*

Pada penelitian ini pemecahan masalah dilakukan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM II)* yang terdiri dari penentuan sistem kritis, penentuan *function*, *functional failure*, *failure mode*, *failure effect*, *preventive task*, perhitungan interval waktu perawatan, dan biaya perawatan usulan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Penentuan Subsistem Kritis

Pemilihan sistem kritis bertujuan untuk memfokuskan cakupan penelitian, penentuan subsistem kritis diketahui dengan menggunakan metode *Risk Matrix*. Tabel 3.1 menunjukkan frekuensi kerusakan subsistem di PT XYZ pada tahun 2010-2013.

Tabel 3.1 Frekuensi kerusakan Subsistem pada Mesin Mitsubishi 1F-15000

<i>Sub - System</i>	Frekuensi Kerusakan	Persentase	Klasifikasi Biaya PM Tahunan
<i>Feeder System</i>	14	20.29%	<i>High</i>
<i>Printing System</i>	48	69.57%	<i>High</i>
<i>Delivery System</i>	7	10.14%	<i>High</i>
Jumlah	69	100%	

Keterangan :

- Low* = Kurang dari Rp 5.000.000
Medium = Rp 5.000.000 – Rp 10.000.000
High = Melebihi Rp 15.000.000

Berdasarkan Tabel 3.1, dapat dilihat bahwa subsistem yang paling sering mengalami kerusakan pada tahun 2010-2013 yaitu *Printing System* dengan persentase kerusakan sebesar 69,57% dari total kerusakan yang terjadi. Oleh karena itu penelitian ini akan berfokus pada *Printing System* dengan pertimbangan usulan yang akan membantu meningkatkan kinerja dan produktivitas dari subsistem tersebut. Pada *printing system* terdapat tujuh

komponen (*equipment*) yaitu *Cam Follower Gripper*, Rol Tinta, Rol *Dampening* (Air), *Cylinder Plate*, *Bearing*, Motor DC Rol Air & Tinta, dan Baud *Settingan* Rol Air & Tinta.

Selanjutnya ketujuh komponen (*equipment*) tersebut dikategorikan konsekuensinya berdasarkan risikonya yaitu risiko dari tingkat yang paling rendah sampai yang paling berat. Konsekuensi tersebut dilihat dari beberapa aspek yaitu *Safety*, *Environment*, *Production*, dan *Asset*. Kategori konsekuensi *Risk Matrix* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kategori Konsekuensi *Risk Matrix* Dilihat dari Beberapa Aspek

	<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>
<i>Safety (People)</i>	Tidak mengakibatkan luka bagi pekerja	Mengakibatkan 1-2 orang mengalami luka ringan	Mengakibatkan sekelompok (> 3) orang mengalami luka ringan	Mengakibatkan sekelompok (> 3) orang mengalami luka ringan dan 1-2 orang mengalami luka sedang	Mengakibatkan sekelompok (> 3) orang mengalami luka berat
<i>Asset</i>	Terjadi kerusakan ringan pada <i>asset</i> , kerugian berada < 5% dari total <i>asset</i>	Terjadi kerusakan ringan dan kerugian berada 5% ≤ <i>asset</i> < 10% dari total <i>asset</i>	Terjadi kerusakan sedang dan kerugian berada 10% ≤ <i>asset</i> < 25% dari total <i>asset</i>	Terjadi kerusakan <i>asset</i> yang cukup luas dan kerugian berada 25% ≤ <i>asset</i> < 50% dari total <i>asset</i>	Terjadi kehancuran semua <i>asset</i> dan kerugian > 50% dari total <i>asset</i>
<i>Environment</i>	Biaya untuk melakukan <i>recovery</i> pada lingkungan yang terganggu / rusak < Rp 500.000	Biaya untuk melakukan <i>recovery</i> pada lingkungan yang terganggu / rusak > 500.000	Biaya untuk melakukan <i>recovery</i> pada lingkungan yang terganggu / rusak = Rp 1.000.000 - Rp 3.000.000	Biaya untuk melakukan <i>recovery</i> pada lingkungan yang terganggu / rusak = Rp 3.000.000 - Rp 5.000.000	Biaya untuk melakukan <i>recovery</i> pada lingkungan yang terganggu / rusak > Rp 5.000.000
<i>Production</i>	Berdampak sangat kecil terhadap proses produksi (penurunan produktivitas 1-2%)	Berdampak pada kemampuan perusahaan seperti keterlambatan dan kualitas produksi (penurunan produktivitas 2-5%)	Berdampak pada penurunan kinerja dan tidak tercapainya target produksi perusahaan. (penurunan produktivitas 5-10%)	Terjadinya <i>breakdown</i> pada aktivitas kritis yang menyebabkan penurunan kinerja (<i>loss production</i> , ketidakpuasan pelanggan), terjadi penurunan produktivitas 10-20%	<i>Critical failure</i> membuat <i>core activities</i> tidak dapat dilakukan dan menurunkan keberlangsungan kemampuan produksi perusahaan (penurunan produktivitas di atas 20%)

Frekuensi terjadinya suatu risiko dikategorikan dengan cara mendeskripsikan *likelihood* atau frekuensi melalui 3 komponen utama yaitu *chance*, *frequency*, dan *probability* (*Australian Standar Risk Matrix*). Klasifikasi kategori kemungkinan terjadinya suatu risiko dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kategori Kemungkinan Terjadinya Suatu Risiko

	<i>Chance</i>	<i>Frequency</i>	<i>Probability</i>
<i>Almost Certain</i>	Sangat mungkin terjadi pada semua kondisi	Terjadi 9-10 kali dalam 4 tahun terakhir dan perusahaan telah terlatih menghadapi kondisi yang menyebabkan terjadinya suatu risiko	> 90%
<i>Likely</i>	Mempunyai kemungkinan untuk terjadi pada semua kondisi	Terjadi 6-8 kali dalam 4 tahun terakhir dan kondisi tersebut kemungkinan besar terjadi pada tahun berikutnya	60% ≤ risiko < 90%
<i>Possible</i>	Mungkin terjadi pada kondisi tertentu	Terjadi 3-5 kali dalam 4 tahun terakhir dan kondisi tersebut harus dipertimbangkan dengan alasan yang logis bahwa akan terjadi di beberapa tahun berikutnya	25% ≤ risiko < 60%
<i>Unlikely</i>	Bisa saja terjadi pada kondisi tertentu	Terjadi 1-2 kali dalam 4 tahun terakhir	5% ≤ risiko < 25%
<i>Rare</i>	Hanya mungkin terjadi pada kondisi luar biasa (<i>extreme</i>) atau hampir tidak mungkin terjadi	Terjadi maksimal 1 kali dalam 10 tahun terakhir	< 5%

Selanjutnya konsekuensi dan kemungkinan terjadi risiko dikorelasikan ke dalam *risk assessment*. kategori *risk assessment* untuk komponen kritis Mesin Mitsubishi adalah sebagai berikut.

Tabel 3.4 Kategori Risk Assessment

Risk Assessment	Criticality Category
0.01-9	Low
9.01-13	Medium
13.01-18	High
18.01-25	Extreme

Tabel 3.5 menunjukkan hasil risk assesment yang telah dilakukan berdasarkan risiko dan juga konsekuensinya.

Tabel 3.5 Risk Assesment

No	Component	Consequence Assesment					Likelihood Assesment Frequency	Total Risk	Risk Category
		Safety	Asset	Environment	Production	Average			
1	Cam Follower Gripper	1	2	1	3	1.75	3	5.25	Low
2	Rol Tinta	3	4	3	4	3.5	4	14	High
3	Rol Dampening (Air)	3	4	2	4	3.25	5	16.25	High
4	Cylinder Plate	1	3	1	4	2.25	3	6.75	Low
5	Bearing	3	4	2	3	3	5	15	High
6	Motor DC Rol Air & Tinta	3	3	2	4	3	4	12	Medium
7	Baud Settingan Rol Air & Tinta	1	3	1	3	2	3	6	Low

3.2 Analisis RCM II

3.2.1 Analisis Kuantitatif

Pada analisis kuantitatif metode RCM II dilakukan pengujian distribusi yang mewakili menggunakan software MiniTab 15, dan untuk menentukan parameter komponen tersebut digunakan pengujian data dengan software Avsim+ 9.0. Setelah mengetahui distribusi dan parameter untuk setiap komponen, kemudian menghitung MTTF/MTBF dan MTTR dari setiap komponen tersebut. Rumus yang digunakan untuk distribusi weibull yaitu :

$$MTTR = \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (1)$$

Nilai $\Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$ didapatkan dari Γ (tabel fungsi Gamma).

Tabel 3.6 Parameter dan Hasil Perhitungan MTTF/MTBF

Komponen	Distribusi	Parameter		(1/β + 1)	Tabel Gamma	MTTF (Jam)
		μ	σ			
Cam Follower Gripper	Normal	μ	3481,49	-	-	3481,49
		σ	2846,83			
Rol Tinta	Weibull	η	2297,35	1,722643	0,91258	2096,52
		β	1,38381			
Rol Dampening (Air)	Normal	μ	2300,58	-	-	2300,58
		σ	2578,36			
Cylinder Plate	Normal	μ	4151,66	-	-	4151,66
		σ	4807,22			
Bearing	Weibull	η	2293,04	1,853446	1,10785	2540,34
		β	1,17172			
Motor DC Rol Air & Rol Tinta	Weibull	η	2897,14	1,732209	0,91467	2649,93
		β	1,36573			
Baud Settingan Rol Air & Tinta	Weibull	η	2268,33	1,616291	0,89592	2032,24
		β	1,62261			

Tabel 3.7 Parameter dan Hasil Perhitungan MTTR

Komponen	Distribusi	Parameter		(1/β + 1)	Tabel Gamma	MTTR (Jam)
		μ	σ			
Cam Follower Gripper	Normal	μ	1,7075	-	-	1,7075
		σ	1,20305			
Rol Tinta	Weibull	η	3,21753	1,63447	0,89724	2,8869
		β	1,57612			
Rol Dampening (Air)	Weibull	η	2,74737	1,89004	0,95838	2,6330
		β	1,12354			
Cylinder Plate	Normal	μ	1,9375	-	-	1,9375
		σ	1,41771			
Bearing	Weibull	η	4,2815	1,58749	0,89243	3,8209
		β	1,70215			
Motor DC Rol Air & Rol Tinta	Weibull	η	3,5347	1,66774	0,90330	3,1929
		β	1,49759			
Baud Settingan Rol Air & Tinta	Weibull	η	3,91283	1,58075	0,89142	3,4880
		β	1,72192			

3.2.2 Analisis Kualitatif

Pada analisis kualitatif dilakukan penentuan *maintenance task* usulan dan interval perawatan untuk masing-masing komponen Mesin Mitsubishi 1F-15000. Rumus menghitung interval perawatan *schedule on condition* yaitu sebagai berikut [2].

$$PM = 1/2 \times P-F \text{ Interval} \tag{2}$$

Rumus untuk menghitung interval perawatan *schedule restoration* dan *schedule discard* harus terlebih dahulu melakukan perhitungan biaya perbaikan atau pergantian akibat rusaknya komponen menggunakan rumus berikut [1].

$$C_f = C_r + M \cdot C_o + C_w \tag{3}$$

- C_f = Biaya perbaikan atau penggantian karena rusaknya komponen setiap siklus perawatan
- C_r = Biaya pergantian kerusakan komponen
- C_o = Biaya kerugian produksi (*hourly rate*)
- C_w = Biaya tenaga kerja

Setelah mengetahui biaya perbaikan atau penggantian karena rusaknya komponen setiap siklus perawatan, maka tahap selanjutnya menentukan interval waktu perawatan optimal dengan menggunakan rumus sebagai berikut [1].

$$T_c = \frac{C_f}{C_r} \times \frac{1}{f} \tag{4}$$

Biaya perawatan dihitung sesuai dengan kegiatan perawatan yang telah ditentukan sebelumnya dan disesuaikan dengan interval waktu perawatan yang dimiliki masing-masing komponen [1], total biaya perawatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut. [1]

$$T_c = C_f \cdot f_F + C_M \cdot f_M \tag{5}$$

- C_f = Biaya perbaikan atau penggantian karena rusaknya komponen setiap siklus perawatan.
- C_M = Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan.
- f_F = Frekuensi kegagalan *corrective maintenance*.
- f_M = Frekuensi pelaksanaan *preventive maintenance*.
- T_c = Biaya total yang dibebankan pada setiap jam pengoperasian mesin.

Tabel 3.8 Hasil Perhitungan Analisis Kualitatif

Preventive Maintenance Usulan						
No	Komponen	Maintenance Task	Task Usulan	Initial Interval (Tahun)	Cm + Cf	Biaya Perawatan
1	Cam Follower Gripper	Schedule On Condition Task	Based on human senses (pengecekan terhadap bunyi yang tidak normal)	2	Rp 7.161.305	Rp 15.205.089
		Schedule On Condition Task	Melakukan <i>monitoring</i> terhadap setting an komponen	2	Rp 7.161.305	Rp 15.205.089
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian <i>bearing</i>	1	Rp 7.481.305	Rp 7.942.261
2	Rol Tinta	Schedule On Condition Task	Melakukan <i>monitoring</i> terhadap kondisi tinta	4	Rp 7.161.305	Rp 25.249.688
		Schedule On Condition Task	Melakukan <i>monitoring</i> terhadap setting an komponen	4	Rp 7.161.305	Rp 25.249.688
		Schedule On Condition Task	Melakukan <i>monitoring</i> terhadap setting an komponen	4	Rp 7.161.305	Rp 25.249.688
		Schedule On Condition Task	Melakukan <i>monitoring</i> terhadap setting an komponen	4	Rp 7.161.305	Rp 25.249.688
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian rol tinta dan <i>bearing</i>	2	Rp 10.981.305	Rp 21.395.940
3	Rol Dampening (Air)	Schedule On Condition Task	Based on human senses (pengecekan terhadap bunyi yang tidak normal)	3	Rp 7.161.305	Rp 23.010.009
		Schedule On Condition Task	Based on human senses (pengecekan terhadap bunyi yang tidak normal)	3	Rp 7.161.305	Rp 23.010.009
		Schedule On Condition Task	Based on human senses (pengecekan terhadap bunyi yang tidak normal)	3	Rp 7.161.305	Rp 23.010.009
		Schedule On Condition Task	Melakukan <i>monitoring</i> terhadap kebersihan komponen	3	Rp 7.161.305	Rp 23.010.009
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian <i>cylinder plate</i>	2	Rp 7.961.305	Rp 12.790.246
		Schedule On Condition Task	Melakukan <i>monitoring</i> terhadap setting an komponen	3	Rp 7.161.305	Rp 23.010.009
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian rol dampening (air)	2	Rp 10.661.305	Rp 17.127.934
4	Cyinder Plate	Schedule Restoration Task	Memberikan pelumas pada <i>cylinder plate</i>	1	Rp 20.919.870	Rp 18.623.837
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian <i>pneumatik cylinder</i>	1	Rp 7.761.305	Rp 6.909.473
		Schedule Restoration Task	Melakukan proses pengelasan	1	Rp 20.919.870	Rp 18.623.837
5	Bearing	Schedule Restoration Task	Melakukan cleaning pada <i>bearing clutch</i>	1	Rp 34.294.261	Rp 38.302.349
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian <i>bearing</i>	1	Rp 7.481.305	Rp 8.439.701
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian <i>bearing</i>	1	Rp 35.094.261	Rp 40.180.040

Tabel 3.8 Hasil Perhitungan Analisis Kualitatif (Lanjutan)

Preventive Maintenance Usulan						
No	Komponen	Maintenance Task	Task Usulan	Initial Interval (Tahun)	Cm + Cf	Biaya Perawatan
6	Motor DC Rol Dampening (Air) & Rol Tinta	Schedule Discard Task	Melakukan penggantian motor DC dan rol air	2	Rp 11.161.305	Rp 17.855.592
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian motor DC dan bearing	2	Rp 10.981.305	Rp 17.480.749
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian kabel motor DC	1	Rp 7.183.805	Rp 10.210.883
		Schedule On Condition Task	Based on human senses (pengecekan terhadap bunyi yang tidak normal)	3	Rp 7.161.305	Rp 19.976.515
		Schedule On Condition Task	Melakukan monitoring terhadap settingan komponen	3	Rp 7.161.305	Rp 19.976.515
7	Baud Settingan Rol Dampening (Air) dan Rol Tinta	Schedule Discard Task	Melakukan penggantian dudukan mur, baut dan bearing	3	Rp 7.509.305	Rp 19.800.034
		Schedule Discard Task	Melakukan penggantian baut dan rol air	3	Rp 10.669.305	Rp 30.263.567
		Schedule On Condition Task	Melakukan monitoring terhadap settingan komponen	4	Rp 7.161.305	Rp 26.048.285
Total Preventive Maintenance Cost Usulan						Rp 598.406.736

Anggaran biaya perawatan mesin *existing* selama satu tahun adalah sebesar Rp 103.500.000, sedangkan biaya perawatan mesin usulan adalah sebesar Rp 598.406.736. Biaya perawatan *existing* lebih kecil daripada biaya perawatan usulan, hal ini dikarenakan perusahaan tidak secara menyeluruh dalam melakukan kegiatan perawatan pada Mesin Mitsubishi 1F-15000. Biaya perawatan usulan merupakan biaya yang telah dipertimbangkan berdasarkan karakteristik kerusakan dari masing-masing komponen, sehingga biaya usulan lebih tinggi dengan memperhitungkan biaya perbaikan atau pergantian komponen secara berkala.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

- Berdasarkan metode *Risk Matrix* maka sistem kritis yang terpilih pada Mesin Mitsubishi 1F-15000 adalah *Printing System*. Setelah menentukan sistem terpilih maka selanjutnya menentukan komponen (*equipment*) kritis menggunakan *risk assessment*. Didapatkan komponen (*equipment*) kritis dari *printing system* sebanyak 7 komponen yaitu *cam follower gripper*, rol tinta, rol dampening (air), *cylinder plate*, *bearing*, motor DC rol air & tinta, dan baud *settingan* rol air & tinta.
- Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) digunakan untuk menentukan kegiatan *preventive maintenance* yang tepat bagi ketujuh komponen (*equipment*) kritis. *Maintenance task* yang tepat bagi komponen kritis Mesin Mitsubishi 1F-15000 adalah sebagai berikut.
 - Cam Follower Gripper* = *Schedule On Condition Task* dan *Schedule Discard Task*.
 - Rol Tinta = *Schedule On Condition Task* dan *Schedule Discard Task*.
 - Rol Dampening (air) = *Schedule On Condition Task* dan *Schedule Discard Task*.
 - Cylinder Plate* = *Schedule Restoration Task* dan *Schedule Discard Task*.
 - Bearing* = *Schedule Restoration Task* dan *Schedule Discard Task*.
 - Motor DC Rol Air & Tinta = *Schedule On Condition Task* dan *Schedule Discard Task*.
 - Baud *Settingan* Rol Air & Tinta = *Schedule On Condition Task* dan *Schedule Discard Task*.
- Interval waktu perawatan yang tepat pada komponen kritis Mesin Mitsubishi 1F-15000 menggunakan P-F Interval dari MTTF/MTBF masing-masing komponen sesuai dengan jenis kebijakan perawatan yang telah ditentukan sebelumnya. Interval waktu perawatan untuk setiap komponen adalah sebagai berikut.
 - Cam Follower Gripper* = *Schedule On Condition Task* (1 tahun 2 kali) dan *Schedule Discard Task* (1 tahun 1 kali).
 - Rol Tinta = *Schedule On Condition Task* (1 tahun 4 kali) dan *Schedule Discard Task* (1 tahun 2 kali).
 - Rol Dampening (air) = *Schedule On Condition Task* (1 tahun 3 kali) dan *Schedule Discard Task* (1 tahun 2 kali).
 - Cylinder Plate* = *Schedule Restoration Task* (1 tahun 1 kali) dan *Schedule Discard Task* (1 tahun 1 kali).
 - Bearing* = *Schedule Restoration Task* (1 tahun 1 kali) dan *Schedule Discard Task* (1 tahun 1 kali).
 - Motor DC Rol Air & Tinta = *Schedule On Condition Task* (1 tahun 3 kali) dan *Schedule Discard Task* (1 tahun 1-2 kali)
 - Baud *Settingan* Rol Air & Tinta = *Schedule On Condition Task* (1 tahun 4 kali) dan *Schedule Discard Task* (1 tahun 3 kali)
- Total biaya perawatan usulan sebesar Rp 598.406.736 biaya tersebut lebih mahal daripada biaya perawatan *existing* yang berjumlah Rp 103.500.000, hal ini dikarenakan kegiatan perawatan usulan yang direncanakan memperhatikan karakteristik kerusakan dari setiap komponen sehingga hal tersebut dapat mengurangi risiko kerusakan komponen di masa yang akan datang dan dapat meminimalisasi kerugian perusahaan akibat lamanya waktu *downtime* mesin.

4.2 Saran

4.2.1 Saran Bagi Perusahaan

1. PT XYZ hendaknya melakukan perencanaan kegiatan *preventive maintenance* dengan memperhatikan karakteristik kerusakan dan usia komponen dari setiap komponen (*equipment*) dan juga menentukan interval perawatan untuk masing-masing komponen. Dengan memperhatikan karakteristik kerusakan setiap komponen diharapkan *preventive maintenance* dapat meminimalisasi kerusakan komponen dan juga biaya kerugian (*loss of revenue*) yang dialami perusahaan akibat *downtime*.
2. PT XYZ sebaiknya melakukan evaluasi kebijakan perawatan yang dilakukan secara periodik agar dapat mengetahui dan mengambil keputusan yang tepat untuk mengatasi masalah di kemudian hari.

4.2.2 Saran Bagi Peneliti Selanjutnya

1. Penelitian ini belum memperhitungkan mengenai kebutuhan atau persediaan *spare part* yang tepat bagi mesin Mitsubishi 1F-15000. Sebaiknya penelitian selanjutnya melakukan penelitian mengenai kebutuhan atau persediaan *spare part* yang dibutuhkan mesin Mitsubishi 1F-15000.

5. Daftar Pustaka

- [1] Harvard, T.J., 2000. *Determine of a Cost Optimal, Predetermined Maintenance Schedule*.
- [2] Moubray, John. 1991. *Reliability Centered Maintenance II*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Ltd.