

**USULAN KEBIJAKAN PERAWATAN DAN BIAYA PADA MESIN 1110 JC
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE*
(RCM) DAN *COST OF UNRELIABILITY* (COUR) (STUDI KASUS: PT.XYZ)**

***PROPOSED MAINTENANCE AND COST POLICY ON MACHINE 1110 JC USING
THE METHOD OF RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) AND COST
OF UNRELIABILITY (COUR) (STUDY CASE: PT.XYZ)***

Lalu Galeh Inggil Fatristya¹, Fransiskus Tatas Dwiatmaji^{2,3}, Endang Budiasih³

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

Galehfatristya8@gmail.com¹, Franstatas@telkomuniversity.ac.id², Endang.budiasih@gmail.com³

ABSTRAK

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan industri pupuk yang ada di Indonesia yang terletak di daerah Karawang, Jawa Barat. Aktivitas produksi pada perusahaan berlangsung selama 24 jam. Untuk mengetahui kebijakan *maintenance* dan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan pada mesin 1110 JC maka digunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Cost of Unreliability* (COUR). Dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat diketahui kebijakan *maintenance* yang optimal seperti penjadwalan *maintenance* dan biaya perawatan mesin. Metode lain yaitu *Cost of unreliability* (COUR) untuk mengidentifikasi biaya kerugian yang dikeluarkan oleh perusahaan atas kerusakan komponen pada mesin 1110 JC. Berdasarkan hasil perhitungan dan pengukuran dengan menggunakan metode RCM diperoleh kebijakan *maintenance* untuk komponen pada mesin 1110 JC adalah *scheduled on-condition task* sebanyak 9 yang terdapat pada komponen *Stator* sebanyak 4, *Rotor* sebanyak 3 dan *Gear Coupling* sebanyak 2. Kemudian untuk *Scheduled discard task* sebanyak 2 yang terdapat komponen *Mechanical Seal*. Interval waktu perawatan didapatkan berbeda-beda berdasarkan task masing-masing. Biaya perawatan usulan diperoleh Rp.37.399.066.865 dimana biaya tersebut lebih kecil dari biaya perawatan *existing*. Kemudian metode COUR biaya yang disebabkan berdasarkan *corrective time* Rp.17.716.712.514 dan Rp.29.439.880.650 berdasarkan *downtime*.

Kata Kunci – *Preventive Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Cost of unreliability*

ABSTRACT

PT XYZ is one of fertilizer industry companies in Indonesia located in Karawang, West Java. The company production activity lasts for 24 hours. To identify maintenance and cost policy expended by company on Machine 1110 JC, Reliability Centered Maintenance (RCM) method and Cost of unreliability (COUR) are used. Centered Maintenance (RCM) method can identify the optimum maintenance policy like maintenance scheduling and cost of machine maintenance. Other method, namely; Cost of unreliability (COUR) is used to identify the loss cost expended by company for the damaged component on the machine 1110 JC. Based on the calculation and measurement by using RCM method, it is found that the maintenance policy for the component on machine 1110 JC is 9 times scheduled on condition; 2 times on stator, 3 times on Rotor, and 2 times on Gear Coupling. Then, the machine also requires 2 times maintenance on Scheduled discard task located on Mechanical Seal component. The maintenance interval time is identified different based on each task. The maintenance cost proposed is Rp.37.399.066.865 in which it is less than the existing maintenance cost. Then the COUR cost is Rp.17.716.712.514 in corrective time-based and Rp.29.439.880.650 in downtime-based.

Keywords – *Preventive Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Cost of unreliability*

1. Pendahuluan

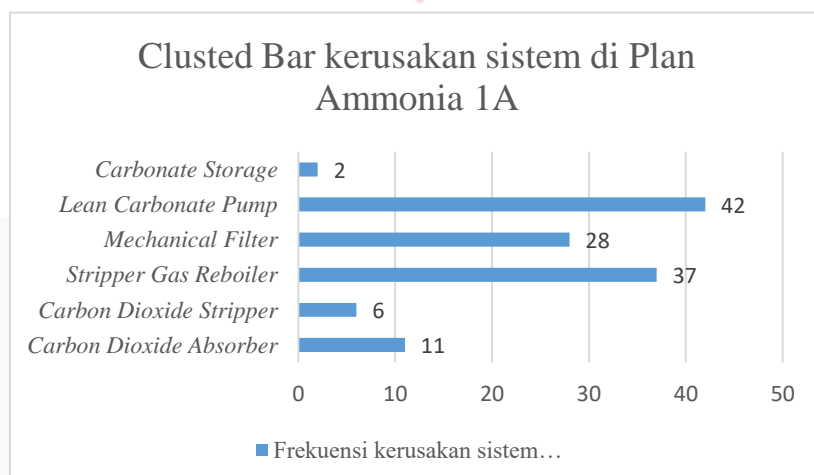
1.1 Latar Belakang

Pupuk adalah bahan-bahan yang mengandung zat hara dalam upaya meningkatkan atau mengembalikan kesuburan tanah. Penggunaan pupuk diperkirakan sudah dimulai sejak permulaan manusia mengenal bercocok tanam, yaitu sekitar 5.000 tahun yang lalu.

Di Indonesia, industri pupuk merupakan salah satu industri yang sangat berpengaruh dengan pendukung pembangunan nasional. Salah satu indikator perkembangan industri pupuk bisa dinilai dari konsumsi pemakaian pupuk oleh masyarakat di Indonesia sangat tinggi. Produksi pupuk dari tahun 2013 hingga 2017 mencapai 53.769.473 ton (Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia)[17].

PT XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi pupuk dan mempunyai struktur keorganisasiannya yang sudah memenuhi standar ISO. Dalam menjalankan bisnis PT XYZ memperoleh penugasan dari Pemerintah untuk menyalurkan pupuk dengan skema *Public Service Obligation* atau dikenal dengan nama pupuk bersubsidi.

Namun terdapat kendala di proses produksi, beberapa mesin untuk memproduksi pupuk sering mengalami masalah yang dapat mengganggu proses produksi.



Gambar 1 kerusakan sistem di Plan Ammonia 1A

Pada Gambar 1, setiap bulan terjadi kerusakan mesin yang sangat tinggi di PT. XYZ. Berdasarkan hasil wawancara mengenai kerusakan sistem yang terjadi pada tahun 2016-2017 dapat disimpulkan bahwa disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, sering terjadinya trouble pada mesin, permintaan lot untuk di produksi dan speed yarn (kecepatan produksi pada mesin) yang turun. Berdasarkan hasil wawancara dengan pegawai pada Departemen *Maintenance* dan Keandalan terdapat mesin di sistem *Lean Carbonate Pump* yang secara frekuensi sering mengalami kerusakan. Mesin tersebut dinamakan mesin 1110 JC yang berada di *plan* Amonia 1A. Banyak cara yang dilakukan untuk mencegah pabrik mengalami penurunan kapasitas produksi akibat adanya kerusakan mesin.

Oleh sebab itu perlu dilakukan suatu proses *maintenance management* yaitu dengan menggunakan metode *Realibity Centered Maintenance* (RCM) dimana RCM adalah pendekatan yang efektif untuk pengembangan program-program *preventive maintenance* sehingga bisa meminimalkan *maintenance cost* dan membuat penjadwalan *maintenance* yang baik. Selain menggunakan metode *Realibity Centered Maintenance* (RCM) untuk perhitungan biaya dapat menggunakan metode *Cost of Unreliability* (COUR). Dimana COUR merupakan biaya keseluruhan situasi yang dihasilkan dari semua yang disebabkan terkait kehandalan. Biaya ini meliputi biaya perbaikan peralatan setelah kegagalan dan nilai *production loss*. Ulasan biaya ini dikenal sebagai biaya langsung dan juga biaya tidak langsung.

2. Dasar Teori dan Metode Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Manajemen perawatan

Perawatan dapat didefinisikan sebagai suatu aktivitas yang dilakukan secara berkala dengan tujuan mengidentifikasi serta mengganti peralatan yang rusak agar kembali pada kondisi tertentu, pada periode tertentu [7].

2.1.2 Preventive Maintenance

Preventive Maintenance adalah kegiatan perawatan yang dilakukan sebelum komponen atau sistem mengalami kerusakan dan bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi [4].

2.1.3 Corrective Maintenance

Merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kegagalan pada suatu sistem untuk mengembalikan sistem kefungsi awal [4].

2.1.3 Risk Matrix

Risk Matrix adalah matriks yang digunakan selama *Risk Assessment* untuk menentukan berbagai tingkat risiko dari beberapa kategori probabilitas bahaya dan dampak yang ditimbulkan dari risiko tersebut [13].

2.1.2 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan perawatan berbasis kehandalan, pendekatan RCM mengasumsikan bahwa perawatan tidak dapat bertindak 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 [10].

2.1.2 Cost of unreliability (COUR)

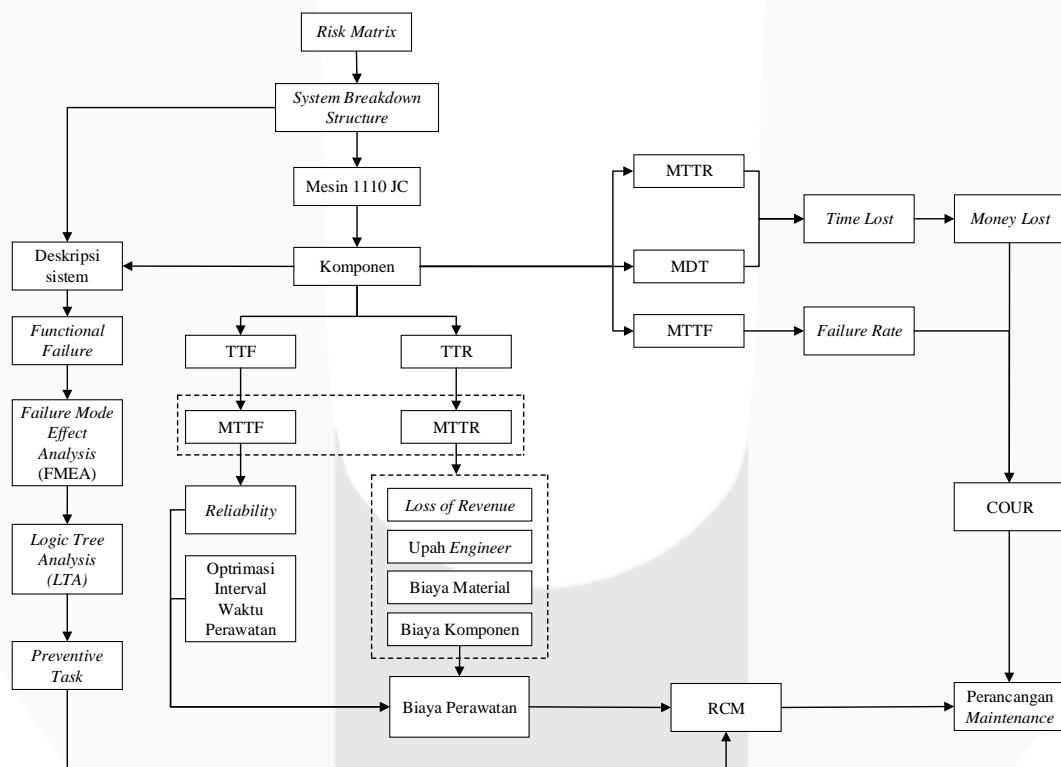
Cost of unreliability memberikan hasil perhitungan biaya yang muncul dari masalah keandalan, dimana akan menunjukkan biaya-biaya yang dihasilkan oleh masing masing *equipment* atau mesin dalam sistem. Sistem yang kritis akan ditunjukkan oleh *cost of unreliability* yang tinggi. Sebaiknya memulai dengan gambaran besar dan membantu program peningkatan biaya langsung, yaitu dengan mengidentifikasi sumber masalah biaya, level masalah, dan masalah apa saja yang muncul [16].

2.2 Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dijelaskan langkah pengerjaan dalam penelitian kebijakan perawatan.

2.2.1 Model konseptual

Model konseptual adalah sebuah kerangka pemikiran dari sebuah penelitian yang dapat membantu peneliti untuk memecahkan masalah karena di dalam model konseptual terdapat variabel dan metode yang diyakini dapat digunakan untuk memecahkan masalah dalam penelitian. Berikut adalah model konseptual yang telah dibuat:



Gambar 2 Model Konseptual

Berdasarkan model konseptual yang telah dibuat, langkah awal penelitian adalah memilih sistem sesuai *risk matrix* dan rekomendasi dari pegawai PT XYZ karena sistem *Lean carbonate pump* mempunyai frekuensi kerusakan yang tinggi serta banyaknya *loss production* pada mesin tersebut. Kemudian melakukan *system*

breakdown structure pada mesin terpilih yaitu mesin 1110 JC. Didapatkan komponen kritis dari mesin 1110 JC. RCM terbagi menjadi 2 bagian yaitu untuk menentukan *preventive task* dan biaya perawatan. Untuk menentukan *Preventive task* dimulai dari deskripsi sistem terlebih dahulu setelah *system breakdown structure* kemudian deskripsi sistem yang telah dihitung berdasarkan *Risk Matrix* selanjutnya mencari *Functional failure* dari sistem mesin 1110 JC yang dilanjutkan menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA) sehingga menghasilkan *output Preventive task*

Untuk menentukan biaya perawatan dimulai dari *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) untuk diuji distribusinya dan menghasilkan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR). Setelah mendapatkan MTTR, maka selanjutnya dapat dihitung biaya perawatan dengan data *loss of revenue*, upah *engineer*, biaya material dan biaya komponen. Sedangkan hasil dari perhitungan MTTF untuk mencari *reliability* dan interval waktu perawatan dari mesin 1110 JC. Dari perhitungan interval waktu perawatan dan *reliability* menjadi input untuk biaya perawatan pada mesin 1110 JC.

Selanjutnya akan dilakukan analisis *Cost Of Unreability* (COUR). Analisis COUR dimulai dari sistem kritis yang telah dihitung berdasarkan *Risk Matrix*. Dari perhitungan tersebut didapatkan sistem kritis. Seluruh sistem kritis tersebut dihitung MTTR, MDT dan MTTF. Untuk MTTR dan MDT digunakan untuk menghitung *time lost* yang kemudian setelah *time lost* didapatkan selanjutnya menghitung *money lost*. Sedangkan Untuk MTTF digunakan untuk menghitung *failure rate*. *Time lost*, *Money lost* dan *Failure rate*, ketiga variabel tersebut merupakan untuk menghitung COUR. Hasil dari COUR ini adalah *critical component unreliability*.

3. Pembahasan

3.1 Penentuan Sistem Kritis

Banyak cara dalam menentukan sistem kritis salah satunya menggunakan *Risk matrix*.

Likelihood adalah nilai yang mendefinisikan kemungkinan terjadinya, kriteria *likelihood* yang digunakan adalah frekuensi dimana dalam perhitungan secara kuantitatif berdasarkan data perusahaan.

Consequences/Severity adalah nilai yang mendefinisikan keseriusan terjadinya, kriteria *consequences/severity* yang digunakan adalah akibat yang akan diterima didefinisikan secara kuantitatif.

Tabel 1 *Likelihood x Severity* [13].

		Severity				
		Subsistem	Not significant 1	Minor 2	Major 3	Hazardous 4
Likelihood	Almost Certain 5	5	Carbon Dioxide Absorber, Carbon Dioxide Stripper	15	20	Lean Carbonate Pump
	Likely 4	4	8	12	Stripper Gas Reboiler	20
	Possible 3	3	6	Mechanical Filter	12	15
	Unlikely 2	2	4	6	8	10
	Rare 1	1	2	3	Carbonate Storage	5

3.2 Penentuan MTTF, MTTR, MDT

Penentuan MTTF, MTTR, MDT berdasarkan distribusi yang mewakili pada komponen *Stator*, *Rotor*, *Mechanical Seal* dan *Gear Coupling*. Berikut ini merupakan hasil perhitungan MTTF, MTTR, MDT dari mesin 1110 JC:

Tabel 2 Parameter MTTF,MTTR,MDT

Komponen	Distribusi dan MTTF		Distribusi dan MTTR		Distribusi dan MDT	
	Distribusi	MTTF (Jam)	Distribusi	MTTR (Jam)	Distribusi	MDT (Jam)
<i>Stator</i>	<i>Weibull</i>	1772.22	<i>Weibull</i>	6.91	<i>Weibull</i>	8.42
<i>Rotor</i>	<i>Weibull</i>	1502.41	<i>Weibull</i>	8.27	<i>Weibull</i>	14.20
<i>Mechseal</i>	<i>Weibull</i>	1326.64	<i>Weibull</i>	7.84	<i>Weibull</i>	14.92
<i>Gear Coupling</i>	<i>Weibull</i>	1466.23	<i>Weibull</i>	3.29	Normal	5.76

4.1 Perhitungan metode RCM

Interval waktu untuk perawatan *Scheduled on Condition Task* dihitung berdasarkan tindakan maintenance yang telah ditentukan pada RCM *Decision worksheet*. Berikut adalah interval waktu *on- condition, restoration dan discard*:

Tabel 3 Interval waktu *on condition*

Component	Information Reference			Task Usulan	P-F Interval (MTTF)	Initial Interval (Hrs)	Initial Interval (Month)	Initial Interval (day)
	F	FF	FM					
<i>Stator</i>	1	1.1	1	Melakukan Perbaikan	1772.22	886.11	1.48	37
		1.2	2	Melakukan Perbaikan	1772.22	886.11	1.48	37
		1.3	3	Melakukan Perbaikan	1772.22	886.11	1.48	37
		1.4	4	Melakukan Perbaikan	1772.22	886.11	1.48	37
<i>Rotor</i>	2	2.1	1	Melakukan Perbaikan	1502.41	751.20	1.25	31
		2.2	2	Melakukan Perbaikan	1502.41	751.20	1.25	31
		2.3	3	Melakukan Perbaikan	1502.41	751.20	1.25	31
<i>Gear Coupling</i>	4	4.1	1	Melakukan Perbaikan	1466.23	733.11	1.22	31
		4.2	2	Melakukan Perbaikan	1466.23	733.11	1.22	31

Tabel 4 Interval waktu *restoration* dan *discard*

Component	Information Reference			Task Usulan	η	β	Biaya Perawatan (CM)		Biaya Perbaikan (Cf)		Initial Interval (TM/Hours)	Initial Interval (Months)
	F	FF	FM									
Mechanical Seal	3	3.1	1	Melakukan Pergantian	Discard	1460.92	1.43462	Rp 480,905,261	Rp 483,624,849	2601.20	4.34	
		3.2	2	Melakukan Pergantian	Discard	1460.92	1.43462	Rp 480,905,261	Rp 483,624,849	2601.20	4.34	

Setelah itu didapatkan biaya perawatan usulan dan existing mesin 1110 JC. Berikut adalah tabel perhitungan biaya perawatan usulan dan *existing*:

Tabel 5 Biaya perawatan usulan dan *existing*

Component	Information Reference			Task Usulan	Task	Biaya Perawatan Existing		Biaya Perawatan Usulan
	F	FF	FM					
Stator	1	1.1	1	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 4,658,587,550	Rp 3,811,571,632	
		1.2	2	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 4,658,587,550	Rp 3,811,571,632	
		1.3	3	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 4,658,587,550	Rp 3,811,571,632	
		1.4	4	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 4,658,587,550	Rp 3,811,571,632	
Rotor	2	2.1	1	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 5,576,720,257	Rp 5,069,745,688	
		2.2	2	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 5,576,720,257	Rp 5,069,745,688	
		2.3	3	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 5,576,720,257	Rp 5,069,745,688	
Mechanical Seal	3	3.1	1	Melakukan Pergantian	Discard	Rp 967,360,521	Rp 1,451,040,782	
		3.2	2	Melakukan Pergantian	Discard	Rp 972,660,521	Rp 1,458,990,782	
Gear Coupling	4	4.1	1	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 2,218,431,440	Rp 2,016,755,855	
		4.2	2	Melakukan Perbaikan	On Condition	Rp 2,218,431,440	Rp 2,016,755,855	
Total						Rp 41,741,394,894	Rp 37,399,066,865	

4.2 Perhitungan metode COUR

Cour adalah biaya-biaya yang dihasilkan oleh masing masing *equipment* atau mesin dalam sistem saat keadaan tidak handal. Terdapat beberapa komponen dalam mesin 1110 JC yang akan dilakukan perhitungan failure rate, corrective time lost, downtime time lost, money lost. Berikut adalah hasil perhitungan COUR :

Tabel 6 Perhitungan *Failure Rate*

Failure Rate	Komponen			
	Stator	Rotor	Mechanical Seal	Gear Coupling
Study Interval (hours)	8760	8760	8760	8760
Number of Failures	10	12	12	8
MTTF	1772.22	1502.41	1326.64	1466.23
Failure Rate	0.00114	0.00137	0.00137	0.00091

Tabel 7 Perhitungan *Time Lost Corrective Time*

<i>Time Lost</i>	Komponen			
	<i>Stator</i>	<i>Rotor</i>	<i>Mechanical Seal</i>	<i>Gear Coupling</i>
<i>Failure Rate</i>	0.00114	0.00137	0.00137	0.00091
<i>Number of Failures</i>	10	12	12	8
<i>Corrective Time/Failure (MTTR)</i>	6.91	8.27	7.84	3.29
<i>Corrective Lost Time Hours</i>	69.07	99.22	94.11	26.31

Tabel 8 Perhitungan *Time Lost Downtime*

<i>Time Lost</i>	Komponen			
	<i>Stator</i>	<i>Rotor</i>	<i>Mechanical Seal</i>	<i>Gear Coupling</i>
<i>Failure Rate</i>	0.00114	0.00137	0.00137	0.00091
<i>Number of Failures</i>	10	12	12	8
<i>Downtime/Failure (MDT)</i>	8.42	14.20	14.92	5.76
<i>DT Lost Time Hours</i>	84.24	170.38	179.01	46.11

Tabel 9 Perhitungan *Money Lost Corrective Time*

<i>Money Lost</i>	Komponen			
	<i>Stator</i>	<i>Rotor</i>	<i>Mechanical Seal</i>	<i>Gear Coupling</i>
<i>Corrective Lost Time Hours</i>	69.07	99.22	94.11	26.31
<i>Loss Production Cost</i>	Rp4,232,225,217	Rp6,079,725,494	Rp5,767,063,730	Rp1,612,085,205
<i>Equipment Cost</i>	Rp3,827,087	Rp5,497,731	Rp5,215,000	Rp1,457,765
<i>Labour Maintenance Cost</i>	Rp2,300,256	Rp3,304,390	Rp3,134,456	Rp876,184
<i>Corrective COUR</i>	Rp4,238,352,560	Rp6,088,527,615	Rp5,775,413,185	Rp1,614,419,154

Tabel 10 Perhitungan *Money Lost Downtime*

<i>Money Lost</i>	Komponen			
	<i>Stator</i>	<i>Rotor</i>	<i>Mechanical Seal</i>	<i>Gear Coupling</i>
<i>DT Lost Time Hours</i>	84.24	170.38	179.01	46.11
<i>Loss Production Cost</i>	Rp5,161,974,995	Rp10,440,399,681	Rp10,969,428,543	Rp2,825,516,499
<i>Equipment Cost</i>	Rp4,667,834	Rp9,440,971	Rp9,919,357	Rp2,555,038
<i>Labour Maintenance Cost</i>	Rp2,805,584	Rp5,674,459	Rp5,961,992	Rp1,535,696
<i>Downtime COUR</i>	Rp5,169,448,414	Rp10,455,515,111	Rp10,985,309,893	Rp2,829,607,233

Tabel 10 Ringkasan biaya *Corrective* dan *Downtime*

Summary	
Jenis Biaya	Jumlah
<i>Corrective COUR</i>	Rp17,716,712,514
<i>Downtime COUR</i>	Rp29,439,880,650

5. Kesimpulan

Dengan perhitungan dan analisis metode RCM menghasilkan kebijakan *maintenance* untuk komponen pada mesin 1110 JC adalah *scheduled on-condition task* sebanyak 9 yang terdapat pada komponen *Stator* sebanyak 4, *Rotor* sebanyak 3 dan *Gear Coupling* sebanyak 2. Kemudian untuk *Scheduled discard task* sebanyak 2 yang terdapat komponen *Mechanical Seal*. Interval waktu perawatan didapatkan berbeda-beda berdasarkan task masing-masing. Biaya perawatan usulan diperoleh Rp.37.399.066.865 dimana biaya tersebut lebih kecil dari biaya perawatan *existing*. Metode Cost of unreliability, biaya yang disebabkan oleh ketidakhandalan mesin adalah sebesar Rp.17.716.712.514 berdasarkan *corrective time* dan Rp.29.439.880.650 berdasarkan *downtime*.

Daftar Pustaka

- [1] Ade Rizka Eliyu, D. J. (2014). ESTIMASI BIAYA MAINTENANCE DENGAN METODE MARKOV CHAIN DAN PENENTUAN UMUR MESIN SERTA JUMLAH MAINTENANCE CREW YANG OPTIMAL DENGAN METODE LIFE CYCLE COST (LCC) PADA MESIN PLASTIC INJECTION DAN SPINNING MANUAL (STUDI KASUS: PT. TOA GALVA INDUSTRIES). 107-121.
- [2] Alhilman, J., & Saedudin, R. (2011). RELIABILITY BASED PERFORMANCE ANALYSIS OF BASE TRANSCEIVER STATION (BTS) USING RELIABILITY, AVAILABILITY, AND MAINTAINABILITY (RAM) METHOD. *Proceeding of 9th International Seminar on Industrial Engineering and Management* , 1-6.
- [3] Atmaji, F. T. (2015). PTIMASI JADWAL PERAWATAN PENCEGAHAN PADA MESIN TENUN UNIT SATU DI PT KSM, YOGYAKARTA. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*, 7-11.
- [4] Crespo Márquez, A. M. (2009). *The maintenance management framework*. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 15(2), 167–178. <https://doi.org/10.1108/13552510910961110>.
- [5] Dhamayanti, D. S. (2016). Usulan Preventive Maintenance Pada Mesin KOMORI LS440 dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM II) dan Risk Based Maintenance (RBM) di PT ABC. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri*.
- [6] Diputra, D. A., Atmaji, F. T., & Budiasih, E. (2017). PROPOSED POLICY DESIGN JET DYEING MACHINE USING RELIABILITY, AVAILABILITY, MAINTAINABILITY (RAM) AND COST OF UNRELIABILITY (COUR) (STUDY CASE : PT.XYZ). *e-Proceeding of Engineering : Vol.4, No.2 Agustus 2017*, 2521-2528.
- [7] Ebeling, C. E. (1998). *An introduction to reliability and maintainability engineering*.
- [8] Huda, D. N. (2016). Perancangan Aplikasi Perhitungan Oee (Overall Equipment Effectiveness) Dan Analisis Rcm (Reliability Centered Maintenance) Dalam Menentukan Kebijakan Maintenance (Studi Kasus : Pt . Pikiran Rakyat). 3(2), 2619–2627.
- [9] Judi Alhilman, R. R. (2015). LCC Application for Estimating Total Maintenance Crews and Optimal Age of BTS Components. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT)*, 54-62.
- [10] Moubray, J. (1996). Reliability Centered Maintenance II. *Butterworth-Heinemann, Ltd.*
- [11] OHSAS. (2007). *OHSAS 18001:2007 Occupational Health And Safety Management Systems - Requirements*. <https://doi.org/978 0 580 50802 8>.
- [12] Praesita, I., Alhilman, J., & Nopendri . (2016). PENILAIAN KINERJA BERBASIS RELIABILITY PADA CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 (CCM 3) PT KRAKATAU STEEL (Persero) Tbk MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY DAN COST OF UNRELIABILITY. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri* , 1-6.
- [13] Pujiono, B. N., Ishardita, P., & Remba, Y. (2012). ANALISIS POTENSI BAHAYA SERTA REKOMENDASI PERBAIKAN DENGAN METODE HAZARD AND OPERABILITY STUDY (HAZOP) MELALUI PERANGKINGAN OHS RISK ASSESSMENT AND CONTROL (Studi Kasus: Area PM-1 PT. Ekamas Fortuna). *Jurnal Ilmiah*, 256.
- [14] Saedudin, R. R. (2014). The optimization of maintenance time and total site crew for Base Transceiver Station (BTS) maintenance using Reliability Centered Maintenance (RCM) and Life Cycle Cost (LCC). *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 1304–1308). <https://doi.org/10.1109/IEEM.2013.6962621>.
- [15] Uly Tri Kirana, J. A. (2015). PERENCANAAN KEBIJAKAN PERAWATAN MESIN CORAZZA FF100 FF100 PADA LINE 3 PT. XYZ DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM). *e-Proceeding of Engineering*, 4854-4861.
- [16] Utomo, A. R. (2017). Perancangan Maintenance Pada Mesin Rotorvane Dengan Menggunakan Metode Life Cycle Cost (Lcc) Dan Cost of Unreliability (Cour) Di Perkebunan Nusantara Viii Ciater. 3012–3019.
- [17] ASOSIASI PRODUSEN PUPUK INDONESIA. Statistic [online] (<http://www.appi.or.id/?statistic>, diakses 27 November 2017).