

USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN PADA MESIN PRESS DI PT XYZ MENGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM II) DAN ANALISIS FMECA

PROPOSED MAINTENANCE POLICY USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM II) METHOD AND FMECA ANALYSIS FOR PRESS MACHINE AT PT XYZ

Harits Dzulyadain¹, Endang Budiasih², Fransiskus Tatas Dwi Atmaji³

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

¹haritsdz@gmail.com, ²endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id, ³franstatas@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri otomotif khususnya sepeda motor yang memproduksi komponen *sparepart* pada sepeda motor. Salah satu komponen yang dibuat PT XYZ adalah Guide Comp Level K1AA. Permasalahan yang terdapat di perusahaan adalah salah satu mesin untuk memproduksi komponen Guide Comp Level K1AA yaitu mesin Press memiliki frekuensi kerusakan yang tinggi. Mesin Press sendiri terdiri dari sistem elektrik dan mekanikal yang masing-masing sistem terdiri dari subsistem secara berurutan sebanyak 6 subsistem dan 10 subsistem. Dengan menggunakan *risk matrix*, didapatkan dua subsistem kritis yaitu *brake* dan pelatuk. Kemudian dilakukan analisis *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* (FMECA) dengan output berupa *Risk Priority Number* (RPN) yang menunjukkan bahwa subsistem kritis yang terpilih adalah *brake* untuk dicari interval waktu perawatan yang optimal. Lalu didapatkan kebijakan *maintenance* untuk subsistem kritis *brake* yaitu 2 *scheduled on condition task* dan 2 *scheduled restoration task*. Dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) didapatkan biaya usulan kebijakan perawatan sebesar Rp12.512.731,00, sedangkan biaya perawatan eksisting perusahaan sebesar Rp16.683.641,00. Oleh karena itu, perusahaan dapat menghemat biaya perawatan sebesar Rp4.170.910,00.

Kata kunci : *Reliability Centered Maintenance* (RCM II), *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* (FMECA), *Maintenance Task*, *Maintenance Cost*.

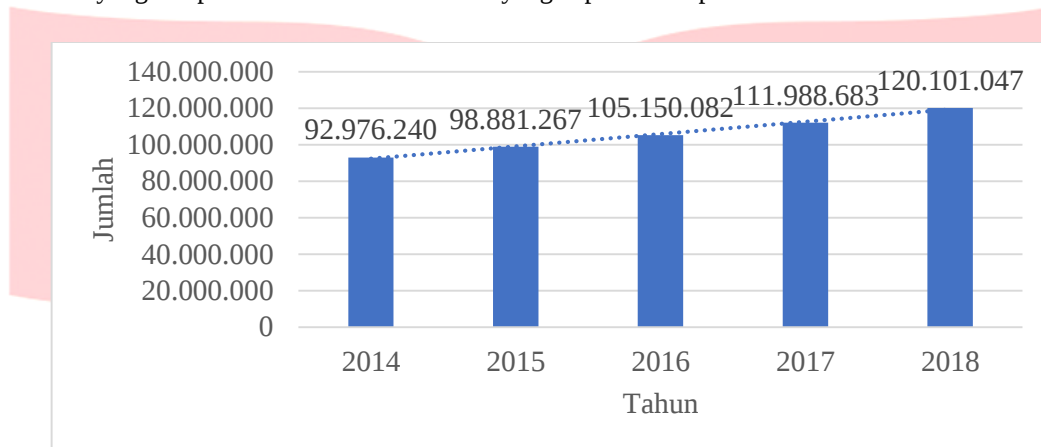
Abstract

PT XYZ is one of the companies engaged in the automotive industry, especially in the motorcycle industry, that produce spare parts on motorcycles. One component made by PT XYZ is Guide Comp Level K1AA. The problem in the company is one of the machines to produce the Guide Comp Level K1AA component, which is a Press machine has a high frequency of failure. The Press machine itself consists of electrical and mechanical systems that each system consists of sequentially subsystem as many as 6 subsystems and 10 subsystems. By using risk matrix, obtained two critical subsystem namely brake and trigger. Then the analysis of *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* (FMECA) was carried out with output in the form of *Risk Priority Number* (RPN) which indicates that the selected critical subsystem is brake to be sought for optimal maintenance time interval. Then, obtained the maintenance policy for the brake critical subsystem are 2 *scheduled on condition task* and 2 *scheduled restoration task*. After using the *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) method, a proposed maintenance policy costs IDR 12,512,731, while the company existing maintenance policy costs IDR 16,683,641. Therefore, the company can save the maintenance costs up to IDR 4,170,910.

Keywords : *Reliability Centered Maintenance* (RCM II), *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* (FMECA), *Maintenance Task*, *Maintenance Cost*.

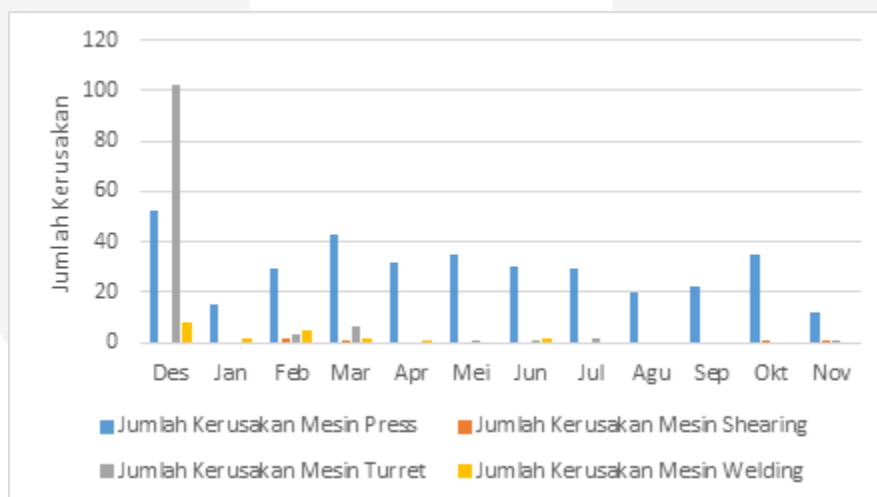
1. Pendahuluan

Pertumbuhan industri otomotif di Indonesia menunjukkan tren yang terus berkembang. Terutama pada industri otomotif kendaraan sepeda motor. Seiring dengan penjualan sepeda motor yang meningkat, maka kebutuhan dari *sparepart* atau suku cadang menjadi meningkat pula. Dapat dibuktikan dengan terjadinya peningkatan jumlah sepeda motor yang sampai saat ini ada di Indonesia yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Grafik Jumlah Sepeda Motor di Indonesia

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di industri otomotif sepeda motor yang memproduksi komponen *sparepart* pada sepeda motor. Produksi PT XYZ tergantung dari jumlah pesanan yang diterima atau dapat dikatakan sistem produksinya adalah *make to order*. PT XYZ memproduksi banyak jenis komponen, salah satu jenis komponen yang diproduksi adalah Guide Comp Level K1AA. Adapun pada alur proses produksi Guide Comp Level K1AA memerlukan beberapa mesin dalam melakukan prosesnya, yaitu mesin Shearing untuk melakukan proses *shearing*, mesin Press untuk melakukan proses *blanking*, *piercing*, *bending*, *flange*, *embosing*, sedangkan mesin Turret untuk melakukan proses *trimming*, dan mesin Welding untuk melakukan proses *welding*. Tingginya angka produksi yang harus dicapai perusahaan mengharuskan mesin untuk selalu siap pakai agar tidak kehilangan pendapatan karena adanya *downtime* yang tinggi. Gambar 2 berikut merupakan grafik dari data jumlah kerusakan mesin Shearing, Press, Turret, dan Welding pada tahun 2019.



Gambar 2 Grafik Jumlah Kerusakan Mesin Tahun 2019

Jumlah kerusakan yang tinggi menyebabkan kapasitas produksi mesin Press menjadi berkurang sehingga akan berpengaruh pada *output* jumlah unit produk yang bisa dihasilkan. Adapun jumlah kerusakan yang tinggi juga berpengaruh pada biaya *maintenance* yang harus dikeluarkan. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus pada mesin Press untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu kebijakan untuk kegiatan perawatan yang memperhatikan karakteristik kerusakan secara mendetail. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM II). Metode tersebut mempertimbangkan faktor konsekuensi kegagalan yang meliputi *operational*, *safety*, *environmental*, dan *hidden failure*. Berdasarkan keempat faktor konsekuensi tersebut dapat ditentukan *maintenance task* yang sesuai dengan jenis kegagalan. Adapun tujuan utama dari metode ini adalah membuat prioritas dari kegiatan perawatan preventif, mendapatkan informasi penting dalam meningkatkan reliabilitas komponen, dan mengembangkan kegiatan yang berkaitan dengan perawatan preventif untuk mengembalikan tingkat keamanan dan reliabilitas komponen pada level yang sesuai [1].

2. Dasar Teori

2.1 Manajemen Perawatan

Perawatan didefinisikan sebagai kombinasi dari semua tindakan teknis, administratif, dan manajerial selama siklus hidup sebuah barang yang dimaksudkan untuk memeliharanya atau mengembalikannya ke keadaan dimana barang tersebut dapat melakukan fungsinya sebagaimana yang diperlukan [2].

2.2 Risk Matrix

Risk matrix adalah matriks yang digunakan selama penilaian risiko untuk menentukan tingkat risiko dengan mempertimbangkan kategori probabilitas (*likelihood*) dan kemungkinan terhadap kategori konsekuensi keparahan. Penentuan tingkat risiko menggunakan 2 parameter yaitu *likelihood* dan *severity*.

2.3 Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA)

FMECA adalah metodologi yang dirancang untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial untuk suatu produk atau proses yang digunakan untuk menilai risiko yang terkait dengan mode kegagalan tersebut, kemudian dibuat peringkat berdasarkan tingkat *criticality* yang paling serius dan dilakukan tindakan korektif berdasarkan masalah tersebut. FMECA terdiri dari dua analisis terpisah, yaitu *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Criticality Analysis* (CA) [3].

2.4 Reliability Centered Maintenance (RCM II)

RCM adalah serangkaian tugas yang dihasilkan berdasarkan evaluasi sistematis yang digunakan untuk mengembangkan atau mengoptimalkan program pemeliharaan [4]. *Output* dari RCM adalah jadwal perawatan pencegahan yang optimal untuk komponen kritis mesin dan peralatan [5].

2.5 Corrective Maintenance

Corrective maintenance dilakukan setelah kerusakan terjadi dan baru dilakukan penanganan, hal tersebut memiliki maksud yaitu untuk mengembalikan peralatan pada keadaan dimana peralatan itu dapat melakukan fungsi yang diperlukan secara langsung atau ditangguhkan [2].

2.6 Preventive Maintenance

Preventive maintenance adalah strategi untuk mencegah komponen sebelum terjadi kegagalan [4]. *Preventive maintenance* memperhitungkan interval waktu setiap perawatan yang dilakukan juga memperhitungkan biaya perawatan *preventive maintenance* untuk melihat seberapa banyak biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan jika perusahaan melakukan *preventive maintenance* [6].

2.7 Preventive Task

Aktivitas *preventive task* dibagi menjadi tiga kategori yaitu *Scheduled Restoration Task*, *Scheduled Discard Task*, dan *Scheduled On Condition Task* [7].

2.8 Maintenance Cost

Perhitungan biaya *maintenance* digunakan untuk mengetahui berapa banyak biaya yang dikeluarkan selama melakukan *maintenance* yang dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [6].

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

Keterangan:

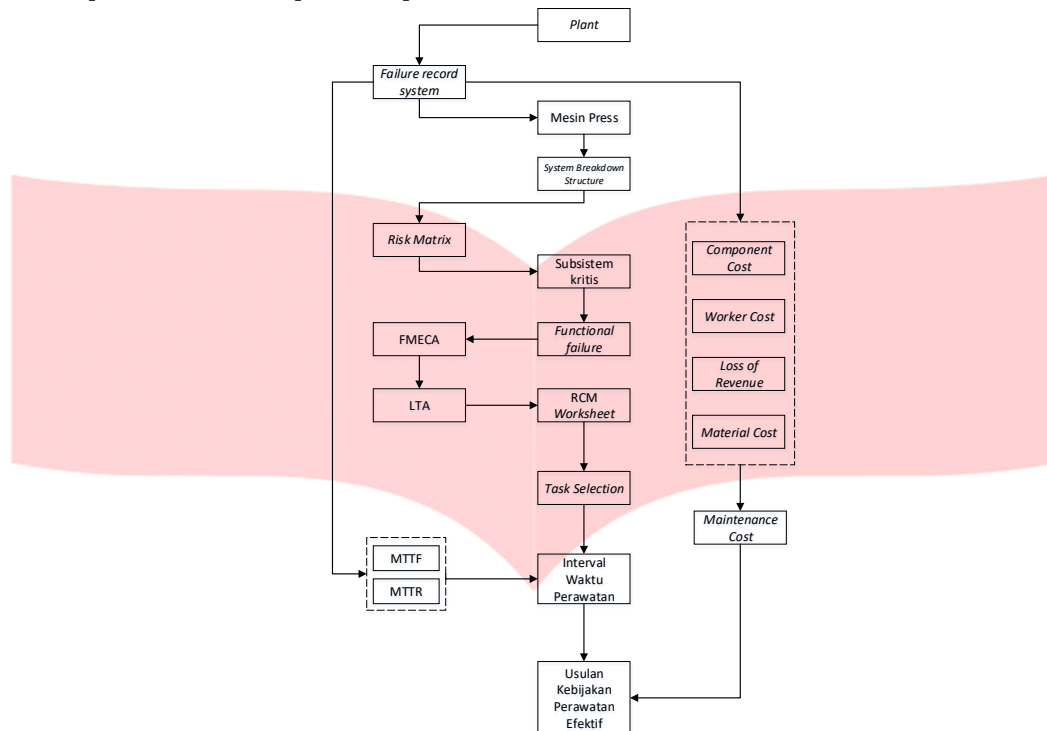
CM = biaya yang dikeluarkan untuk perawatan

Fm = frekuensi perawatan

Cr = biaya komponen

3. Metodologi Penelitian

Berikut merupakan model konseptual dari penelitian.



Gambar 3 Model Konseptual Penelitian

Penelitian berawal dari *input* yaitu *plant* dari PT XYZ yang kemudian didapatkan *failure record system* yang akan menghasilkan data kerusakan tiap mesin yang terjadi pada perusahaan. Setelah dilihat dari data historis, ternyata mesin Press memiliki frekuensi kerusakan yang paling tinggi dibandingkan dengan mesin lainnya, maka dari itu dipilihlah mesin Press untuk diteliti lebih lanjut. Kemudian dilakukan pemilihan subsistem kritis dengan menggunakan metode *Risk Matrix*, yang berisikan frekuensi (*likelihood*) serta tingkat keparahan (*severity*) dan risiko yang ditimbulkan dengan skala 1-5. Setelah terpilih subsistem kritis, maka selanjutnya dilakukan pengukuran dengan pendekatan kualitatif yaitu dengan cara menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) yang terdiri dari *Failure Mode Effects and Criticality Analysis* (FMECA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA) yang kemudian akan dimasukkan ke dalam RCM II *Decision Worksheet*, selanjutnya dilakukan *task selection* untuk mendapatkan jenis perawatan yang tepat dan akan didapatkan interval waktu perawatan yang optimal.

4. Pembahasan

4.1 Penentuan Sistem Kritis

Penentuan sistem kritis dapat ditentukan dengan melihat jumlah data historis kerusakan mesin Press pada periode tahun 2017 - 2019. Kerusakan mesin Press berdasarkan sistemnya dibedakan menjadi dua yaitu elektrik dan mekanik. Fokus penelitian didasarkan pada sistem dengan jumlah kerusakan tertinggi. Adapun dapat dilihat jumlah kerusakan pada masing-masing sistem pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Jumlah Kerusakan Sistem

Sistem	Jumlah Kerusakan
Elektrik	17
Mekanik	49
Total Kerusakan	66

4.2 Penentuan Subsistem Kritis

Digunakan *Risk Matrix* sebagai alat bantu dalam penentuan subsistem kritis. *Risk Matrix* didapatkan melalui hasil perkalian antara *severity matrix* dan *likelihood matrix* yang sudah ditentukan sebelumnya. Jika dilihat berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa subsistem *brake* dan pelatuk terdapat di dalam kategori warna merah yaitu *extreme* dengan nilai skor 12, sehingga dua subsistem tersebut dikatakan subsistem kritis yang terpilih untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

Tabel 2 Hasil Risk Matrix

Likelihood		Severity				
		Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
		1	2	3	4	5
Almost Certain	5	5	10	15	20	25
Likely	4	4	8	12	16	20
Possible	3	3	6	9	Brake, Pelatuk	15
Unlikely	2	2	4	Crankshaft, Vanbelt	Ram, Pegas	10
Rare	1	Grease pump	2	Flywheel	Clutch, Pedal	5

4.3 Pengujian Distribusi Data Time To Failure (TTF)

Pada tahap ini dilakukan uji distribusi dari data TTF yang telah diperoleh untuk mendapatkan distribusi data yang paling mewakili. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Anderson-Darling terhadap tiga distribusi yaitu normal, eksponensial, dan 2-parameter weibull. Kriteria dalam menentukan distribusi yang paling mewakili data TTF adalah dengan melihat nilai AD dan P-Value. Pengujian dilakukan dengan menggunakan software Minitab 17. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Hasil Pengujian Distribusi Data Time To Failure (TTF)

Penentuan Distribusi TTF				
Subsistem	Distribusi	Nilai AD	P-Value	Distribusi Terpilih
Brake	Normal	0,608	0,082	2-parameter Weibull
	Eksponensial	3,206	<0,003	
	2-parameter Weibull	0,581	0,118	
Pelatuk	Normal	0,352	0,398	2-parameter Weibull
	Eksponensial	3,661	<0,003	
	2-parameter Weibull	0,342	>0,250	

Distribusi yang terpilih untuk kedua subsistem kritis adalah 2-parameter weibull.

4.4 Penentuan Mean Time To Failure (MTTF)

Dalam melakukan penentuan MTTF digunakan distribusi waktu yang mewakili. Subsistem kritis memiliki jenis distribusi waktu yang sama yaitu 2-parameter weibull. Oleh karena itu, perhitungan MTTF dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

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

Adapun hasil dari perhitungan MTTF dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil Penentuan MTTF

Penentuan MTTF					
Subsistem	Distribusi	Parameter		Nilai Gamma	MTTF (jam)
Brake	2-parameter Weibull	η	2554,16	1,18	2359,354
		β	5,41495		
Pelatuk	2-parameter Weibull	η	2217,17	1,16	2061,525
		β	6,37336		

4.5 Pengujian Distribusi Data *Time To Repair* (TTR)

Pada tahap ini dilakukan uji distribusi dari data TTR yang telah diperoleh untuk mendapatkan distribusi data yang paling mewakili. Pengujian dilakukan dengan menggunakan uji Anderson-Darling terhadap tiga distribusi yaitu normal, eksponensial, dan 2-parameter weibull. Kriteria dalam menentukan distribusi yang paling mewakili data TTR adalah dengan melihat nilai AD dan P-Value. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 17. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Hasil Pengujian Distribusi Data *Time To Repair* (TTR)

Penentuan Distribusi TTR				
Subsistem	Distribusi	Nilai AD	P-Value	Distribusi Terpilih
Brake	Normal	1,355	<0,005	2-parameter Weibull
	Eksponensial	1,230	0,054	
	2-parameter Weibull	0,958	0,012	
Pelatuk	Normal	0,741	0,039	2-parameter Weibull
	Eksponensial	0,470	0,503	
	2-parameter Weibull	0,429	>0,250	

Distribusi yang terpilih untuk kedua subsistem kritis adalah 2-parameter weibull.

4.6 Penentuan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Dalam melakukan penentuan MTTR digunakan distribusi waktu yang mewakili. Subsistem kritis memiliki jenis distribusi waktu yang sama yaitu 2-parameter weibull. Oleh karena itu, perhitungan MTTR dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$MTTR = \eta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2)$$

Adapun hasil dari perhitungan MTTR dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Hasil Penentuan MTTR

Penentuan MTTR						
Subsistem	Distribusi	Parameter		(1+1/β)	Nilai Gamma	MTTR (jam)
Brake	2-parameter Weibull	η	6,62673	1,66	0,90167	5,975
		β	1,52336			
Pelatuk	2-parameter Weibull	η	5,30097	1,79	0,92877	4,923
		β	1,2684			

4.7 *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis* (FMECA)

FMECA dirancang untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial untuk suatu produk atau proses yang digunakan untuk menilai risiko yang terkait dengan mode kegagalan tersebut, kemudian dibuat peringkat berdasarkan tingkat *criticality* yang paling serius dan dilakukan tindakan korektif berdasarkan masalah tersebut. Hasil dari FMECA dapat dilihat pada Lampiran 1 dan Lampiran 2.

4.8 Penentuan Interval Waktu Perawatan

Penentuan interval waktu perawatan dilakukan untuk menentukan selang waktu perawatan yang dilakukan oleh *engineer*. Interval waktu perawatan yang ditentukan berdasarkan jenis *task* yang sudah diperoleh dari masing-masing *failure mode* yang sudah diidentifikasi sebelumnya. Adapun dalam penentuan interval waktu berdasarkan jenis *task* yang diperoleh dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

1. *Scheduled On Condition Task*

Perhitungan interval untuk *scheduled on condition task* adalah ½ P-F Interval dengan P-F Interval menggunakan asumsi data MTTF.

2. *Scheduled Restoration* dan *Scheduled Discard Task*

Adapun perhitungan interval waktu perawatan kedua jenis *task* menggunakan persamaan berikut.

$$TM = \eta \cdot \left(\frac{CM}{C_f(\beta-1)} \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad (3)$$

$$CM = (Co + Cw) MTTR + \text{biaya material} \quad (4)$$

$$C_f = Cr + MTTR (Co + Cw) \quad (5)$$

Keterangan:

C_f = biaya perbaikan atau penggantian komponen karena kerusakan setiap siklus *maintenance*

CM = biaya yang dikeluarkan untuk perawatan

η = parameter distribusi data TTF

β = parameter distribusi data TTF

Cr = biaya penggantian kerusakan komponen

Co = biaya kerugian produksi (*loss of revenue*)

Cw = biaya tenaga kerja *corrective maintenance*

Hasil perhitungan interval waktu perawatan dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran 3.

4.9 Perhitungan Total Biaya Perawatan Eksisting

PT XYZ telah menetapkan kegiatan *preventive maintenance* setiap 3 bulan sekali yang dilakukan oleh *maintenance engineer*. Sehingga dalam setahun kegiatan perawatan tersebut dilakukan sebanyak 4 kali. Biaya untuk sekali melakukan kegiatan perawatan adalah sebesar Rp1.042.728,00. Perhitungan biaya perawatan eksisting menggunakan persamaan berikut.

$$T_c = (CM + Cr) \cdot F_m \quad (6)$$

Dimana CM adalah biaya yang dikeluarkan untuk melakukan perawatan, Cr adalah biaya penggantian komponen untuk *scheduled discard task*, dan F_m adalah frekuensi perawatan dalam satu tahun. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Hasil Perhitungan Total Biaya Perawatan Eksisting

Subsistem	Information Reference		Fm	CM	Biaya
	F	FM			
Brake	1	1.1	4	Rp1.042.728,00	Rp4.170.910,00
		1.2	4	Rp1.042.728,00	Rp4.170.910,00
		1.3	4	Rp1.042.728,00	Rp4.170.910,00
		1.4	4	Rp1.042.728,00	Rp4.170.910,00
Total Biaya					Rp16.683.641,00

Dapat dilihat pada Tabel 7 bahwa biaya total yang dikeluarkan perusahaan untuk melakukan kegiatan perawatan eksisting untuk subsistem kritis *brake* selama satu tahun adalah sebesar Rp16.683.641,00.

4.10 Perhitungan Total Biaya Perawatan Usulan

Perhitungan total biaya perawatan usulan didasarkan pada kegiatan perawatan yang ditentukan melalui tahapan *task selection* untuk subsistem kritis *brake*. Persamaan yang digunakan untuk menghitung total biaya perawatan usulan sama dengan yang digunakan untuk menghitung total biaya perawatan eksisting. Maka dari itu, hasil perhitungan total biaya perawatan usulan dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8 Hasil Perhitungan Total Biaya Perawatan Usulan

Biaya Perawatan Usulan						
Subsistem	Information Reference		Task	Fm	CM	Biaya Perawatan (Tc)
	F	FM				
Brake	1	1.1	On Condition	4	Rp1.042.728,00	Rp4.170.910,00
	1	1.2	Restoration	2	Rp1.042.728,00	Rp2.085.455,00
	1	1.3	Restoration	2	Rp1.042.728,00	Rp2.085.455,00
	1	1.4	On Condition	4	Rp1.042.728,00	Rp4.170.910,00
Total Biaya Perawatan						Rp12.512.731,00

Dapat dilihat pada Tabel 8 bahwa total biaya perawatan usulan memiliki total biaya sebesar Rp12.512.731,00. Sehingga didapatkan selisih antara total biaya perawatan eksisting dan usulan adalah sebesar Rp4.170.910,00.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Setelah metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM II) digunakan untuk mendapatkan kebijakan perawatan usulan *preventive maintenance* dari subsistem kritis *brake*, didapatkan hasil yaitu sebanyak 2 *scheduled on condition task* dan 2 *scheduled restoration task* dengan interval perawatan masing-masing secara berurutan adalah 2,55 bulan dan 5,394 bulan sekali.
2. Total biaya kegiatan perawatan eksisting untuk subsistem kritis *brake* adalah sebesar Rp16.683.641,00, sedangkan kegiatan perawatan usulan untuk subsistem kritis *brake* adalah sebesar Rp12.512.731,00. Oleh karena itu, perusahaan dapat menghemat biaya sebesar Rp4.170.910,00.

Daftar Pustaka

- [1] Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2018). Maintenance system of universal goss printing machine based on failure data using RCM and RCS method. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*. <https://doi.org/10.25124/ijies.v2i02.26>
- [2] Márquez, A. C. (2007). The Maintenance Management Framework: Models and Methods for Complex Systems Maintenance. In *The Maintenance Management Framework*. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-821-0>
- [3] Manual, T. (2006). Failure Modes , Effects and Criticality Analysis (Fmeca) for Command , Control , Communications , Computer , Intelligence , Surveillance , Facilities. In *Technical Manual*. <https://doi.org/TM 5-698-4>
- [4] Bloom, N. B. (2006). *Reliability centered maintenance: Implementation made simple*. <https://doi.org/10.1036/0071460691>
- [5] Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2018). A framework of wireless maintenance system monitoring: A case study of an automatic filling machine at SB company. *2018 6th International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2018.8528722>
- [6] Destina Surya Dhamayanti, Judi Alhilman, N. A. (2016). Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin Komori Ls440 (Rcm II) Dan Risk Based Maintenance (RBM) Di PT ABC. *Rekayasa Sistem & Industri*.
- [7] Moubray, J. (1991). Introduction to Reliability-centered maintenance. In *Reliability-centered maintenance*.

Lampiran 1

Item Number	Item/Functi- onal ID	Potential Failure Modes	Failure Mechanism (Cause)	Failure Effects	Single Component			Redundant System					Remarks and/or Recommended Actions
					Oc- cur	Seve- rity	RPN (O)x(S)	Have (N)	Need (M)	Oc- cur	Seve- rity	RPN (O')x(S)	
1.1	Brake/ mena- han Ram saat turun	Kampas rem tipis	Gesekan dengan <i>brake wheel</i>	Brake tidak mena- han Ram saat turun	4	4	16	1	1	4	4	16	
1.2		Pegas brake aus	Umurn- ya sudah tua	Brake tidak mena- han Ram saat turun									
1.3		<i>Plate</i> kampas rem putus	Umurn- ya sudah tua	Brake tidak mena- han Ram saat turun									
1.4		Baut <i>brake overtight- ened</i>	Teknisi memu- tar baut terlalu kencang	Ram turun dengan sangat lambat									

Lampiran 2

Item Num-ber	Item/F unctional ID	Potential Failure Modes	Failure Mecha-nism (Cause)	Failure Effects	Single Component			Redundant System					Remarks and/or Recommended Actions
					Oc-cur	Sev-erity	RPN (O)x(S)	Have (N)	Need (M)	Oc-cur	Sev-erity	RPN (O')x (S)	
2.1	Pela-tuk/ mena-han puta-ran pada roda gear	Pelatuk patah	Kapasi-tas tonase terlalu tinggi	Ram turun tidak beratu-ran	4	4	16	2	1	4	3	12	
			Terjadi bentu-ran dengan roda flywheel	Ram turun tidak beratu-ran									
2.2		Pelatuk aus	Usia sudah tua	Ram turun tidak beratu-ran									
			Terjadi bentu-ran dengan roda flvwheel	Ram turun tidak beratu-ran									

Interval Waktu Perawatan Usulan						
Subsistem	Information Reference		Task	Task Interval (jam)	Fm	Biaya Perawatan (Tc)
	F	FM				
Brake	1	1.1	On Condition	1179,677	4	Rp4.170.910,00
	1	1.2	Restoration	2491,934	2	Rp2.085.455,00
	1	1.3	Restoration	2491,934	2	Rp2.085.455,00
	1	1.4	On Condition	1179,677	4	Rp4.170.910,00
Total Biaya Perawatan						Rp12.512.731,00