

**PERANCANGAN KEBIJAKAN MAINTENANCE MENGGUNAKAN METODE
RELIABILITY CENTERED SPARES (RCS) DAN COST OF UNRELIABILITY
(COUR) PADA MESIN DUMPING LINE 1 DI PT XYZ**

**DESIGN OF MAINTENANCE POLICY USING RELIABILITY CENTERED SPARES
(RCS) AND COST OF UNRELIABILITY (COUR) METHOD ON DUMPING
MACHINE LINE 1 AT PT XYZ**

Dhofar Shafarrizqullah Separman¹, Endang Budiasih², Judi Alhilman³

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

¹dhofarss@gmail.com, ²endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id, ³alhilman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - PT XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi baterai sekunder atau aki. Dalam pembuatan aki PT XYZ memiliki banyak mesin. Mesin-mesin tersebut sering mengalami kerusakan yang mengakibatkan *downtime* pada saat proses produksi. Mesin yang memiliki tingkat kerusakan yang tinggi yaitu mesin dumping yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Salah satu penyebab tingginya frekuensi kerusakan pada mesin tersebut yaitu sering terjadinya kerusakan komponen. Dalam penentuan kebutuhan komponen yang tepat maka dibutuhkan perhitungan yang sesuai, *Reliability Centered Spares* (RCS) merupakan salah satu metode yang dapat melakukan perhitungan kebutuhan komponen. Komponen kritis mesin dumping yaitu Rantai Conveyor, Sensor Omron E3Z-T61-L, Sensor Omron E3Z-T61-D, dan Gear Conveyor yang diperoleh berdasarkan analisis *Risk Matrix*. Dalam perhitungan kebutuhan komponen dilakukan perhitungan *Poisson Process*, didapatkan jumlah kebutuhan suku cadang selama periode dua belas bulan yaitu empat komponen Rantai Conveyor, dua belas komponen Sensor Omron E3Z-T61-L, dua belas komponen Sensor Omron E3Z-T61-D dan enam komponen Gear Conveyor. Kerugian yang dikibatkan oleh komponen kritis pada mesin dumping dihitung menggunakan metode *Cost of Unreliability*, kerugian perusahaan selama tahun 2016 sampai dengan tahun 2017 yaitu sebesar Rp 3,028,165,22.

Kata kunci : *reliability centered spares, poisson process, risk matrix, cost of unreliability, mesin dumping, suku cadang*

Abstract - PT XYZ is a company that produces secondary battery or accumulator. In the process production of battery, PT XYZ has many machines. The machines are often damaged resulting downtime during the production process. Machines that have a high frequency of damage that is Dumping machine, which resulted in losses for the company. The cause of the high frequency of damage to the machine is often the occurrence of component damage. In determining the right spare part then needed calculations in accordance with the needs, *Reliability Centered Spares* (RCS) is one method that can perform calculations of spare part requirements. The critical components of the dumping machine are the Conveyor Chain, the E3Z-T61-L Omron Sensor, the E3Z-T61-D Omron Sensor, and the Conveyor Gear obtained based on the *Risk Matrix* analysis. In the calculation of component requirement using *Poisson Process* calculation is obtained the number of spare parts requirement for twelve months period is four components of Conveyor Chain, twelve components of Omron E3Z-T61-L Sensor, twelve components of Omron E3Z-T61-D Sensor and six of Conveyor Gear components. Losses incurred by the critical component of the dumping machine are calculated using the *Cost of Unreliability* method, the company's losses from 2016 to 2017 amounting to Rp 3,028,165.22.

Keywords: *Reliability Centered Spares, Poisson Process, Risk Matrix, Cost of Unreliability, Dumping machine, spare part*

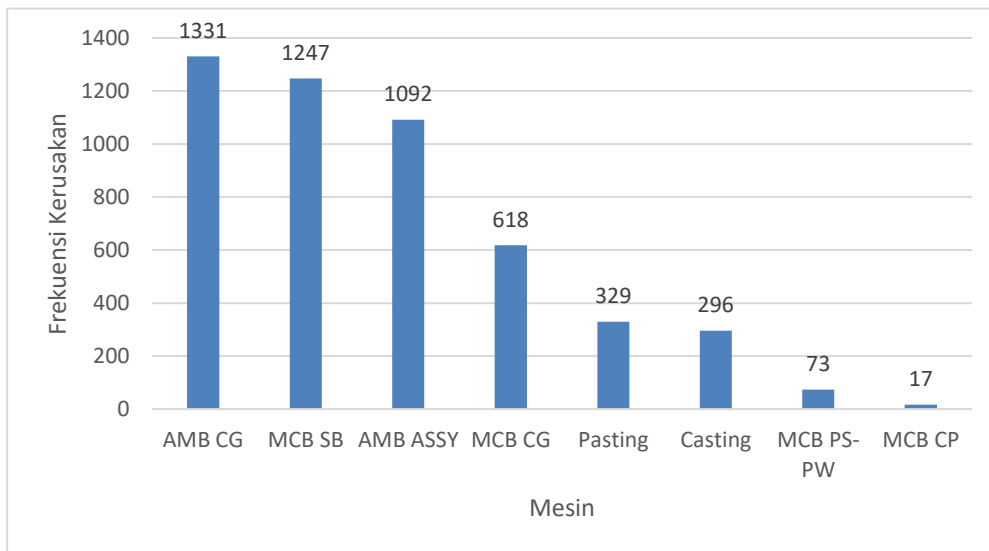
1. Pendahuluan

Perkembangan dan kemajuan teknologi industri, berimbas pada perkembangan otomotif yang semakin meningkat. Hampir semua kendaraan bermotor membutuhkan sumber energi listrik, selain didapat dari kendaraan itu sendiri sumber energi listrik juga harus di-supply oleh baterai. Baterai yang dipakai untuk kebutuhan otomotif yaitu aki, yang merupakan salah satu contoh baterai sekunder. Baterai sekunder adalah baterai yang

mempergunakan proses kimia yang dapat diisi kembali sehingga menyediakan tegangan secara tetap tanpa harus mengganti baterai itu sendiri.

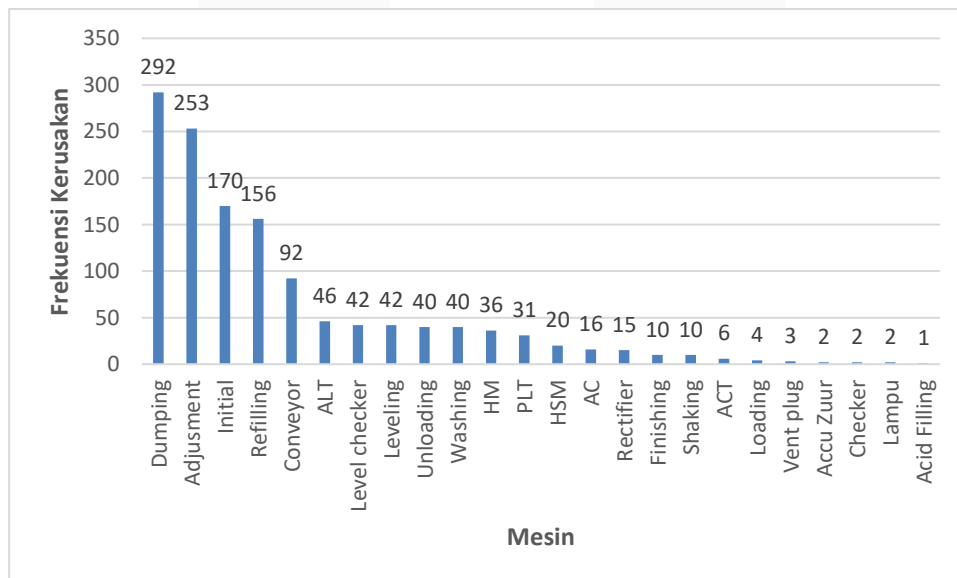
PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri aki atau baterai sekunder. Baterai yang diproduksi di PT XYZ adalah baterai untuk *automotive* dan *motorcycle*. Sistem produksi dalam pembuatan baterai terdiri dari beberapa proses, setiap proses dengan proses yang lain memiliki kolerasi.

Pada kegiatan produksi, PT XYZ menggunakan berbagai macam mesin, mesin-mesin tersebut dikelompokan menjadi beberapa *section* yaitu AMB ASSY, AMB CG, Casting, MCB CG, MCB CP, CMB PS-PW, MCB SB dan Pasting. Seringkali proses produksi di PT XYZ terhambat, dikarenakan adanya kerusakan mesin pada salah satu *section*-nya.



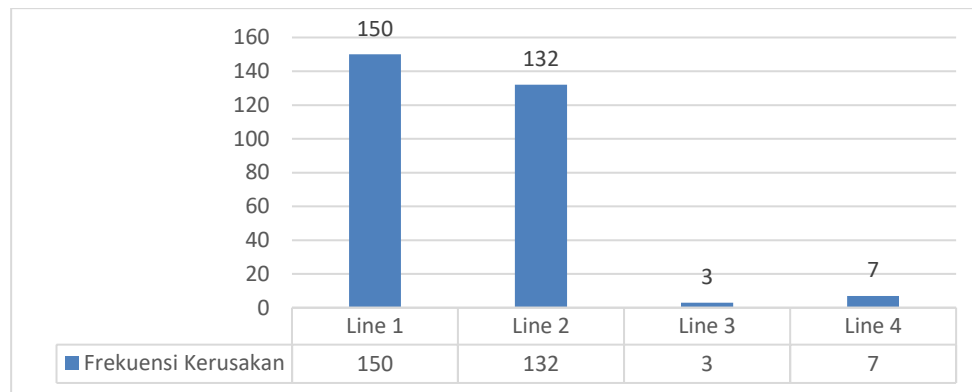
Gambar 1 Frekuensi Kerusakan Tahun 2016 – 2017

Kerusakan yang terjadi pada mesin di PT XYZ disebabkan karena penggunaan komponen dan *part* yang berulang kali sehingga frekuensi kerusakan semakin tinggi. Berdasarkan Gambar 1, *section* AMB CG memiliki frekuensi kerusakan yang paling tinggi yaitu 1331 kerusakan dibandingkan dengan *section* lainnya. Berikut merupakan kerusakan mesin-mesin di *section* AMB CG.



Gambar 2 Frekuensi Kerusakan Mesin pada Section AMB CG Tahun 2016 – 2017

Gambar 2 menunjukkan banyaknya frekuensi kerusakan yang terjadi pada masing-masing mesin di *section* AMB CG pada tahun 2016-2017. Diketahui bahwa mesin Dumping memiliki total frekuensi kerusakan tertinggi dengan total kerusakan yaitu 292 kerusakan, mesin tersebut memiliki 4 *line* yang setiap *line*-nya memiliki frekuensi kerusakan berbeda.



Gambar 3 Frekuensi Kerusakan Mesin Dumping Tahun 2016 – 2017

Gambar 3 menunjukkan total frekuensi kerusakan pada mesin Dumping pada *section* AMB CG pada tahun 2016-2017. Setiap kerusakan pada masing-masing mesin Dumping memiliki dampak yang mengakibatkan terhentinya *section* AMB CG. Pada *line 1* mesin Dumping memiliki kerusakan paling banyak yaitu 150 kerusakan. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, dapat disimpulkan bahwa mesin Dumping pada *line 1* merupakan mesin paling kritis, sehingga dipilihlah mesin Dumping pada *line 1* sebagai objek penelitian.

Tingginya frekuensi kerusakan pada mesin tersebut menunjukkan perlunya kegiatan *maintenance* yang lebih efektif, sehingga dapat mengurangi frekuensi kerusakan, juga dapat mengurangi *downtime* pada mesin tersebut. *Downtime* yang terjadi dapat diminimasi apabila kegiatan perawatan lebih baik. Dalam melakukan perawatan perlu ketersediaan *spare part* untuk kegiatan perawatan secara terjadwal ataupun ketika mesin mengalami kerusakan. Jika *spare part* yang dibutuhkan tidak tersedia ketika terjadi kerusakan, maka dapat menambah *downtime* mesin dan mempengaruhi proses produksi. Tetapi apabila jumlah *spare part* yang dimiliki perusahaan berlebih maka dapat meningkatkan biaya *inventory* perusahaan, maka dibutuhkan strategi *spare part* yang baik.

Reliability Centered Spares (RCS) adalah salah satu pendekatan untuk menentukan *level inventory* suku cadang berdasarkan *through-life costing* dan kebutuhan peralatan dan operasi perawatan dalam mendukung *inventory* [1]. Selain itu, untuk mengetahui seberapa besar kerugian yang diakibatkan kerusakan mesin Dumping, maka digunakan metode *Cost of Unreliability* (COUR). Metode ini bertujuan untuk menghitung keseluruhan biaya yang terkait dengan masalah keandalan sistem. Untuk menghitung COUR dibutuhkan nilai *direct cost* dan *indirect cost* [2]

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

Maintenance atau pemeliharaan adalah semua tindakan sesuai untuk memepertahankan item/part/peralatan, atau mengembalikannya ke kondisi tertentu [3]. Pengertian lainnya adalah perawatan merupakan aktivitas agar komponen atau sistem yang rusak akan dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu dilakukan sesuai dengan prosedur yang di tentukan [4].

2.1 Mean Time To Repair (MTTR)

Mean Time To Repair (MTTR) merupakan rata-rata selang waktu perbaikan dari suatu distribusi kerusakan, MTTR digunakan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan suatu mesin dapat diperbaiki[4].

2.2 Mean Time Between Failure (MTBF)

Mean Time Between Failuer (MTBF) merupakan rata-rata selang waktu kerusakan dari suatu distribusi kerusakan, dimana rata-rata waktu ini merupakan ekspektasi terjadinya kerusakan unit identik yang beroperasi pada kondisi normal [4].

2.3 Reliability Centered Spares (RCS)

Reliability Centered Spares (RCS) adalah suatu pendekatan untuk menentukan *level inventory spare part* berdasarkan *through-life costing* dan kebutuhan peralatan dan operasi perawatan dalam mendukung *inventory* [5].

2.4 Poisson Process

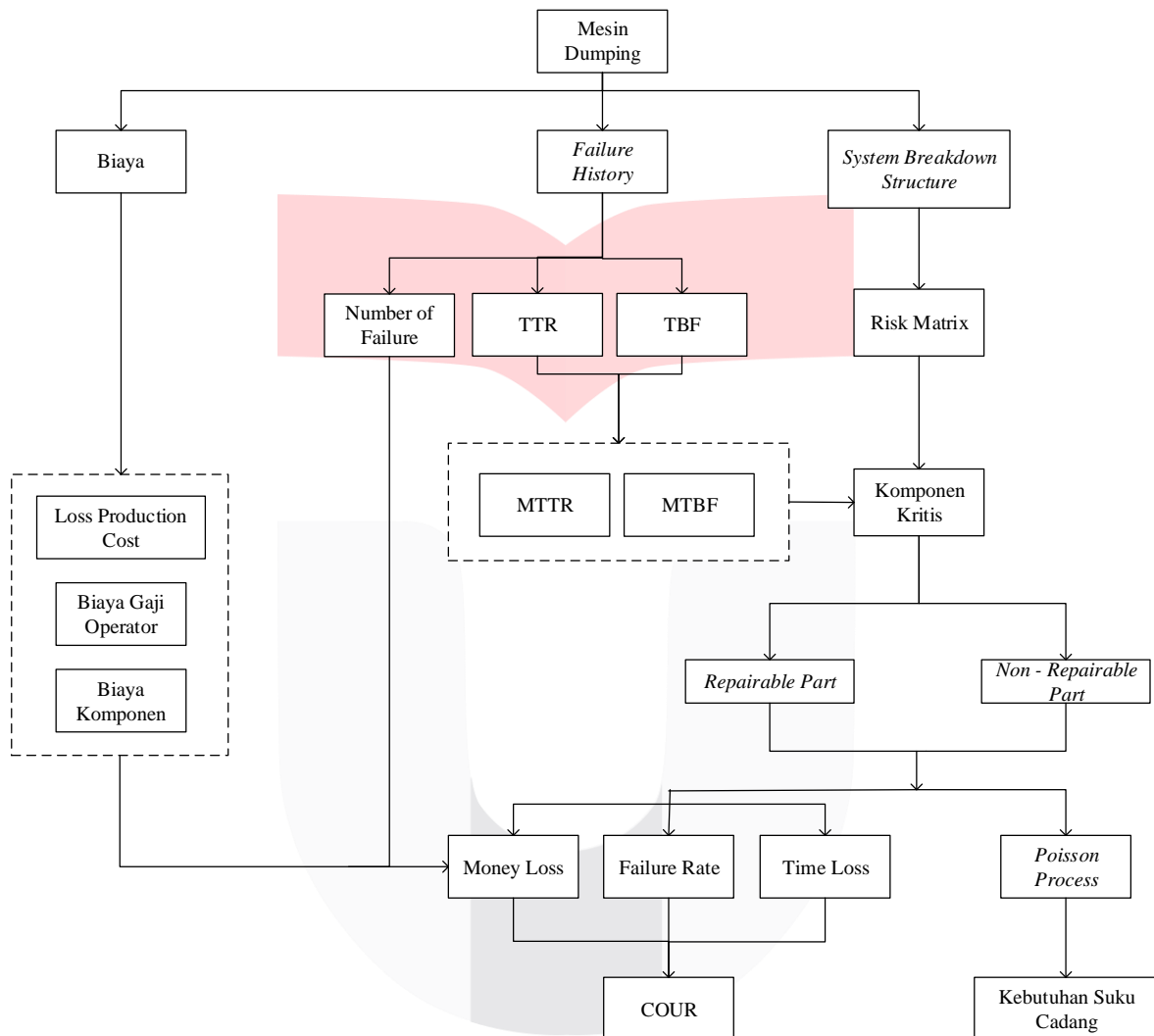
Poisson Process merupakan salah satu teknik perhitungan jumlah kebutuhan suku cadang berdasarkan *reliability* [6]. Pengklasifikasian suku cadang pada penelitian ini berdasarkan jenis dan penggunaannya, *repairable* dan *non repairable*.

2.5 Cost of Unreliability

Cost of Unreliability (COUR) merupakan biaya keseluruhan yang dihasilkan dari semua keadaan yang disebabkan oleh kegagalan sistem terkait dengan keandalan. Biaya ini mencakup biaya langsung dan biaya tidak langsung[2].

2.6 Model Konseptual

Model konseptual merupakan suatu bentuk aliran yang menunjukkan hubungan antara beberapa konsep pemikiran yang dirangkai berdasarkan aspek hipotesis dan teoritis untuk menuntun penelitian guna mencapai tujuan seperti yang ditunjukkan pada Gambar.



Gambar 4 Model Konseptual

3. Pembahasan

3.1 Penentuan Komponen Kritis

Komponen kritis pada mesin *Dumping* ditentukan menggunakan *Risk Matrix*. Hasil dari *Risk Matrix* dapat dilihat pada Tabel 1. Terpilihlah komponen Rantai Conveyor, Sensor Omron E3Z-T61-L, Sensor Omron E3Z-T61-D, dan Gear Conveyor.

Tabel 1. Risk Matrix Komponen Kritis

Likelihood	Severity				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Almost Certain		Sensor Omron E3Z-T61-L, Sensor Omron E3Z-T61-D			
Likely				Rantai Conveyor	
Possible	Napple		Gear Conveyor		
Unlikely		Cylinder	Bearing		
Rare	Connecting Link	Cylinder Tac,Fuse.Liming Reducer	As,Breaker Schanider,Inverter		

3.2 Perhitungan Nilai MTTR

Hasil dari perhitungan MTTR ditunjukkan pada Tabel 2 dengan masing-masing komponen kritis dilakukan perhitungan berdasarkan distribusi *Weibull*.

Tabel 2 MTTR Komponen Kritis

Komponen	Distribusi	Parameter		Mean Time To Repair
Sensor Omron E3Z-T61-L	Weibull	η	0.433914	0.384302744
		β	2.1109	
Sensor Omron E3Z-T61-D	Weibull	η	0.384446	0.34266194
		β	2.87014	
Rantai Conveyor	Weibull	η	0.916559	0.84812304
		β	1.28798	
Gear Conveyor	Weibull	η	0.536952	0.476293393
		β	2.47263	

3.3 Perhitungan Nilai MTBF

Hasil dari perhitungan MTTR ditunjukkan pada Tabel 3 dengan masing-masing komponen kritis dilakukan perhitungan berdasarkan distribusi *Weibull*.

Tabel 3 MTBF Komponen Kritis

Komponen	Distribusi	Parameter		Mean Time Between Failure
Sensor Omron E3z-T61-L	Weibull	η	723.792	788.324422
		β	0.848499	
Sensor Omron E3z-T61-D	Weibull	η	720.81	793.319383
		β	0.834737	
Rantai Conveyor	Weibull	η	1137.44	1070.09835
		β	1.19931	
Gear Conveyor	Weibull	η	2231.78	1984.00278
		β	2.67253	

3.4 Perhitungan Kebutuhan Komponen

Pada Tahap ini dilakukan perhitungan kebutuhan tiap komponen kritis. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode Poisson Process berdasarkan klasifikasinya yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Klasifikasi Komponen Kritis

Komponen	Klasifikasi
Rantai Conveyor	<i>Repairable</i>
Sensor Omron E3Z-T61-L	<i>Non-Repairable</i>
Sensor Omron E3Z-T61-D	<i>Non-Repairable</i>
Gear Conveyor	<i>Non-Repairable</i>

1. Perhitungan Komponen *Repairable*

Tabel 5 Perhitungan Komponen Rantai Conveyor

n	n-1	λt^x	$\exp(-\lambda t)$	fact(n)	$\sum P$	%
1	0	1	0.3811	1	0.381	38.10%
2	1	0.965	0.3811	1	0.749	74.90%
3	2	0.931	0.3811	2	0.926	92.60%
4	3	0.898	0.3811	6	0.983	98.30%
5	4	0.866	0.3811	24	0.997	99.70%

2. Perhitungan Komponen *Repairable*

Tabel 6 Perhitungan Komponen Sensor Omron E3Z-T61-L

n	λt^x	$\exp(-\lambda t)$	fact(n)	P	%
10	706428180.8	0.0005	3628800	0.847	84.70%
11	5419694633	0.0005	39916800	0.91	91.00%
12	41579725598	0.0005	4.79E+08	0.951	95.10%
13	3.19E+11	0.0005	6.23E+09	0.975	97.50%

Tabel 7 Perhitungan Komponen Sensor Omron E3Z-T61-D

n	λt^x	$\exp(-\lambda t)$	fact(n)	P	%
10	663188777	0.0005	3628800	0.851	85.10%
11	5.056E+09	0.0005	39916800	0.913	91.30%
12	3.854E+10	0.0005	4.79E+08	0.953	95.30%
13	2.94E+11	0.0005	6.23E+09	0.976	97.60%

Tabel 8 Perhitungan Komponen Gear Conveyor

n	λt^x	$\exp(-\lambda t)$	fact(n)	P	%
3	28.32752	0.0474	6	0.636	63.60%
4	86.35312	0.0474	24	0.807	80.70%
5	263.2374	0.0474	120	0.911	91.10%
6	802.4483	0.0474	720	0.964	96.40%
7	2446.17	0.0474	5040	0.987	98.70%

3.5 Perhitungan *Cost of Unreliability*

3.5.1 Perhitungan *Failure Rate*

Data yang dibutuhkan untuk menghitung *failure rate* adalah *study interval*, *number of failures*, dan *mean time between failure*. Pada penelitian ini, *study interval* ditetapkan selama waktu observasi dilakukan yaitu selama 17.520 jam. Perhitungan *Failure Rate* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Perhitungan *Failure Rate*

	Rantai Conveyor	Sensor Omron E3Z-T61-L	Sensor Omron E3Z-T61-D	Gear Conveyor
<i>Study Interval (hrs)</i>	17520	17520	17520	17520
<i>Number of Failures</i>	14	24	20	9
MTBF	1070.0983	788.32	793.32	1984
<i>Failure Rate</i>	0.000934	0.001269	0.001261	0.000504

3.5.2 Perhitungan *Time Loss*

Data yang dibutuhkan untuk menghitung *Time Loss* adalah *failure rate*, *number of failure*, dan *corrective time/failure*. Hasil *Time Loss* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Perhitungan *Time Loss*

	Rantai Conveyor	Sensor Omron E3Z-T61-L	Sensor Omron E3Z-T61-D	Gear Conveyor
<i>Failure Rate</i>	0.000934	0.001269	0.001261	0.000504
<i>Number of Failures</i>	14	24	20	9
<i>Corrective Time/Failure (MTTR)</i>	0.85	0.38	0.34	0.48
<i>Time Loss</i>	11.87372	9.22327	6.85324	4.28664

3.5.3 Perhitungan *Money Loss*

Untuk mendapatkan nilai dari *Money Loss*, data yang dibutuhkan adalah *time loss*, *number of failures*, *production loss*, *equipment/spare part cost*, dan *labor maintenance cost*. Perhitungan *Money Loss* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil *Money Loss*

	Rantai Conveyor	Sensor Omron E3Z-T61-L	Sensor Omron E3Z-T61-D	Gear Conveyor
<i>Time Loss</i>	11.87	9.22	6.85	4.29
<i>Number of Failures</i>	14	24	20	9
<i>Production Loss</i>	Rp1,092,812,898	Rp848,874,803	Rp603,746,399	Rp 394,526,320
<i>Equipment/Spare Part Cost</i>	Rp 5,305,600	Rp 27,609,600	Rp 26,008,000	Rp 1,623,600
<i>Labor Maintenance Cost</i>	Rp 242,360	Rp 188,260	Rp139,885	Rp 87,497
COUR	Rp1,098,360,858	Rp876,672,644	Rp656,894,283	Rp 396,237,417
Total COUR				Rp3,028,165,221

4. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penentuan komponen kritis pada mesin *Dumping* menggunakan *Risk matrix*, terdapat empat komponen kritis yaitu Sensor Omron E3Z-T61-L, Sensor Omron E3Z-T61-D, Gear Conveyor, dan Rantai Conveyor.
2. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan suku cadang menggunakan *Poisson Process* didapat jumlah kebutuhan suku cadang kritis pada mesin *Dumping* selama 1 tahun, yaitu komponen Rantai Conveyor sebanyak 4 buah, Sensor Omron E3Z-T61-L sebanyak 12 buah, Sensor Omron E3Z-T61-D sebanyak 12 buah, Rantai Conveyor sebanyak 6 buah
3. Berdasarkan perhitungan biaya dengan *Cost of Unreliability* biaya yang disebabkan oleh ketidakandalan komponen kritis sebesar Rp3,028,165,221 berdasarkan pada *corrective time*.

Daftar Pustaka

- [1] P. Slater, *Smart Inventory Solutions : Improving the Management of Engineering Materials and Spare Parts*, Second. Industrial Press Inc., 2013.
- [2] F. Vicente, "Assessing the cost of unreliability in gas plant to have a sustainable operation," *Pet. Chem. Ind. Conf. Eur. Conf. Proceedings, PCIC Eur.*, 2012.
- [3] B. S. Dhillon, *ENGINEERING MAINTENANCE A Modern Approach*. 2002.
- [4] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability an Maintainability Engineering 1996*. 2003.
- [5] D. Meilani, I. Kamil, and A. Satria, "Analisis Reliability Centered Maintenance (RCM) Dan Reliability Centered Spares (RCS) Pada Unit Rawmill Pabrik Indarung IV PT. Semen Padang," no. 1, pp. 9–16, 2008.
- [6] J. Fukuda, "Spare Parts Stock Level Calculation," pp. 1–8, 2008.