

USULAN INTERVAL WAKTU DAN ESTIMASI BIAYA PERAWATAN MESIN CYLINDER UNIT 2 DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM)

PROPOSED TIME INTERVAL AND ESTIMATION COST OF CYLINDER MACHINES UNIT 2 USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) METHOD

Muhammad Ilham Maulana¹, Endang Budiasih², Judi Alhilman³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹ilhammim@student.telkomuniversity.ac.id, ²endangbudiasih@telkomuniveristy.co.id,

³judi.alhilman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT KLM merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kertas *board* yang biasa disebut dengan *Coated Duplex Board* (CDB) dengan variasi gramatur mulai dari 250 gsm hingga dengan 500 gsm. Produk kertas yang dihasilkan harus memenuhi kepuasan konsumen dan pengolahannya dilakukan sesuai standar dan ketentuan yang telah ditetapkan perusahaan. Mesin yang digunakan menggunakan sistem paralel dan proses produksi yang digunakan adalah sistem kontinyu sehingga jika terjadi kerusakan salah satu atau beberapa mesin akan menghambat proses produksi yang telah ditargetkan sehingga berdampak pada kerugian. Oleh karena itu, keandalan dari setiap mesin perlu diperhatikan untuk mendapatkan performansi kinerja mesin yang baik. Menurut data historis dari tahun 2013 hingga tahun 2017, mesin *Cylinder* unit 2 memiliki kerusakan mesin paling banyak yaitu 31 kali kerusakan. Dalam penelitian ini digunakan metode *Reliability Centered Maintenance* untuk menentukan kebijakan perawatan sesuai dengan karakteristik mesin, meminimasi biaya perawatan, dan menentukan *labor force cost* yang optimal. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh empat *scheduled on condition task*, interval waktu perawatan adalah 23 hari dengan estimasi total biaya perawatan sebesar Rp 1.167.241.427,63 per tahun dan *labor force cost* menghemat sebesar 16,67% dari Rp 207.360.000,00 per tahun.

Kata Kunci: *Reliability Centered Maintenance*, Biaya Perawatan, *Labor Force Cost*, Mesin *Cylinder*

Abstract

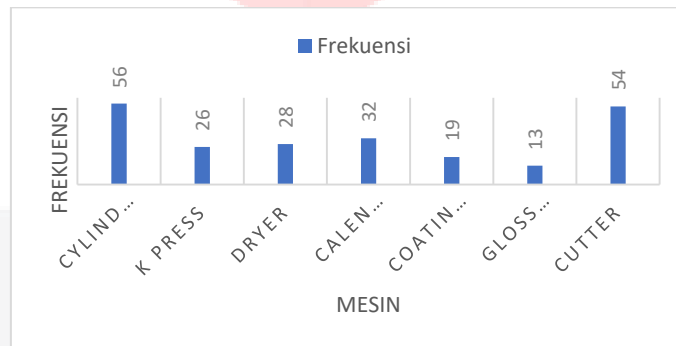
PT KLM is a company engaged in paper board production, commonly referred to as *Coated Duplex Board* (CDB) with a variety of grammage range from 250 gsm to 500 gsm. The resulting paper products must meet customer satisfaction and processing is carried out according to the standards and conditions set by the company. The machine uses a parallel system and the production process uses a continuous system so that if there is damage to one or several machines it will inhibit the production process that has been targeted so that it has an impact on losses. Therefore, the reliability of each machine needs to be considered to get a good machine performance. According to historical data from 2013 to 2017, the *Cylinder* machine unit 2 has the most machine damage, which is 31 times damage. In this study the *Reliability Centered Maintenance* method is used to determine maintenance policy according to machine characteristics, minimize maintenance costs, and determine the optimal *labor force cost*. Based on the research results obtained four *scheduled on condition tasks*, the maintenance time interval is 23 days with an estimated total maintenance cost of Rp 1,167,241,427.63 per year and *labor force cost* saves 16.67% from Rp 207,360,000.00 per year.

Keywords: *Reliability Centered Maintenance*, Maintenance Cost, *Labor Force Cost*, *Cylinder Machine*

1. Pendahuluan

PT KLM merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kertas *board* yang biasa disebut dengan *coated duplex board* (CDB) dengan variasi gramatur mulai dari 250 gsm hingga dengan 500 gsm. Produk kertas yang dihasilkan harus memenuhi kepuasan konsumen dan pengolahannya dilakukan sesuai standar dan ketentuan yang telah ditetapkan perusahaan. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga *brand image* yang baik di mata konsumen. Sistem produksi yang digunakan adalah *make-to-order* dengan kegiatan produksi kertas sesuai permintaan konsumen.

Secara garis besar terdapat dua belas proses yang dimulai dengan proses inspeksi bahan baku dan berakhir pada proses pengemasan. Proses produksi kertas di PT KLM yaitu 24 jam yang mampu menghasilkan kertas mencapai 94.629 kilogram kertas. Mesin yang digunakan menggunakan sistem paralel dan proses produksi yang digunakan adalah sistem kontinu sehingga jika terjadi kerusakan salah satu atau beberapa mesin akan menghambat proses produksi yang telah ditargetkan sehingga berdampak pada kerugian. Oleh karena itu, keandalan dari setiap mesin perlu diperhatikan untuk mendapatkan performansi kinerja mesin yang baik. Banyaknya mesin pada bagian produksi diperlukan kegiatan perawatan agar mesin-mesin yang ada dapat bekerja sesuai fungsinya tanpa menghambat proses produksi. PT KLM telah menerapkan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* untuk setiap mesin apabila terjadi kegagalan fungsi.



Gambar 1 Frekuensi Kerusakan Mesin *Cylinder* Tahun 2013-2017

Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa mesin yang mengalami kerusakan terbesar pada tahun 2013 hingga 2017 adalah mesin *Cylinder* dengan frekuensi kerusakan sebanyak 56 kali. Mesin *Cylinder* memiliki dua unit produksi yaitu unit 2 dan unit 3 yang di setiap unitnya memiliki frekuensi kerusakan berbeda. Unit produksi yang memiliki kerusakan paling banyak yaitu pada unit 2 sebesar 31 kerusakan sedangkan pada unit 3 memiliki frekuensi kerusakan sebesar 25 kerusakan. Mesin *Cylinder* merupakan salah satu mesin yang harus selalu siap pakai karena memengaruhi capaian target produksi.

Berdasarkan faktor tersebut, dapat disimpulkan bahwa mesin *Cylinder* pada unit 2 merupakan mesin paling kritis disebabkan tingginya frekuensi kerusakan. Oleh sebab itu perlu adanya kegiatan perawatan yang lebih efektif pada mesin *cylinder* unit 2. Penelitian ini berfokus pada penentuan usulan kebijakan perawatan dan perbandingan estimasi total biaya eksisting dan usulan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang mana metode RCM memiliki fungsi untuk menentukan kelola dari sistem perawatan.

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Manajemen Perawatan

Tujuan utama dari pemeliharaan ialah untuk memperpanjang umur pakai peralatan, memastikan semua peralatan siap untuk operasional dalam kegiatan darurat dan memastikan keselamatan pengguna peralatan tersebut [1]. Menurut Moubrey [2], Manajemen perawatan merupakan proses untuk memastikan bahwa aset fisik bekerja seperti apa yang dilakukan seharusnya.

2.2 Preventive Maintenance

Preventive maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilaksanakan sebelum sebuah sistem atau komponen mengalami kegagalan fungsi atau kegiatan perawatan yang dilaksanakan berdasarkan interval waktu yang telah ditentukan [3].

2.3 Corrective Maintenance

Corrective maintenance merupakan kegiatan perawatan yang dilaksanakan setelah sebuah sistem atau komponen mengalami kegagalan fungsi [3].

2.4 Distribusi Kerusakan

Pada distribusi ini data yang digunakan adalah *Time To Repair* (TTR) dan *Time To Failure* (TTF) serta distribusi yang digunakan adalah distribusi Normal, Eksponensial, dan Weibull. Sanjani, Alhilman and Athari (2018) dalam penelitiannya menggunakan distribusi Normal, Eksponensial, dan Weibull untuk menghitung nilai *Mean Time To*

Repair (MTTR), Mean Time To Failure (MTTF), dan Mean Time Between Failure (MTBF) [4]. Perhitungan MTTR, MTTF, dan MTBF menggunakan persamaan sebagai berikut [4].

1. Distribusi Normal

$$MTTR/MTTF = \mu$$

2. Distribusi Eksponensial

$$MTTR/MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

3. Distribusi Weibull

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

2.5 Reliability Centered Maintenance

Metode RCM memiliki dua jenis pengukuran yaitu pengukuran kualitatif dan pengukuran kuantitatif yang berguna untuk menentukan tugas perawatan yang efektif serta kedua pengukuran ini mengacu pada kegagalan fungsional sistem kritis. Metode ini akan memberikan informasi tugas pemeliharaan dan interval perawatan yang optimal [1]. Yssaad, Khiat and Chaker (2014) menggunakan RCM untuk memastikan keamanan dengan pemeliharaan *preventive* dan mempertahankan fungsionalitas dengan cara yang ekonomis pada *Automatic Transfer Switch* (ATS) di Algeria [5]. HOSEINIE *et al.* (2013) menyajikan metode RCM pada pertambangan di Iran dengan objek *spray jets* untuk menentukan interval waktu perawatan yang optimum dengan mempertimbangkan biaya [6].

2.6 Labor Force Cost

Perhitungan *labor force* berdasarkan persamaan sebagai berikut [7].

$$L_{PM} = md_{\text{annual}} / LOC \quad (1)$$

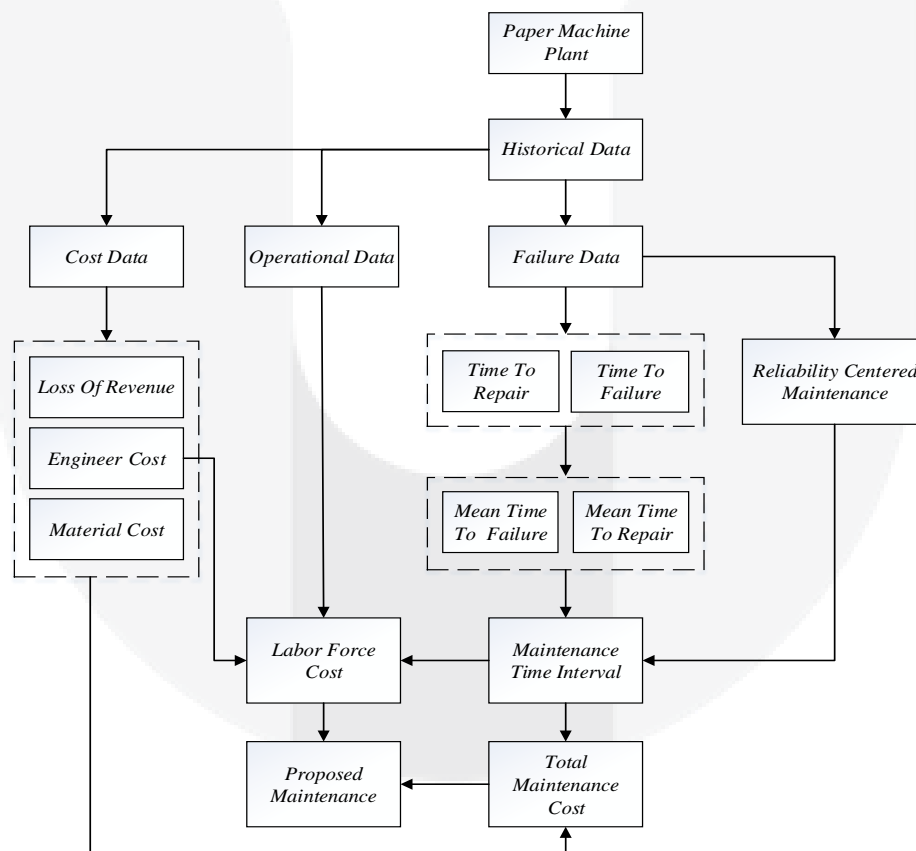
Dimana md_{annual} adalah total *preventive maintenance* dalam setahun, dan LOC adalah hari kerja *engineers* dalam setahun.

Total *preventive maintenance* dalam setahun dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$md_{\text{annual}} = F_M \times T_{\text{du}} \times L_{\text{number}} \quad (2)$$

Dimana f_{annual} adalah frekuensi perawatan selama setahun, T_{du} adalah durasi waktu *engineers* bekerja, dan L_{number} adalah jumlah *engineers*.

2.7 Metodologi Penelitian



Gambar 2 Metodologi Penelitian

Pada Gambar III.1 menunjukkan variabel-variabel yang akan didapatkan pada penelitian ini dengan konsep penelitian yang akan dilakukan. Penelitian ini akan menghasilkan *proposed maintenance* yang tepat pada mesin *Cylinder*.

Berdasarkan model konseptual, input awal yaitu mesin *Paper Machine Plant*. Untuk mendapatkan sistem yang akan diteliti, maka memerlukan *Historical Data*. Dari *Historical Data* tersebut didapatkan *Cost Data*, *Failure Data*, dan

Operational Data. Dimana *Cost Data* terdiri dari *Loss Of Revenue*, *Engineer Cost*, dan *Material Cost* yang digunakan sebagai input untuk menghitung *Total Maintenance Cost*. Sedangkan *Operational Data* digunakan sebagai input untuk menghitung *Labor Force Cost*.

Pengukuran dilakukan dengan dua pendekatan yaitu pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Pengukuran dengan pendekatan kualitatif dilakukan untuk menentukan *preventive maintenance* pada sistem dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang nantinya diperoleh optimasi interval waktu perawatan.

Pada pengukuran dengan pendekatan kuantitatif berpacu pada failure data untuk mencari nilai *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) dimana didapatkan dari data *Time To Failure* (TTF) dan *Time To Repair* (TTR) yang terpilih dari mesin *Cylinder* selama lima tahun (2013-2017). Sehingga nantinya diperoleh optimasi interval waktu perawatan untuk mendapatkan estimasi total biaya perawatan dan *labor force cost* dalam menentukan *proposed maintenance*.

3. Pembahasan

3.1 Perhitungan MTTR dan MTTF

MTTR adalah waktu rata-rata perbaikan yang dilakukan perhitungan setelah menentukan distribusi yang terpilih dan menentukan parameter distribusi dari data TTR. Nilai MTTR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 MTTR

Mesin	Distribusi	Parameter		$\Gamma(1/\beta + 1)$	MTTR (hours)
Cylinder	Weibull	η	2.663	0.900	2.398
		β	1.533		

MTTF adalah waktu rata-rata kegagalan terjadi yang dilakukan perhitungan setelah menentukan distribusi yang terpilih dan menentukan parameter distribusi dari data TTF. Nilai MTTF dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 MTTF

Mesin	Distribusi	Parameter		$\Gamma(1/\beta + 1)$	MTTF (hours)
Cylinder	Weibull	η	835.479	1.340	1119.283
		β	0.662		

3.2 Failure Modes and Effects Analysis

Failure Modes and Effects Analysis dilakukan untuk mengetahui model kegagalan dan dampak kegagalan pada mesin *cylinder* unit 2 yang dapat dilihat pada Tabel 3 [3].

Tabel 3 *Failure Modes and Effects Analysis*

LEMBAR INFORMASI RCM		MESIN	Cylinder			
FUNCTION		FUNCTIONAL FAILURE (Loss of Function)	FAILURE MODES (Cause of Failure)		FAILURE EFFECT (What Happen When It Fail)	
1	Befungsi sebagai pembentuk kertas dari buburan kertas	1	Pembentukan kertas tidak sempurna	1	Motor <i>Fan Pump</i> tidak dapat bekerja	Terjadi stop mesin
				2	Rongga celah <i>Cylinder Mold</i> menipis	Sedikitnya buburan kertas yang terbawa
				3	Kain <i>Felt Roll</i> tidak dapat menghisap kadar air	Kadar air pada kertas masih banyak
				4	<i>Top Couch Roll</i> menipis	Permukaan kertas bergelombang atau tidak rata

3.3 Interval Waktu Perawatan

Interval waktu perawatan dihitung berdasarkan tindakan perawatan yang telah ditentukan pada *RCM Worksheet* dan mesin *cylinder* unit 2 termasuk dalam kebijakan *scheduled on condition*, sehingga perhitungan interval waktu adalah setengah dari P-F interval yang nilainya sama dengan nilai MTTF. Interval waktu perawatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Interval Waktu Perawatan

Mesin	Information Reference			Interval Perawatan (Jam)	Interval Perawatan (Hari)
	F	FF	FM		
Cylinder	1	1	1	559.641	23
			2	559.641	23
			3	559.641	23
			4	559.641	23

3.4 Perbandingan Total Biaya Usulan Dengan Eksisting

Total biaya perawatan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$T_c = C_m \times F_m \quad (1)$$

Dimana C_m adalah biaya yang didapatkan dari penjumlahan biaya *loss of revenue*, biaya *engineer*, dan biaya material. Kemudian F_m adalah frekuensi perawatan. Berdasarkan perhitungan total biaya perawatan didapatkan bahwa total biaya perawatan eksisting yang harus dikeluarkan perusahaan setiap tahun yaitu sebesar Rp 1,662,944,397.78 sedangkan estimasi total biaya dengan kebijakan perawatan usulan yang harus dikeluarkan perusahaan setiap tahun adalah sebesar Rp 1.167.241.427,63. Total biaya perawatan eksisting dengan biaya perawatan usulan memiliki selisih sebesar Rp 495.702.970,10. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan dalam interval waktu perawatan antara eksisting dengan usulan.

3.5 Labor Force Cost

Perhitungan *labor force cost* dilakukan berdasarkan data operasional, *engineers cost*, dan interval waktu perawatan yang berguna untuk mengetahui jumlah *engineers* yang optimal dalam melakukan perawatan pada mesin *cylinder* unit 2 sehingga dapat meminimasi biaya. Hasil perhitungan didapatkan bahwa *labor force* yang optimal adalah lima *engineers* dengan biaya sebesar Rp 172.800.000,00 per tahun. Jika dibandingkan dengan *labor force* keadaan eksisting yang berjumlah sebanyak enam orang dengan biaya sebesar Rp 207.360.000,00 per tahun, PT KLM dapat menghemat biaya mencapai 16.67%.

4. Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

1. Metode *Reliability Centered Maintenance* digunakan untuk menentukan kegiatan perawatan *preventive* dan interval waktu perawatan pada mesin *Cylinder* unit 2. Berdasarkan pengolahan data didapatkan empat *scheduled on condition task* dengan interval waktu perawatan yaitu 23 hari.
2. *Labor force* yang optimal berjumlah lima *engineers*. *Labor force cost* menghemat sebesar 16.67% dari Rp 207.360.000,00 per tahun.
3. Total biaya perawatan eksisting sebesar Rp 1.900.507.883,18 per tahun, sedangkan estimasi total biaya perawatan usulan sebesar Rp 1.167.241.427,63 per tahun. Total biaya perawatan eksisting dengan usulan memiliki selisih biaya sebesar Rp 495.702.970,10.

Daftar Pustaka:

- [1] N. A. J. Alhilman, F. Atmaji, "Software Application for Maintenance System," *2017 Fifth Int. Conf. Inf. Commun. Technol.*, vol. 0, no. RCM II, 2017.
- [2] J. Moubray, *Reliability Centered Maintenance*, Second Edi. Industrial Press, Inc., 1997.
- [3] M. S. Sarashvati, J. Alhilman, and Nopendri, "Optimalisasi Kebijakan Perawatan Menggunakan Metode RCM (Reliability Centered Maintenance) dan Perencanaan Pengelolaan Suku Cadang Menggunakan RCS (Reliability Centered Spares) Pada Continuous Casting Machine 3 Slab Steel Plant di PT Krakatau Steel (Perse)," *J. Ind. Serv.*, vol. 4, no. 2, pp. 2916–2923, 2017.
- [4] T. Sanjani, J. Alhilman, and N. Athari, "Proposed Maintenance Policy and Determining Sparepart Amount Using Reliability Centered Maintenance (RCM) and Reliability Centered Spares (RCS) for Eurosicma E 75 Machine," pp. 210–218, 2018.
- [5] B. Yssaad, M. Khiat, and A. Chaker, "Reliability centered maintenance optimization for power distribution systems (RCM) (TK Thây Túng)," *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, 2014.
- [6] S. H. HOSEINIE, A. AHMADI, B. GHODRATI, and U. KUMAR, "Reliability-Centered Maintenance for Spray Jets of Coal Shearer Machine," *Int. J. Reliab. Qual. Saf. Eng.*, vol. 20, no. 03, p. 1340006, 2013.
- [7] I. H. Afefy, "Maintenance Planning Based on Computer-Aided Preventive Maintenance Policy," *Lect. Notes Eng. Comput. Sci.*, vol. 2196, no. 1, pp. 1378–1383, 2012.