

ANALISIS BIAYA PERAWATAN MESIN DAN PENILAIAN KINERJA BERBASIS *RELIABILITY* MENGGUNAKAN METODE *COST OF UNRELIABILITY (COUR)* DAN *COST OF POOR MAINTENANCE (COPM)* PADA MESIN TOSHIBA DI PT. PINDAD (PERSERO)

ANALYSIS OF MACHINE MAINTENANCE COST AND PERFORMANCE ASSESSMENT BASED ON RELIABILITY USING COST OF UNRELIABILITY (COUR) AND COST OF POOR MAINTENANCE (COPM) METHOD IN TOSHIBA MACHINE AT PT. PINDAD (PERSERO)

Siti Nur Hamidah¹, Judi Alhilman², Aji Pamoso³

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

¹sitinurhamidah@student.telkomuniversity.ac.id, ²judi.alhilman@telkomuniversity.com,

³humamsiddiq@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

PT. Pindad (Persero) merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak pada bidang Alutsista (Alat Utama Sistem Persenjataan) dan Produk Komersial salah satunya dalam produksi/manufaktur. PT.Pindad (Persero) memproduksi beberapa macam produk senjata dan amunisi, bahan peledak, sarana dan prasana di bidang transportasi, kendaraan khusus, produk komponen dan produk alat berat. Dalam proses produksi dilakukan hampir semua menggunakan mesin. Permasalahan yang dihadapi adalah kerusakan terhadap mesin Toshiba dalam periode Tahun 2017-2019. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui akibat dari ketidakhandalan suatu mesin.

Metode yang digunakan adalah *Cost Of Unreliability* untuk menentukan kerugian perusahaan yang disebabkan oleh kegagalan mesin dan metode *Cost Of Poor Maintenance* untuk mengetahui kinerja pemeliharaan perawatan. Dari hasil pengolahan data berdasarkan hasil *risk matrix* dapat diketahui untuk subsistem terpilih yang memiliki nilai risiko yang tinggi diperoleh yaitu, *Coolant*, *Hydraulik* dan *Spindel* sehingga dalam penelitian ini difokuskan terhadap tiga subsistem yang terpilih.

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode COUR didapatkan nilai dari *corrective money lost* sebesar Rp. 162.162.439,63 dan *downtime money lost* sebesar Rp.217.248.523,16. Berdasarkan analisis dari COPM dapat diketahui biaya mana saja yang termasuk kedalam *cost of conformance* dan biaya yang termasuk kedalam *cost of nonconformance* maka dapat diperoleh *cost of nonconformance* sebesar Rp. 256.528.359,16 terdapat empat kegiatan yang perlu dikurangi sehingga lebih besar dari pada *cost of conformance* sebesar Rp.253.383.960,00 bahwa terdapat dua jenis kegiatan yang perlu dioptimalkan. Kegiatan yang perlu dioptimalkan adalah kegiatan pemeliharaan *lubricant* dan kegiatan pemeliharaan bahan lain seperti kain dan larutan pembersih. Sedangkan untuk kegiatan yang perlu dikurangi adalah kegiatan dari *exchange part/equipment*, *lost production time*, kegiatan *logistic* dan jam kerja untuk pemeliharaan.

Perbedaan biaya peralatan yang digunakan mempengaruhi perbedaan hasil nilai COUR penelitian dengan existing. Sehingga dibutuhkan penelitian lebih lanjut dari nilai COUR yang perlu dilakukan terkait untuk mendapatkan data kuantitatif yang diperlukan termasuk data biaya yang lebih banyak dan lebih tepat dapat menggambarkan kondisi real dari perusahaan, serta dengan melakukan implementasi dari usulan kegiatan perawatan menggunakan konsep COPM dapat meningkatkan kinerja perawatan perusahaan. Sangat disarankan juga untuk menggunakan analisis COUR dan COPM yang *acceptable* dan *sustainable*.

Kata kunci: *Maintenance, Cost Of Unreliability, Corrective, Downtime, Cost Of Poor Conformance*

Abstract

PT. Pindad (Persero) is a manufacturing industry company which operates in the field of Alutsista (Alat Utama Sistem Persenjataan) and Commercial Products, one of which is in production / manufacturing. PT.Pindad (Persero) manufactures various kinds of weapons and ammunition products, explosives, transportation facilities and infrastructures, special vehicles, component products and heavy equipment products. In the production process, most of the production activity uses machine. The problem faced with is damage to Toshiba

machines in the 2017-2019 period. The purpose of this study is to determine the consequence of the machine's unreliability.

The method used is The Cost Of Unreliability to determine the company's losses caused by machine failures and the Cost Of Poor Maintenance method to determine the performance of maintenance maintenance. From the results of data processing based of the risk matrix can be seen for selected subsystems that have high-risk values obtained, Coolant, Hydraulics and Spindles so that in this study focuses on the three subsystems selected.

Based on the results of calculations using the COUR method, obtained corrective money lost value of Rp. 162.162.439,63 and downtime money lost is Rp.217.248.523,16. Based on the analysis of COPM, can be found, which costs are included in the cost of conformance and cost of nonconformance, then a cost of nonconformance can be obtained at Rp. 256,528,359.16 there are four activities that need to be reduced so that it is greater than the cost of conformance of Rp.253,383,960.00 so that it can be obtained that there are two types of activities that need to be optimized. Activities that need to be optimized are lubricant, maintenance activities and other material maintenance activities such as clothes and cleaning solutions. On the other hand, the activities that are need to be reduced are activities of exchange parts/equipment, lost production time, logistics activities and working time for maintenance activities.

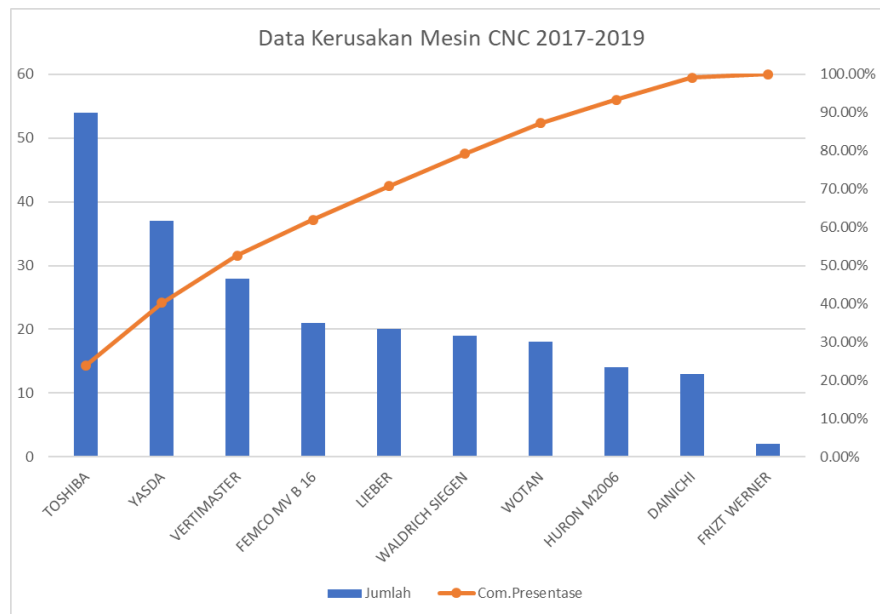
The difference in the cost of the equipment used affects the difference in the results of the COUR study with the existing results. So that further research is needed on the value of COUR that needs to be done related to getting the quantitative data needed including more cost data and more accurately describe the real condition of the company, as well as by implementing the proposed maintenance activities using the COPM concept so as to improve maintenance performance company. It is also highly recommended to use acceptable and sustainable COUR and COPM analysis.

Keywords: Maintenance, Cost Of Unreliability, Corrective, Downtime, Cost Of Poor Conformance

1. Pendahuluan

PT. Pindad (Persero) merupakan perusahaan industri manufaktur yang bergerak pada proses produksi bidang Alutsista (Alat Utama Sistem Persenjataan) dan Produk Komersial. Memiliki 6 divisi yaitu Divisi Produk Pertahanan dan Keamanan, Divisi Munisi, Divisi Tempa Cor dan Alat Perkeretaapian, Divisi Pengembangan Produk dan Proses, Divisi Human Capital dan Pengembangan Organisasi serta Divisi Alat Berat yang dijadikan sebagai tempat melakukan penelitian dikarenakan Divisi Alat Berat ini merupakan divisi yang terus menerus melakukan produksi dimana keandalan suatu mesin menjadi faktor utama dalam kelangsungan proses produksi sehingga target produksi tercapai sesuai yang direncanakan. Keandalan mesin perlu dijaga karena mesin digunakan terus menerus maka tingkat keandalan mesin akan berkurang, sehingga akan terjadi kerusakan mesin yang menghambat proses produksi, maka sangat diperlukan untuk melakukan kegiatan perawatan mesin yang dapat mengurangi kerusakan saat proses produksi berlangsung dan mempertahankan keandalan mesin. Pada penelitian ini difokuskan untuk meneliti pada mesin CNC yang terdiri dari 10 jenis mesin CNC.

Berikut merupakan rincian data kerusakan 10 mesin CNC PT.Pindad (Persero) yang terdapat di Divisi Alat Berat pada tahun 2017-2019.



Gambar 1 Kerusakan CNC Tahun 2017-2019

Gambar 1.1 menunjukkan rincian jumlah data kerusakan dari 10 jenis mesin CNC yang terdapat pada Divisi Alat Berat PT.Pindad (Persero) selama rentang waktu tahun 2017-2019. Berdasarkan data kerusakan dari 10 jenis mesin CNC pada Divisi Alat Berat tahun 2017-2019, dapat diketahui mesin yang mengalami kerusakan paling banyak yaitu mesin CNC Toshiba. Mesin Toshiba ini memproduksi bagian part dari produk Excavator 200 yaitu Arm Assy dan merupakan mesin yang paling sering digunakan dalam proses produksi dikarenakan permintaan dari produk excavator ini selalu meningkat sehingga membuat mesin Toshiba digunakan terus menerus. Dengan kerusakan mesin Toshiba yang cukup tinggi sehingga jika mengalami kerusakan yang cukup banyak menyebabkan perusahaan mengalami kerugian seperti terhambatnya proses produksi dan perusahaan harus mengeluarkan biaya untuk perbaikan dan biaya lainnya yang diakibatkan oleh mesin yang kurang andal. Maka dari itu Mesin Toshiba di pilih sebagai objek penelitian untuk membantu perusahaan untuk memperkirakan potensi biaya kerugian dan kerugian atau kehilangan waktu yang diakibatkan oleh adanya mesin rusak yang menyebabkan downtime dan membuat proses produksi terhenti. Dalam mengetahui resiko kerusakan dan biaya yang dikeluarkan perusahaan akibat kerusakan mesin dan biaya perawatan yang buruk maka dihitung menggunakan metode *Cost Of Unreliability* (COUR) dan metode *Cost Of Poor Maintenance* (COPM) sehingga dapat mengetahui kinerja pemeliharaan dan mengetahui biaya pemeliharaan yang buruk sehingga dapat dijadikan pendorong dalam menetapkan strategi pemeliharaan.

2. Dasar Teori

2.1. Manajemen Perawatan

Definisi dari perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima[1]. Pemeliharaan dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* [2].

2.1.1 Preventive Maintenance

Preventive Maintenance adalah suatu tindakan perawatan yang dilakukan selama interval tertentu untuk mencegah peluang terjadinya suatu kegagalan fungsi dari sebuah peralatan .

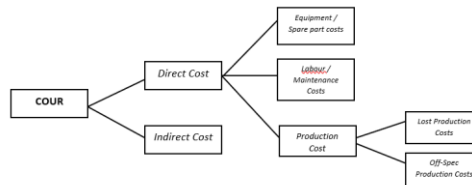
2.1.2 Corrective Maintenance

Corrective Maintenance merupakan kegiatan maintenance yang dilakukan setelah komponen atau subsistem mengalami kerusakan untuk mengendalikan ke kondisi semula. Kesalahan dan dimaksudkan untuk menempatkan peralatan dalam keadaan dimana ia dapat melakukan fungsi yang diperlukan.

2.2 Cost Of Unreliability

Cost of Unreliability adalah alat dari kotak alat keandalan, yang memungkinkan untuk mengambil gambaran besar dari biaya kegagalan pabrik, termasuk biaya yang berhubungan dengan program perawatan yang buruk. Biaya indeks tidak dapat diandalkan adalah suatu alat keandalan yang sederhana untuk mengubah data kegagalan menjadi uang[3]. Perhitungan menggunakan metode *Cost of Unreliability* akan mendapatkan nilai hasil potensi kehilangan pendapatan karena ketidak mampu mesin di lini produksi. Berikut merupakan model yang menjelaskan

biaya yang digunakan dalam perhitungan cour [4]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Bradley & Dawson, 1998) bahwa metode COUR dapat digunakan untuk menentukan keputusan implikasi keuangan dan keandalan serta memberikan informasi yang lebih akurat mengenai biaya dari kerusakan dan penggantian komponen waktu ke waktu. [5].



Gambar 2 Cost Of Unreliability

Perhitungan menggunakan metode cour

$$\text{Cour} = \text{DC} + \text{IC} \quad (1)$$

Dimana : Cour : *Cost Of Unreliability*; DC : *Direct Cost* ; IC : *Indirect Cost*

Perhitungan *Direct Cost*

$$\text{DC} = \text{EC} + \text{LC} + \text{PC} \quad (2)$$

Dimana :

EC : *Equipment / spare parts cost*

LC : *Labor maintenance cost*

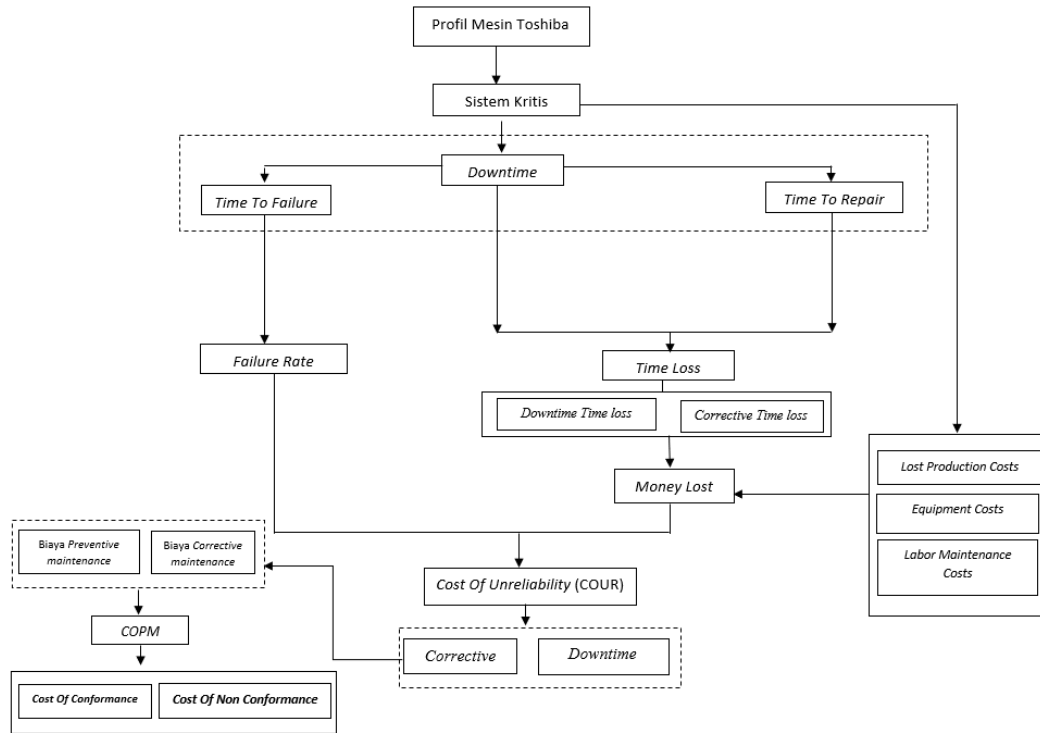
PC : *Production cost*

2.3 Cost Of Poor Maintenance

Cost Of Poor Maintenance atau COPM menggunakan model proses sebagai basis, dan menganggap faktor pendorong biaya yang terkait dengan kegiatan baik kesesuaian atau ketidaksesuaian. Tujuan dari metode COPM sendiri untuk mengelola peningkatan kinerja pemeliharaan dalam industri manufaktur dan dapat mengetahui biaya yang buruk agar dapat dijadikan sebagai pendorong untuk melakukan strategi pemeliharaan. Pada metode COPM ini dapat menentukan *Cost of Conformance* dan *Cost Of Nonconformance* dengan menggunakan struktur matrik dari COPM[6].

2.4 Model Konseptual

Model Konseptual yang terdapat pada gambar 4 langkah pertama yang dilakukan untuk penelitian ini adalah menentukan mesin mana yang dijadikan sebagai objek penelitian, kemudian melakukan breakdown struktur mesin yang kemudian dilakukan untuk pemilihan sistem dan sub sistem kritis. Setelah menentukan sistem dan subsistem kritis maka diperlukan untuk mencari data dari *Downtime* dan terdiri dari data *Time to Failure*, dan *Time to Repair*. Langkah selanjutnya melakukan perhitungan dalam menentukan *Mean Time To Repair (MTTR)*, *Mean Time to failure (MTTF)* dan *Mean Downtime (MDT)*. Data MTTR, MTTF dan MDT ini Untuk perhitungan *cost of unreliability* pada mesin yang tidak dapat diandalkan, diawali dengan kebutuhan data dari *failure rate*, *time lost* dan juga *money lost*. Kemudian dilakukan identifikasi untuk masalah biaya *preventif maintenance* dan *corrective maintenance* untuk digunakan pada COPM sehingga input dari COPM tersebut mengidentifikasi kelemahan dari kinerja pemeliharaan.



Gambar 4 Flowchart Skema yang Diusulkan.

3. Pembahasan

3.1. Penentuan Sistem dan Subsystem Kritis

Pemilihan sistem dan sub sistem dilakukan bertujuan untuk menentukan sistem dan subsystem yang paling kritis dari mesin Toshiba. Dalam menentukan sistem dan subsystem kritis menggunakan *risk matrix*. Terdapat 4 sistem pada mesin Toshiba yaitu *Mechanic*, *Electric*, *Pneumatic* dan *Program PLC*. Berdasarkan hasil perhitungan dari *risk matrix* sistem yang terpilih adalah *Mechanic* dan *Pneumatic*.

Tabel 1 Risk Matrix Sistem kritis

Likelihood	Consequence				
	Insignifant 1	Minor 2	Moderate 3	Major 4	Chatastropic 5
Almost Certain 5					
Likely 4					Mechanic, Pneumatic
Possible 3			Electric		
Unlikely 2					
Rare 1		Programmable Logical Control			

Selanjutnya dilakukan pemilihan subsistem kritis menggunakan risk matrix sehingga yang terpilih tiga sub sistem kritis yaitu *hydraulic*, *coolant* dan *spindel*. Sub sistem yang terpilih merupakan sub sistem yang memiliki risiko yang tinggi yaitu nilai resiko *major* dan *chatastropic*.

Tabel 2 Risk Matrix Sub Sistem Kritis

Likelihood	Consequence				
	Insignifiacnt	Minor	Moderate	Major	Chatastropic
	1	2	3	4	5
Almost Certain				Hydraulik	
5					
Likely				Collant	
4					
Possible			Alarm	Spindel	
3					
Unlikely			Axis, power supply		
2					
Rare					
1					

3.2 Time To Failure (TTF)

Untuk penentuan distribusi dan parameter yang akan dilakukan untuk TTF berdasarkan data kerusakan mesin Toshiba dari tahun 2017-2019. Perhitungan menggunakan software Minitab 17 pada distribusi yang mendekati dan terpilih untuk data TTF serta penentuan parameter dilakukan menggunakan software Avsim +9.0. Dalam menghitung MTTF disesuaikan berdasarkan distribusi yang terpilih. Berdasarkan hasil untuk semua data berdistribusi weibull sehingga untuk menentukan hasil MTTF digunakan rumus sebagai berikut.

$$MTTF = \eta \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\beta}) \tag{2}$$

Tabel 3 Distribusi dan Mean Time To Failure

Time To Failure					
Subsistem	Ditsribusi	Parameter		$\Gamma(1/\beta+1)$	MTTF (Jam)
Collant	Weibull	η	2308.8	1.0729	2477.0108
		β	0.8697		
Hidrolik	Weibull	η	1388.5	0.9126	1267.113889
		β	1.3887		
Spindel	Weibull	η	2299.4	1.0029	2306.176324
		β	0.9931		

3.3 Time To Repair (TTR)

Untuk penentuan distribusi dan parameter yang akan dilakukan untuk TTR berdasarkan data kerusakan mesin Toshiba dari tahun 2017-2019. Perhitungan menggunakan software Minitab 17 pada distribusi yang mendekati dan terpilih untuk data TTR serta penentuan parameter dilakukan menggunakan software Avsim +9.0. Dalam menghitung MTTR disesuaikan berdasarkan distribusi yang terpilih. Berdasarkan hasil untuk semua data berdistribusi weibull sehingga untuk menentukan hasil MTTR digunakan rumus seperti dibawah.

$$MTTR = \eta \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\beta}) \tag{3}$$

Tabel 4 Distribusi dan Mean Time To Repair

Time To Repair					
Subsistem	Ditsribusi	Parameter		$\Gamma(1/\beta+1)$	MTTR (Jam)
Collant	Weibull	η	3.33764	0.88664	2.95928
		β	1.95641		
Hidrolik	Weibull	η	2.78594	0.88674	2.47041
		β	1.94728		
Spindel	Weibull	η	5.1965	0.88680	4.60825
		β	1.94223		

3.4 Downtime

Untuk penentuan distribusi dan parameter yang akan dilakukan untuk DT berdasarkan data kerusakan mesin Toshiba dari tahun 2017-2019. Perhitungan menggunakan software Minitab 17 pada distribusi yang mendekati dan terpilih untuk data DT serta penentuan parameter dilakukan menggunakan software Avsim +9.0. Dalam

menghitung MDT disesuaikan berdasarkan distribusi yang terpilih. Berdasarkan hasil untuk semua data berdistribusi *Weibull* sehingga untuk menentukan hasil MDT digunakan rumus seperti dibawah:

$$MTTF = \eta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \tag{4}$$

Tabel 5 Distribusi Dan Mean Time Downtime

Downtime					
Subsistem	Distribusi	Parameter		$\Gamma(1/\beta+1)$	MDT (Jam)
Collant	Weibull	η	4.52544	0.88562	4.00783
		β	2.19818		
Hidrolik	Weibull	η	4.16384	0.90211	3.75626
		β	1.50879		
Spindel	Weibull	η	6.11124	0.88642	5.41716
		β	2.39152		

3.5 Cost Of Unreliability

3.5.1 Failure Rate

Menentukan dan menghitung nilai *failure rate* dari setiap sub sistem kritis yang terpilih diperlukan jumlah *study interval* yang digunakan yaitu pada tahun 2017-2019 selama 15639 jam, *number of failure* (jumlah kegagalan) dan nilai MTTF dari setiap sub sistem. Menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Failure\ rate = 1/MTTF \tag{5}$$

Tabel 6 Failure Rate

FAILURE RATE			
	Coolant	Hidrolik	Spindel
Study Interval (hours)	15639	15639	15639
Number of Failures/years	5	7	4
MTTF (Hour)	2477.010818	1267.113889	2306.176324
Failure Rate (Hour)	0.000403712	0.000789195	0.000433618

3.5.2 Time Lost

Langkah kedua dalam menentukan nilai COUR adalah dilanjutkan dengan menghitung nilai *Lost Time*. Terbagi menjadi dua jenis perhitungan lost time yaitu *lost time* untuk *corrective* dan *lost time* untuk *downtime*. Menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Corrective\ Loss\ Time/years = Corrective\ Time / Failure \times S(NumberOf\ Failure) \tag{6}$$

$$Downtime\ Time\ Loss\ Hour/Years = Downtime / Failure \times S(NumberOf\ Failure) \tag{7}$$

Tabel 7 Corrective Lost Time

	Coolant	Hidrolik	Spindel
Failure Rate	0.000403712	0.000789195	0.000433618
Number of Failure/years	5	7	4
Corrective Time/ Failure (MTTR) (Hour)	2.95928	2.47041	4.60825
Corrective Lost Time Hour/Years	13.80997422	17.29283956	16.89692543

Berdasarkan tabel 7 dalam mendapatkan nilai dari *corrective lost time* selama 3 tahun dihitung dengan cara mengalikan nilai *number of failure* dengan nilai *corrective time/failure* (MTTF) dilakukan pada ketiga subsistem kritis. Berdasarkan hasil perhitungan Hidrolik memiliki nilai downtime tertinggi sehingga menunjukkan *hydraulik* memiliki masalah keandalan yang tinggi.

Tabel 8 *Downtime Lost Time*

Downtime Lost Time			
	Coolant	Hidrolik	Spindel
<i>Failure Rate (Hour)</i>	0.000403712	0.000789195	0.000433618
<i>Number of Failure/years</i>	5	7	4
<i>Downtime Time/ Failure (MDT) (hour)</i>	4.007831615	3.75626	5.417155261
<i>Downtime Lost Time Hour/Years</i>	18.7032142	26.29380146	19.86290262

Berdasarkan tabel 8 dalam mendapatkan nilai dari *downtime lost time* selama 3 tahun dihitung dengan cara mengalikan nilai *number of failure* dengan nilai *downtime time/failure* (MDT) dilakukan pada ketiga subsistem kritis. Berdasarkan hasil perhitungan Hidrolik memiliki nilai *downtime* tertinggi sehingga menunjukkan hidrolik memiliki masalah keandalan yang tinggi.

3.5.3 Money Lost

Tahap ketiga dalam menentukan nilai COUR adalah dengan menghitung *money lost*. Menghitung *money lost* juga terbagi menjadi dua yaitu *money lost corrective* COUR dan *money lost downtime* COUR.

$$\text{Loss Production Cost} = \text{Loss time} \times \text{Production loss / hour} \quad (8)$$

$$\text{Labor Cost} = \text{Loss time} \times \text{Labor maintenance cost/hour} \quad (9)$$

$$\text{Equipment Cost} = \Sigma \text{Dep}_t = \frac{\text{Total Harga Perolehan} - \text{Taksiran Nilai Sisa/residu}}{\quad} \quad (10)$$

Estimasi Umur Manfaat

Tabel 9 *Corrective Money Lost*

Money Lost Corrective COUR			
	Coolant	Hidrolik	Spindel
<i>Corrective Lost Time/ Years</i>	13.80997422	17.29283956	16.89692543
<i>Lost Production Cost</i>	Rp 44,105,580.99	Rp 55,228,976.08	Rp 53,964,526.02
<i>Equipment Cost</i>	Rp 1,778,750.00	Rp 1,778,750.00	Rp 1,778,750.00
<i>Labor Maintenance Cost</i>	Rp 1,014,781.57	Rp 1,270,708.73	Rp 1,241,616.25
<i>Corrective COUR</i>	Rp 46,899,112.56	Rp 58,278,434.81	Rp 56,984,892.27

Berdasarkan tabel 9 hasil dari *money lost corrective* dengan menjumlah total dari hasil *lost production*, *equipment cost* dan *labor maintenance*. Semakin tinggi nilai dari *corrective lost time* berarti semakin tinggi pula *corrective* COUR yang harus dikeluarkan perusahaan.

Tabel 10 *Downtime Money Lost*

Money Lost Downtime COUR			
	Coolant	Hidrolik	Spindel
<i>Downtime Lost Time/ Years</i>	18.7032142	26.29380146	19.86290262
<i>Lost Production Cost</i>	Rp 59,733,357.63	Rp 83,975,782.41	Rp 63,437,110.50
<i>Equipment Cost</i>	Rp 1,778,750.00	Rp 1,778,750.00	Rp 1,778,750.00
<i>Labor Maintenance Cost</i>	Rp 1,374,345.58	Rp 1,932,115.49	Rp 1,459,561.55
<i>Downtime COUR</i>	Rp 62,886,453.21	Rp 87,686,647.90	Rp 66,675,422.05

Berdasarkan tabel 10 hasil dari *downtime money lost* dengan menjumlah total dari hasil *lost production*, *equipment cost* dan *labor maintenance*. Semakin tinggi nilai dari *downtime lost time* berarti semakin tinggi pula *downtime* COUR yang harus dikeluarkan perusahaan.

Tabel 11 Total *Corrective* dan *Downtime* COUR

Jenis Biaya	Jumlah Biaya
<i>Corrective COUR</i>	Rp 156,826,189.63
<i>Downtime COUR</i>	Rp 211,912,273.16

Berdasarkan tabel 11 dapat diketahui total biaya *corrective* dan *downtime* dari COUR didapatkan dari total perhitungan sub sistem kritis yang telah dihitung sebelumnya, untuk jumlah biaya *corrective* COUR lebih kecil dari biaya *downtime* COUR atau dikatakan biaya *downtime* COUR lebih besar dari biaya *corrective* ini dikarenakan dalam menghitung *downtime* COUR berdasarkan perhitungan kerusakan yang diakibatkan oleh mesin, waktu perbaikan aktif dan adanya faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi waktu yang hilang akibat kegiatan seperti waktu adanya administrasi, *delay equipment*, *delay spare part* dan lain-lain.

3.6 Cost Of Poor Maintenance

Untuk menentukan model COPM dikelompokkan berdasarkan *cost of conformance* dan *cost of nonconformance* yang disesuaikan berdasarkan biaya *corrective maintenance* dan *preventive maintenance*.

Tabel 12 Matriks *Cost Of Conformance*

<i>Cost of Conformance</i>			
Biaya Untuk pemeliharaan Korektif yang diterima	Check list	Biaya	Keterangan
Jam kerja untuk pemeliharaan (Termasuk Administrasi)			
<i>Exchange Part / equipment</i>			
<i>Lubricants</i>			
Bahan lain untuk pemeliharaan, misal kain, larutan pembersih dll	V	Rp 16,560,000.00	1 Tahun
<i>Lost production time</i>			
Logistik, misal untuk suku cadang			
Biaya untuk pemeliharaan preventive yang valid			
Jam kerja untuk pemeliharaan (Termasuk Administrasi)			
<i>Exchange Part / equipment</i>			
<i>Lubricants</i>	V	Rp 236,823,960.00	1 Tahun
Bahan lain untuk pemeliharaan, misal kain, larutan pembersih dll			
<i>Lost production time</i>			
Logistik, misal untuk suku cadang			
Total		Rp 253,383,960.00	

Dalam kegiatan *cost of conformance* yang dioptimalkan dalam biaya untuk pemeliharaan korektif yang diperlukan ada satu kegiatan yaitu bahan lain untuk pemeliharaan, misal kain, larutan pembersih dll. Sedangkan kegiatan *cost of conformance* yang dioptimalkan dalam biaya pemeliharaan preventive yang valid yaitu *lubricant*.

Tabel 13 Matriks *Cost Of Nonconformance*

<i>Cost of NonConformance</i>			
Biaya Untuk pemeliharaan Korektif yang tidak diterima	Check list	Biaya	Keterangan
Jam kerja untuk pemeliharaan (Termasuk Administrasi)			
<i>Exchange Part / Equipment</i>	V	Rp 40,558,200.00	1 Tahun
<i>Lubricants</i>			
Bahan lain untuk pemeliharaan, misal kain, larutan pembersih dll			
<i>Lost production time</i>	V	Rp 207,146,250.54	1 Tahun
logistik, misal untuk suku cadang	V	Rp 4,057,886.00	1 Tahun
Biaya untuk pemeliharaan preventive yang buruk			
Jam kerja untuk pemeliharaan (Termasuk Administrasi)	V	Rp 4,766,022.62	1 Tahun
<i>Exchange Part / equipment</i>			
<i>Lubricants</i>			
Bahan lain untuk pemeliharaan, misal kain, larutan pembersih dll			
<i>Lost production time</i>			
logistik, misal untuk suku cadang			
Total		Rp 256,528,359.16	

Berdasarkan kegiatan *cost of nonconformance* yang perlu dikurangi dalam biaya untuk kegiatan pemeliharaan korektif yang tidak diterima terdapat tiga kegiatan yaitu *exchange part*, *lost production time* dan *logistic*. Sedangkan untuk *cost of nonconformance* dalam biaya pemeliharaan preventive yang buruk terdapat satu kegiatan yaitu jam kerja untuk pemeliharaan (termasuk administrasi).

4. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil perhitungan biaya yang tidak andal menggunakan metode *Cost of Unreliability* (COUR) didapatkan besarnya *time lost* dan didapatkan *money lost*. Untuk total *lost time* terdiri dari *corrective lost time* didapatkan berdasarkan waktu yang hilang yang disebabkan oleh akibat adanya perbaikan sistem, terdiri dari tiga sub sistem yang terpilih yaitu untuk subsistem *coolant* 13.8099 Jam, *hydraulic* 17.2928 jam dan *spindle* 16.8969 jam. Sedangkan untuk *lost time* yang diakibatkan *downtime* selama subsistem berhenti, untuk *lost time* dikarenakan *downtime coolant* 18.7032 jam, *hydraulic* 26.29380 jam dan *spindle* 19.862 Jam
- Untuk besarnya COUR *money lost* terdiri dari *corrective money lost* dan *downtime money lost*, diperoleh biaya berdasarkan *corrective money lost* sebesar Rp. 162.162.439,63 yang dihitung dari ketidakandalan sistem atau waktu yang hilang akibat adanya perbaikan dan berdasarkan *downtime money lost* sebesar Rp.217.248.523,16 yang disebabkan mesin berhenti dan faktor lainnya yang mempengaruhi seperti proses administrasi, *delay equipment* dan *spare part*.
- Berdasarkan analisis menggunakan metode *Cost Of Poor Maintenance* dapat mengetahui *cost of non conformance* sebesar Rp. 256.528.359,16 lebih besar dari *cost of conformance* sebesar Rp.253.383.960,00 berdasarkan kegiatan *corrective maintenance* dan *preventive maintenance* yang dilakukan menggunakan analisis dari matrik COPM. Sehingga dapat melakukan strategi atau usulan pemeliharaan mesin Toshiba untuk meningkatkan kegiatan kinerja pemeliharaan mesin Toshiba dengan melakukan pengoptimalan pada *lubricant* dan bahan lain seperti larutan pembersih dan kain dan pengurangan untuk biaya kegiatan yang tidak diperlukan seperti pengurangan *exchange part/equipment*, *lost production time*, *logistic* dan jam kerja untuk pemeliharaan.

Daftar Pustaka

- [1] Kurniawan, F. (2013). *Manajemen Perawatan Industri*.
- [2] Adolfo Crespo Márquez. (2011). *The Maintenance Management Framework*.
- [3] Vicente, F. (2012). Assessing the cost of unreliability in gas plant to have a sustainable operation. *Petroleum and Chemical Industry Conference Europe Conference Proceedings, PCIC EUROPE*.
- [4] Alhilman, J. (2017). Cost of unreliability method to estimate loss of revenue based on unreliability data:

Case study of Printing Company. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 277(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/277/1/012072>

- [5] Bradley, M., & Dawson, R. (1998). The cost of unreliability: A case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 4(3), 212–218. <https://doi.org/10.1108/13552519810225209>
- [6] Salonen, A., & Deleryd, M. (2011). *Cost of poor maintenance: A concept for maintenance performance improvement*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 17(1), 63–73. <https://doi.org/10.1108/1355251111111625>

