

**PENGEMBANGAN KEBIJAKAN PERAWATAN PADA  
MESIN MANUGRAPH DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II* (RCM II)  
DAN *RISK BASED MAINTENANCE* (RBM) DI PT ABC**

Shintya Asih Angelita Tampubolon<sup>1</sup>, Judi Alhilman<sup>2</sup>, Nurdinintya Athari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, <sup>3</sup> Universitas Telkom

<sup>1</sup>shintyaasih@gmail.com <sup>2</sup>judi.alhilman@gmail.com id <sup>3</sup>nurdinintya@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**

PT ABC merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri percetakan di Indonesia. Pada tahun 2014, PT ABC mengalami penurunan jumlah produksi yang cukup besar dikarenakan banyaknya permintaan yang ditolak akibat beberapa mesin yang rusak sehingga tidak mampu memenuhi permintaan pelanggan. Berdasarkan data produktivitas, mesin Manugraph memiliki produktivitas yang paling besar sehingga dengan kata lain mesin Manugraph memiliki peranan yang paling penting dalam proses produksi. Apabila mesin mengalami kerusakan akan menyebabkan terhambatnya proses produksi. Oleh karena itu, mesin Manugraph harus memiliki *preventive maintenance* yang tepat.

Dari hasil penentuan subsistem kritis, subsistem *printing* terpilih sebagai sistem kritis. Kemudian ditentukan kebijakan perawatan dengan karakteristik kerusakan dengan menggunakan metode *Reliability-Centered Maintenance II* dan risiko yang ditimbulkan dengan menggunakan metode *Risk Based Maintenance*. Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan RCM, diperoleh sepuluh *scheduled on-condition task*, sebelas *scheduled discard task*, dan empat *scheduled restoration task*. Interval waktu perawatan masing-masing komponen berbeda-beda sesuai dengan *task* yang diperoleh. Dan berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan RBM diperoleh system performance loss sebesar Rp 6.486.742.077 dan risiko sebesar Rp 5.643.765.482. Total biaya perawatan usulan didapatkan berdasarkan interval waktu yang optimal yaitu sebesar Rp 6.478.302.684.

**Kata Kunci** – *Preventive Maintenance, Reliability-Centered Maintenance, Risk Based Maintenance.*

**Abstract**

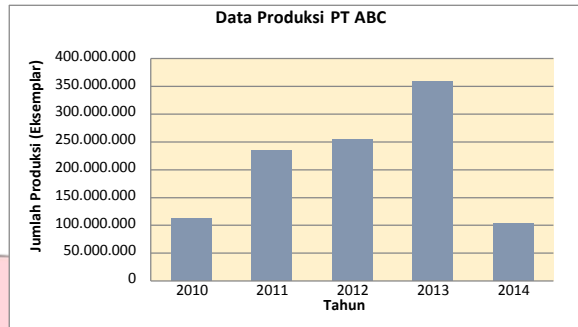
PT ABC is a company engaged in the printing industry in Indonesia. In 2014, PT ABC decreasing production quantities large enough because the number of requests rejected due to some broken machines that can't meet customer demand. Based on productivity data, Manugraph engine has the greatest productivity so in other words Manugraph machine has the most important role in the production process. If the machine is damaged will cause delays in the production process. Therefore, Manugraph machine must have a proper preventive maintenance.

From the result of the determination of the critical subsystems, was selected as the printing subsystem critical systems. Then care policy determined by the characteristics of the damage by using the method of Reliability-Centered Maintenance II and risks posed by using Risk Based Maintenance. Based on the results of data processing using RCM, obtained ten scheduled on-condition task, eleven scheduled discard task, and four scheduled restoration task. Maintenance intervals each of the components vary according to the task obtained. And based on the results of data processing using RBM acquired system performance loss amounted to Rp 6.486.742.077 and Rp 5.643.765.482 risk. The total cost of the proposed treatment is obtained by optimal time interval that is equal to Rp 6.478.302.684.

**Keywords** – *Preventive Maintenance, Reliability-Centered Maintenance, Risk Based Maintenance.*

**1. Pendahuluan**

PT ABC adalah salah satu perusahaan di bidang industri percetakan di Indonesia yang berdiri pada tahun 1970. PT ABC memproduksi buku-buku sekolah dan soal Ujian Nasional tingkat SD, SMP, dan SMA, buku anak-anak, surat pemilu, dan lain-lainnya. Terdapat permasalahan yang terjadi pada tahun 2014, yaitu penurunan jumlah produksi yang cukup besar.



Gambar 1 Data Produksi PT ABC Tahun 2010 – 2014

Hal tersebut dikarenakan tidak mampunya perusahaan untuk memenuhi permintaan pelanggan yang besar seperti mencetak Ujian Nasional yang jumlahnya besar sehingga permintaan tersebut ditolak. Ketidakmampuan tersebut dikarenakan beberapa mesin rusak dan tidak dapat digunakan. Pada proses percetakan terdapat beberapa tahap yaitu pracetak, cetak, dan finishing. Proses cetak merupakan proses paling utama dilakukan karena pada proses ini cover dan isi dicetak dengan dua jenis mesin yang berbeda.

Tabel 1 Jumlah Mesin di PT ABC

No	Proses	Jenis	Jumlah
1	Pracetak	Plate	1
2	Cetak	Web	6
		Sheet	4
3	Finishing	Bindig	3
		Lipat	2
		Jahit Benang	2
		Jahit Kawat	2
Total			20

Untuk mesin jenis cetak web memiliki keunggulan yaitu sudah memiliki mesin pelipatnya sendiri. Pada jenis cetak web terdapat enam mesin yaitu mesin Goss, Manugraph, Cromoman, Solna, Continous Form, dan Harris. Mesin manugraph merupakan mesin yang memiliki produktivitas paling besar sehingga dengan kata lain mesin Manugraph memiliki peranan yang paling penting dalam proses produksi namun menghasilkan produk yang cacat paling banyak. Agar mesin tidak mudah rusak kembali diperlukan kegiatan maintenance yang efektif dan efisien pemeliharaan dan optimasi penentuan waktu perawatan mesin dengan mempertimbangkan biaya perawatan mesin tersebut berbasiskan metode Reliability-Centred Maintenance dan Risk-Based Maintenance.

**2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian**

**2.1 Dasar Teori**

**2.1.1 Manajemen Perawatan**

Perawatan adalah aktivitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki dalam kondisi tertentu dan pada periode tertentu (Ebeling, 1997). Tujuan utama dari kegiatan perawatan bukan hanya untuk mengoptimalkan ketersediaan (availability) pada biaya yang minimum.

**2.1.1.1 Preventive Maintenance**

Preventive Maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum komponen atau sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi (Marquez, 2007). Tujuan preventive maintenance adalah sebagai berikut:

1. Mencegah atau meminimasi terjadinya kegagalan (prevent failure).
2. Mendeteksi apabila terjadinya kegagalan (detect onset of failure).
3. Menemukan kegagalan yang tersembunyi (discover a hidden failure).
4. Meningkatkan reliability dan availability komponen atau sistem tersebut.

**2.1.1.2 Corrective Maintenance**

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kegagalan pada suatu sistem untuk mengembalikan sistem kefungsi awal. Kegiatan ini bersifat tidak terjadwal, yang berarti tergantung pada kondisi sistem tersebut (Marquez, 2007).

**2.1.2 Reliability Centered Maintenance II (RCM II)**

Reliability Centered Maintenance II (RCM II) merupakan perawatan berbasis kehandalan dimana pendekatan RCM mengasumsikan bahwa perawatan tidak dapat berindak lebih dari menjamin agar asset terus menerus mencapai kemampuan dasarnya. Dilihat dari sisi perawatan, pengertian lengkap dari RCM adalah suatu proses

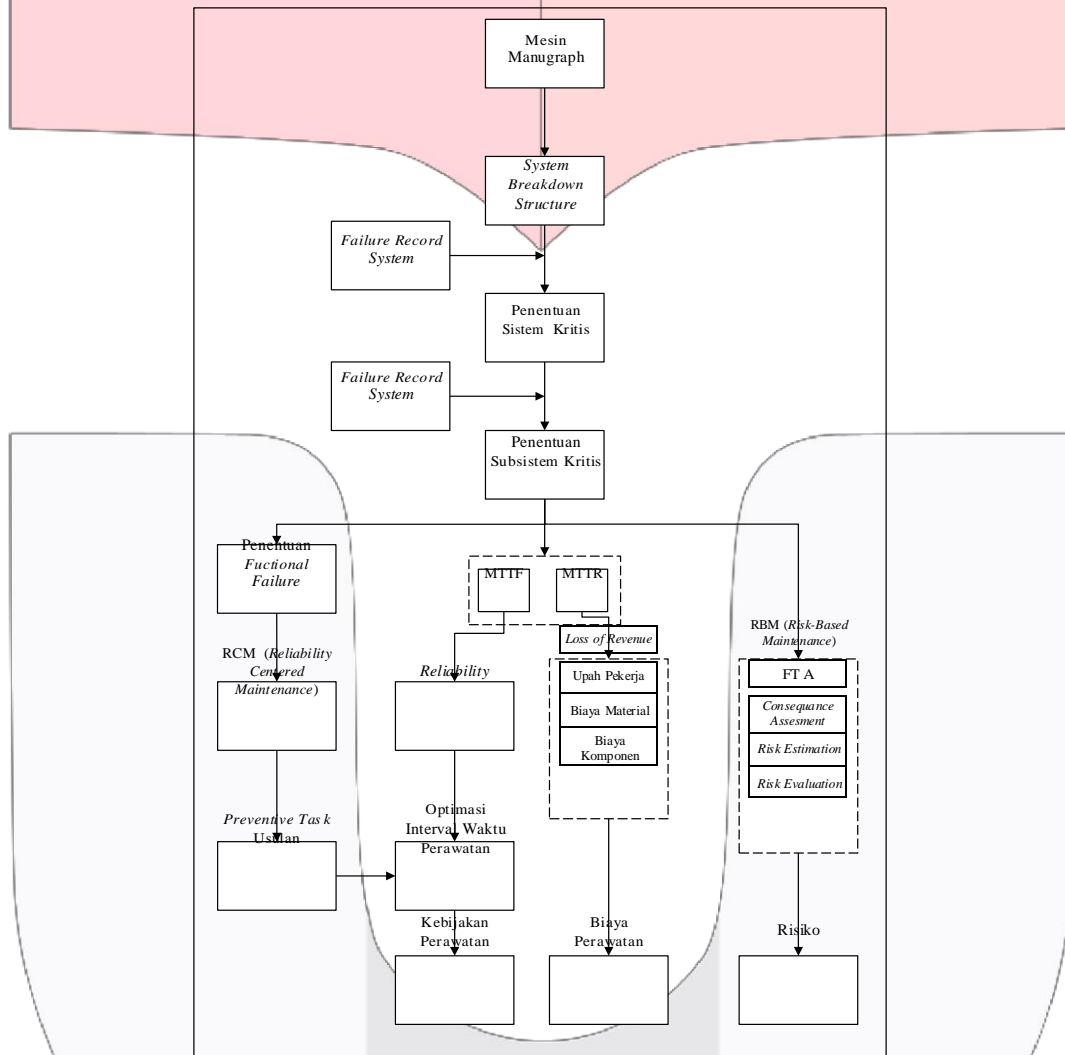
yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk menjamin agar sembarang asset fisik dapat berlangsung terus memenuhi fungsi yang diharapkan dalam konteks operasinya saat ini.

### 2.1.3 Risk Based Maintenance (RBM)

*Risk Based Maintenance* (RBM) merupakan suatu metode kuantitatif hasil integrasi antara pendekatan reliabilitas dan strategi pendekatan risiko untuk mencapai jadwal *maintenance* yang optimal. RBM bertujuan untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan akibat kegagalan yang terjadi pada fasilitas operasi. Nilai kuantitatif dari risiko merupakan dasar untuk memprioritaskan kegiatan *maintenance* dan inspeksi (Khan dan Haddara, 2004).

### 2.2 Model Konseptual

Berdasarkan metode konseptual dimulai dengan pemilihan subsistem kritis pada mesin Manugraph. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) dan *Risk Based Maintenance* (RBM) sehingga berdasarkan *maintenance cost* sebelumnya menghasilkan *preventive maintenance cost* usulan dan kebijakan perawatan yang efektif.



Gambar 2 Model Konseptual

### 3. Pembahasan

Pada tahap pengolahan data terlebih dahulu dilakukan pengumpulan data. Data-data yang dibutuhkan adalah struktur sistem dari mesin, MTTF, MTTR, data kegiatan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*, harga komponen dari mesin, upah gaji *engineer*, biaya material, biaya gaji pekerja, dan data *Loss of Revenue*. Selanjutnya dilakukan pemilihan subsistem kritis pada mesin Manugraph.

#### a) Pengukuran Kualitatif Menggunakan RCM

Pengukuran kualitatif menggunakan metode RCM dilakukan untuk menentukan keperluan atau kebutuhan maintenance pada tiap-tiap subsistem. Penentuan tersebut dilakukan dengan menentukan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yaitu menjelaskan tentang modus-modus kegagalan yang terjadi serta dampak yang

ditimbulkan dari kegagalan tersebut. Kemudian selanjutnya menentukan *Logic Tree Analysis* (LTA) yang digunakan untuk mengklasifikasikan konsekuensi modus kegagalan.

b) Uji Distribusi dan Penentuan Parameter Distribusi TTF dan TTR

Sebelum menentukan parameter distribusi, data TTF dan TTR di uji Anderson Darling dengan menggunakan *software* Minitab 17 untuk memperoleh distribusi masing-masing komponen. Setelah itu dilakukan penentuan parameter dari distribusi yang terpilih dengan menggunakan *software* AvSim+9.0.

c) Perhitungan MTTF dan MTTR

Perhitungan MTTF dan MTTR disesuaikan dengan distribusi yang telah terpilih sebelumnya. Apabila distribusi yang terpilih adalah normal maka  $\mu$  merupakan MTTF dari komponen tersebut. Namun jika distribusi yang terpilih adalah distribusi Weibull maka perhitungan MTTF harus menggunakan rumus yang tertera di bawah.

$$MTTF = \eta \cdot \Gamma ( 1 + 1/\beta )$$

Tabel 2 MTTF Komponen Subsistem *Printing*

Komponen	Distribusi	Parameter		(1/β+1)	Tabel Gamma	MTTF (Jam)
Unit Tinta	Weibull	η	2226,53	2,61	1,44044	3207,182873
		β	0,620404			
Dampening	Weibull	η	1775,51	2,75	1,60836	2855,659264
		β	0,571563			
Cylinder Plate	Weibull	η	2524,85	2,68	1,504	3797,3744
		β	0,594472			
Motor DC	Weibull	η	3036,03	1,67	0,90330	2742,445899
		β	1,493650			

Tabel 3 MTTR Komponen Subsistem *Printing*

Komponen	Distribusi	Parameter		(1/β+1)	Tabel Gamma	MTTR (Jam)
Unit Tinta	Weibull	η	3,23819	1,63	0,89724	2,905433596
		β	1,57677			
Dampening	Weibull	η	3,2203	1,85	0,94261	3,035486983
		β	1,17873			
Cylinder Plate	Weibull	η	2,96986	1,64	0,89864	2,66883499
		β	1,55876			
Motor DC	Weibull	η	2,71997	1,68	0,905	2,46157285
		β	1,47019			

d) Perhitungan *Risk Based Maintenance* (RBM)

Dengan menggunakan metode *Risk-Based Maintenance* (RBM) menghasilkan risiko akibat kerusakan dan kriteria penerimaan risiko. Perhitungan risiko diperoleh dengan persamaan berikut:

$$Risk = Probability\ of\ Failure \times System\ Performance\ Loss$$

$$System\ Performance\ Loss = Loss\ Production + (Mean\ Time\ To\ Repair \times Engineer\ Cost) + Material\ Cost + Harga\ Komponen.$$

e) Penentuan Interval Waktu Perawatan

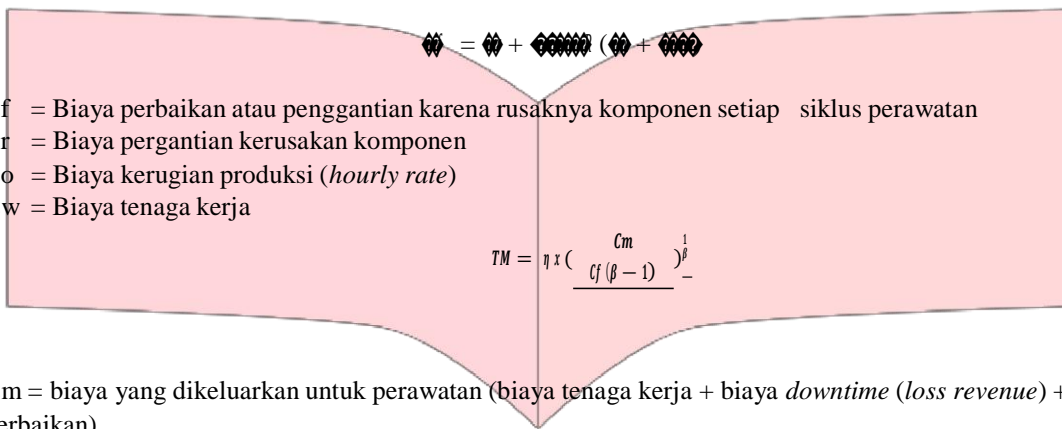
Tahap perhitungan waktu interval perawatan yaitu menentukan selang waktu perbaikan yang dapat dilakukan oleh pihak *maintenance* berdasarkan *failure mode* masing-masing komponen sesuai dengan *preventive task selection* yang telah ditentukan pada analisis kualitatif RCM II.

1. Perhitungan Interval Waktu Perawatan *Scheduled On Condition*

Perhitungan interval waktu perawatan untuk *Scheduled on Condition* dilakukan dengan 1/2 dari P-F Interval masing-masing komponen tersebut (Moubray,1991).

2. Perhitungan Interval Waktu Perawatan *Scheduled Restoration Task* dan *Scheduled Discard Task*

*Scheduled Restoration Tasks* merupakan kegiatan perawatan secara *preventive* yang dilakukan untuk mengembalikan kemampuan komponen atau sebelum batas umurnya tanpa memperhatikan kondisinya. *Scheduled Discard Tasks* merupakan kegiatan perawatan secara *preventive* yang melakukan penggantian komponen sebelum batas umurnya habis dan tidak memperhatikan kondisinya. Untuk perhitungan interval waktu perawatan *Scheduled Restoration Tasks* dan *Scheduled Discard Tasks* diperlukan parameter MTTF dan MTTR yang selanjutnya dilakukan perhitungan biaya perbaikan atau pergantian akibat rusaknya komponen dengan menggunakan persamaan sebagai berikut. (Harvard, 2000).



$C_f =$  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

$$TM = \eta \times \left( \frac{C_m}{C_f (\beta - 1)} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

$C_m =$  biaya yang dikeluarkan untuk perawatan (biaya tenaga kerja + biaya *downtime (loss revenue)* + biaya perbaikan).

#### f) Perhitungan Biaya Perawatan Usulan Komponen Kritis

Biaya perawatan dihitung sesuai dengan kegiatan perawatan yang telah ditentukan sebelumnya dan disesuaikan dengan interval waktu perawatan yang dimiliki masing-masing komponen.

$$T_c = (CM + Cr) \times F_m$$

$CM =$  Biaya yang dikeluarkan untuk perawatan  
 $Cr =$  Biaya Komponen  
 $F_m =$  Frekuensi pelaksanaan *preventive maintenance* (per tahun)

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengukuran dengan menggunakan metode *Reliability-Centered Maintenance II* (RCM II), diperoleh sepuluh *schedule on condition*, empat *restoration task*, dan sebelas *discard task*. Sedangkan pengukuran dengan menggunakan metode *Risk-Based Maintenance* diperoleh konsekuensi dan risiko subsistem kritis Manograph yaitu *system performace loss* sebesar Rp 6.486.742.077 dan risiko sebesar Rp 5.643.765.482. Total biaya perawatan usulan didapatkan berdasarkan interval waktu yang optimal yaitu sebesar Rp 6.478.302.684 sedangkan untuk interval waktu perawatan yang optimal berbeda dari sebelumnya yaitu dilakukan setiap tiga sampai empat bulan sekali, menjadi disesuaikan dengan total biaya perawatan dan risiko untuk masing-masing komponen.

#### Daftar Pustaka

- Ebeling, Charles E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc
- Khan, Faisal I., dan Mamoud Haddara. (2004). *Risk-Based Maintenance of Ethylene Oxide Production Facilities*. Journal of Hazardous Materia
- Marquez, A. (2007). *The Maintenance Management Framework*. Spain. Moubray, John. 1991. *Reliability Centered Maintenance II*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Ltd.
- Moubray, John. (1991). *Reliability Centered Maintenance II*. Oxford: Butterworth-Heinemann, Ltd.
- Havard, T.J., (2000). *Determination of a Cost Optimal, Predetermined Maintenance Schedule*.