

ANALISIS BIAYA PERAWATAN DENGAN METODE *COST OF UNRELIABILITY* (COUR) MESIN
TOWER 4 UNTUK SATU SISTEM PASCA PERBAIKAN DI PT. XYZ

*ANALYSIS OF MAINTENANCE COST USING COST OF UNRELIABILITY (COUR) METHOD FOR
TOWER 4 MACHINE IN ONE POST REPAIR SYSTEM AT PT. XYZ*

Rizki Suryo Wibowo¹, Endang Budiasih², Aji Pamoso³

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

¹riothebirds@gmail.com, ²endangbudiasih@telkomuniversity.ac.id, ³aji_9juli@yahoo.com

Abstrak

PT.XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi surat kabar terbesar di Jawa Barat. Setiap harinya perusahaan mampu memproduksi hampir 100000 eksemplar setiap harinya. Untuk memenuhi pesanan koran setiap hari dengan tepat waktu. Salah satu cara untuk memperkecil kerugian yang kemungkinan harus ditanggung oleh perusahaan adalah dengan meningkatkan *Reliability* dari sistem produksi itu sendiri dan *Cost of Unreliability* untuk mengetahui seberapa besar biaya yang dihasilkan oleh masalah keandalan mesin. Data berupa *Mean Time to Repair*, *Mean Time to System Failure* dan *Mean Downtime* berguna untuk menilai kinerja sistem yang bekerja. Kemudian akan didapatkan hasil dari *Reliability Analysis* dari sistem mesin yang diteliti dengan dilakukan permodelan untuk menentukan sistem kritis menggunakan *Reliability Block Diagram* pada *Analytical Approach*, pada waktu 78 jam, masing-masing sistem memiliki nilai *Reliability* 22%, 23% dan 40%. Rata-rata nilai *Maintainability* masing-masing sistem pada $t = 9$, $t = 6$ dan $t = 1$ adalah 98%, 96% dan 85%. Nilai *Inherent Availability* setiap sistem adalah 98,530%, 98,135% dan 99,592% dan nilai *Operational Availability* setiap sistem adalah 99,690%, 99,845 dan 100%. Berdasarkan pada evaluasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *World Class Maintenance Key Performance Indicator*, indikator dari *leading* dan *lagging availability* sudah mencapai target indikator yang diberikan. Hasil perhitungan *Cost of Unreliability* didapatkan biaya dari setiap sistem yang disebabkan oleh ketidakhandalan adalah Rp5.045.527.928, Rp5.128.013.994 dan Rp3.693.237.580 dan berdasarkan *active repair time* Rp8.364.232.761, Rp10.404.655.551 dan Rp6.017.568.031 berdasarkan pada *downtime*.

Kata kunci: *Reliability, Availability, Maintainability, Cost of Unreliability, World Class Key Performance Indicator, Reliability Block Diagram.*

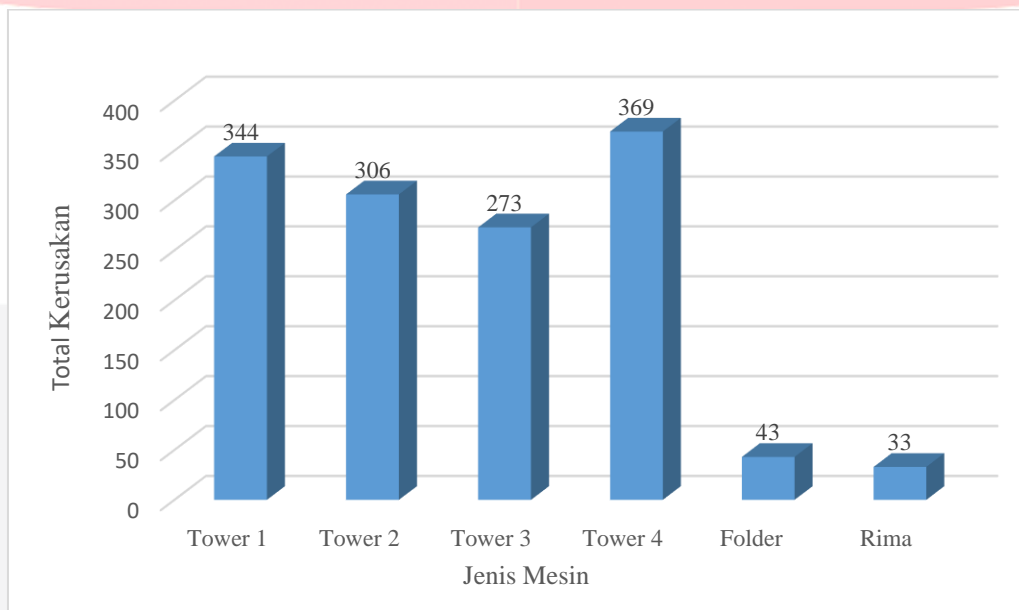
Abstract

PT.XYZ is one of the largest newspaper producing companies in West Java. Every day the company is able to produce nearly 100,000 copies every day. To fulfill daily newspaper orders on time. One way to minimize the losses that might have to be borne by the company is to increase the reliability of the production system itself and the *Cost of Unreliability* to find out how much the costs generated by machine reliability problems. The data in the form of *Mean Time to Repair*, *Mean Time to System Failure* and *Mean Downtime* are useful to assess the performance of the system that works. Then the results of the *Reliability Analysis* of the engine system examined by modeling are performed to determine the critical system using the *Analytical Approach Reliability Block Diagram*, at 78 hours each system has a *Reliability* value of 22%, 23% and 40%. The average value of *Maintainability* of each system at $t = 9$, $t = 6$ and $t = 1$ is 98%, 96% and 85%. The *Inherent Availability* value of each system is 98,530%, 98,135% and 99.592% and the *Operational Availability* value of each system is 99,690%, 99,845 and 100%. Based on the evaluation that has been done by using the world class maintenance *Key Performance Indicator*, indicators from the *leading* and *lagging availability* have reached the given indicator target. The result of the *Cost of Unreliability* calculation shows that the cost of each system caused by unreliability is Rp5.045.527.928, Rp5.128.013.994 and Rp3.693.237.580 and based on *active repair time* Rp8.364.232.761, Rp10.404.655.551 and Rp6.017.568.031 based on *downtime*.

Keywords: *Reliability, Availability & Maintainability, Cost of Unreliability, World Class Key Performance Indicator, Reliability Block Diagram.*

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi surat kabar terbesar di Jawa Barat. Surat kabar atau koran adalah salah satu media informasi yang mudah dijangkau untuk masyarakat dikarenakan mudah untuk diakses dimanapun dan mencakup banyak informasi yang terkait dalam berbagai bidang seperti contohnya dalam bidang kesehatan, olahraga, politik dan sebagainya. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang semakin pesat maka kebutuhan konsumen semakin meningkat sehingga perusahaan memperluas bidang usahanya. Dalam menunjang produksi dibutuhkan perawatan mesin secara rutin agar tidak mengganggu alur proses produksi. Oleh karena itu PT.XYZ memberikan perhatian lebih terhadap kualitas produksi pada fasilitas mesin. Masalah yang sering dialami oleh unit Tower adalah sering terjadinya *error* yang berlebih dengan tingkat kerusakan komponen yang tinggi dikarenakan umur mesin yang sudah tua dan suku cadang yang sudah tidak di produksi lagi serta penggunaan mesin secara terus menerus. Dikarenakan salah satu unit utama PT. XYZ adalah Tower maka perlu perhatian khusus yang diberikan. Gambar 1 merupakan grafik kerusakan mesin Goss Universal 50 selama kurun waktu 3 tahun terakhir.



Gambar 1 Grafik Frekuensi Mesin Tahun 2016 – 2018

Berdasarkan gambar 1 dapat disimpulkan bahwa mesin Tower 4 mempunyai frekuensi kerusakan yang paling tinggi jika dibandingkan dengan mesin lainnya yakni sebesar 369 kali, sehingga sehingga dipilihlah objek penelitian ini adalah unit Tower 4. Untuk mengantisipasi kerusakan yang terjadi pada unit Tower 4 perlu dilakukan analisis kehandalan untuk menentukan *Reliability of System* untuk perbaikan *maintenance* yang lebih efektif dari setiap sistem dengan masing masing subsistem yang ada pada unit Tower 4. Hasil yang didapatkan dari penelitian tersebut adalah untuk mendapatkan usulan dari subsistem yang memiliki risiko yang tinggi akan menghasilkan biaya ketidakhandalan yang tinggi sehingga perlu dianalisa lebih lanjut terhadap perhitungan biaya yang dihasilkan dari ketidakhandalan dengan metode *Cost of Unreliability*.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Manajemen Perawatan

Perawatan didefinisikan sebagai suatu aktivitas untuk menjaga komponen/sistem yang rusak atau akan mengalami kerusakan yang akan dikembalikan/diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu. [1]

2.1.1.1 Preventive Maintenance

Preventive Maintenance adalah bagaimana cara untuk menunjukkan suatu tingkat dengan keadaan hasil yang menunjukkan gejala kerusakan pada suatu alat atau mesin yang mengalami kerusakan cukup parah. [2]

2.1.1.2 Corrective Maintenance

Corrective Maintenance adalah pemeliharaan mesin pada interval waktu yang telah ditentukan sesuai dengan fungsi serta kriteria yang telah ditentukan untuk mengurangi probabilitas kegagalan suatu alat maupun fungsi dari

alat tersebut dan memastikan semua perbaikan harus terverifikasi sebelum mesin atau sistem dikembalikan sesuai dengan fungsinya. [2]

2.1.1.3 Reliability Analysis

Reliability Analysis merupakan metode yang dapat digunakan untuk memperhitungkan tingkat kinerja dari suatu keandalan (*reliability*), ketersediaan (*availability*), kemampuan perawatan (*maintainability*) dari suatu sistem. [3]

A. Reliability

Reliability adalah probabilitas yang mengarah pada komponen atau sistem yang dapat digunakan sesuai fungsi dalam periode waktu tertentu. Menurut [1] Keandalan suatu komponen atau sistem dapat menurun tingkat keandalannya sesuai waktu operasi dan dapat dinyatakan dengan nilai probabilitas *reliability* (R) 0 hingga 1.

1. Distribusi Eksponensial

$$R(T) = e^{-\lambda T}$$

2. Distribusi Normal

$$R(T) = \int_T^{\infty} \frac{1}{\sigma T \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{T - \bar{T}}{\sigma T} \right)^2}$$

3. Distribusi Weibull

$$R(T) = e^{-\left(\frac{T-Y}{\eta}\right)^\beta}$$

B. Availability

Menurut [1] *Availability* adalah fungsi dari siklus waktu sistem yang beroperasi serta waktu *downtime* yang merupakan ukuran keberhasilan sistem operasi dan waktu penggunaan yang tidak ditentukan. *Availability* dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. *Inherent Availability* merupakan ukuran suatu sistem atau komponen yang bekerja pada suatu proses tertentu dinyatakan siap untuk beroperasi pada saat evaluasi dan kondisi lingkungan yang ideal.[1]

$$A_i = \left(\frac{MTSF}{MTSF + MTTR} \right)$$

2. *Operational Availability* merupakan ukuran dari ketersediaan sistem yang mempertimbangkan *system downtime* yang diakibatkan oleh logistik, administrasi, *delay*, *corrective* dan *preventive maintenance*. [1]

$$A_0 = \frac{\text{uptime}}{\text{siklus operasi}}$$

C. Maintainability

Maintainability merupakan peluang suatu sistem atau komponen yang rusak untuk diperbaiki dan dikembalikan pada kondisi kerja yang optimal dalam suatu periode waktu yang telah ditentukan sesuai prosedur *Maintenance* tertentu.

$$M(t) = 1 - \exp\left(-\frac{t}{MTTR}\right)$$

2.1.1.4 Cost of Unreliability

Cost of Unreliability atau biaya dari ketidakandalan merupakan seluruh biaya yang dihasilkan dari seluruh situasi yang disebabkan oleh kegagalan dari suatu alat yang rusak, termasuk dengan biaya yang berhubungan dengan keandalan alat yang buruk. Menurut [4] Untuk menghitung nilai dari biaya keandalan suatu proses digunakan *Cost of Unreliability* yang didapatkan dengan menghitung 3 faktor utama yaitu *failure rate*, *time lost* dan *money lost* mendapatkan gambaran yang membantu peningkatan biaya langsung dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi terutama pada biaya, level masalah dan apa saja masalah yang dapat digambarkan. [5] Menurut [4] perhitungan COUR berdasarkan pada :

$$COUR = DC + IC$$

Keterangan:

COUR = *Cost of Unreliability*

DC = *Direct Cost*

IC = *Indirect Cost*

A. Direct Cost

Direct Cost merupakan biaya langsung yang memiliki *system* sebab-akibat langsung berhubungan dengan keandalan. Penilaian terhadap *Direct Cost* yakni:

$$DC = Ec + Lc + Pc$$

Keterangan:

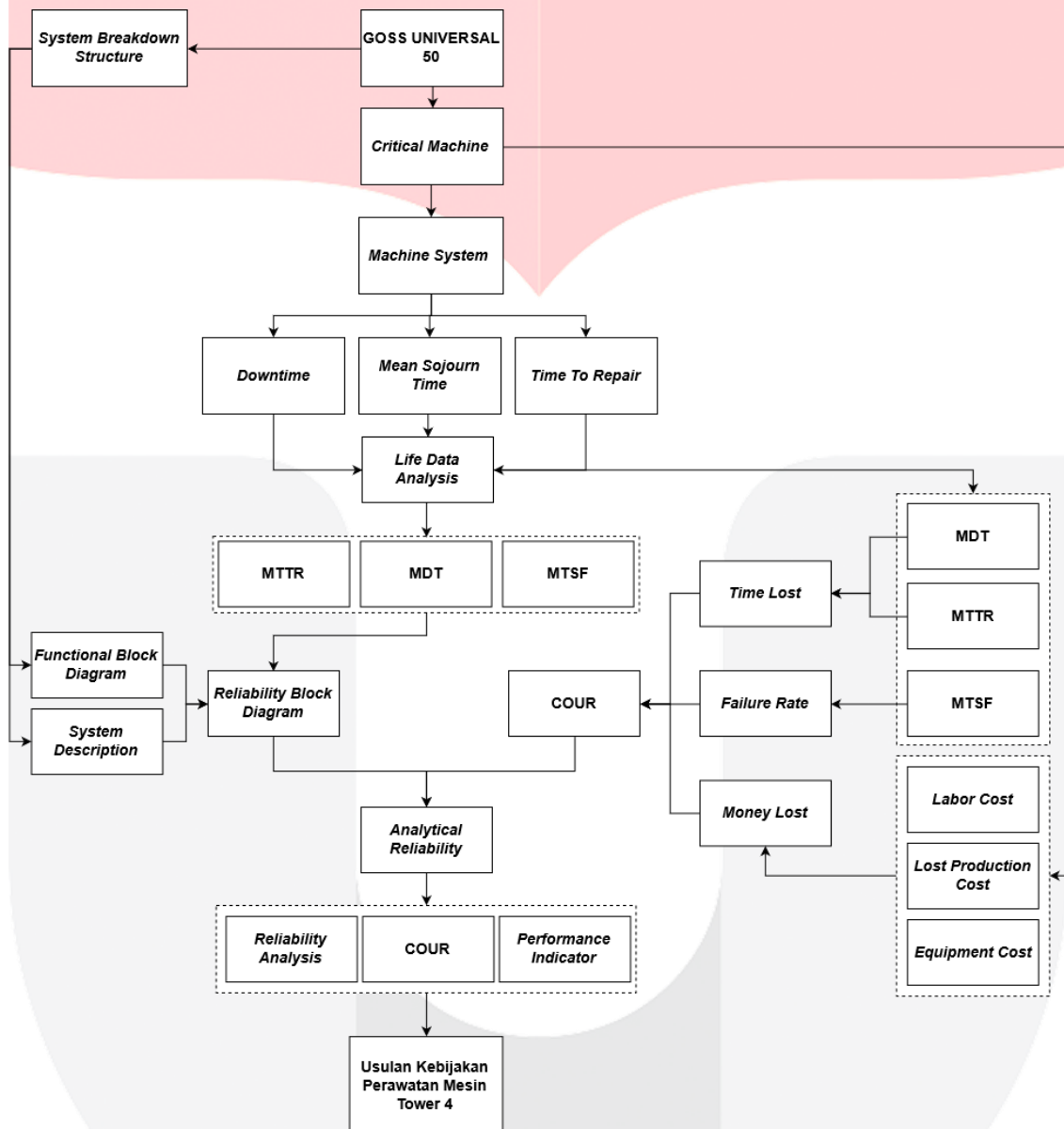
DC = *Direct Cost*

- Ec = Equipment/spare part cost
- Lc = Labor Cost
- Pc = Production Cost

B. Indirect Cost

Adalah biaya tidak langsung yang tidak memiliki hubungan sebab-akibat langsung tetapi dari menghasilkan ketidakandalan yang buruk.

2.2 Model Konseptual

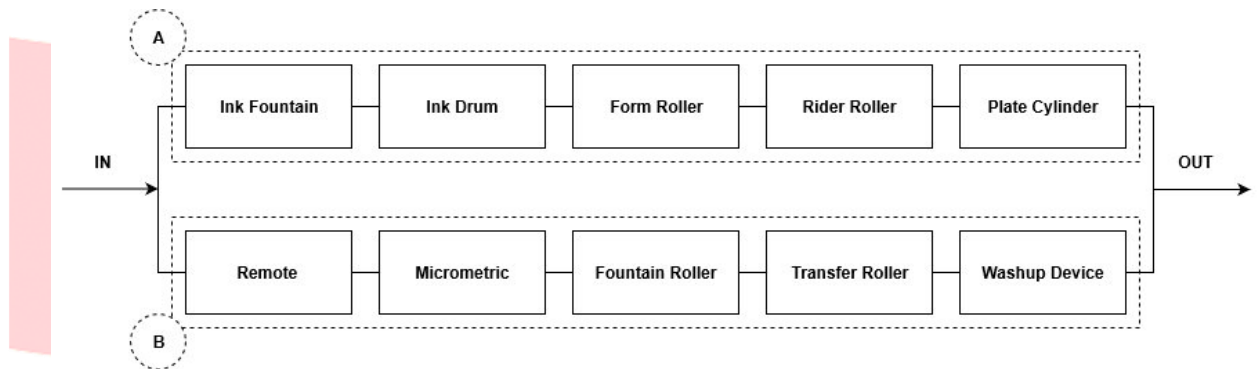


Gambar 2 Model Konseptual

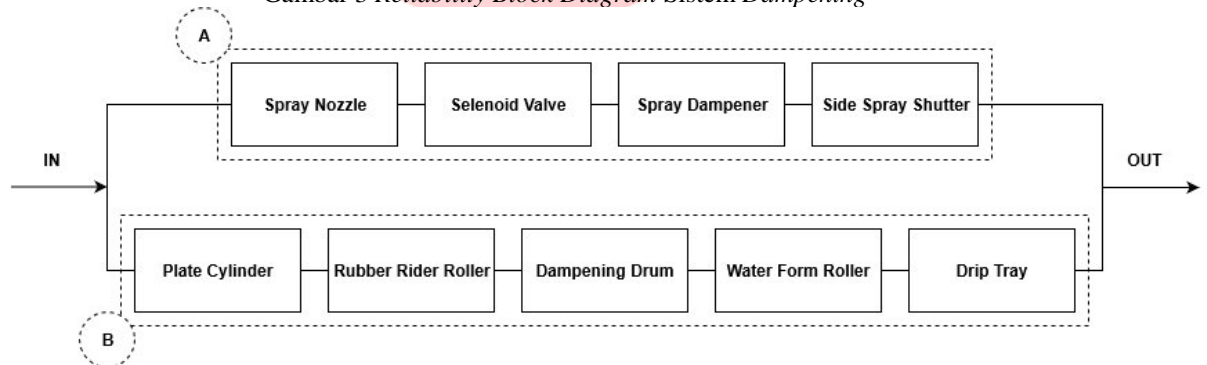
Konsep yang digunakan untuk penelitian kali ini adalah menghitung nilai dari *life data analysis* dengan menggunakan *Anderson-Darling Test* pada Mesin yang diteliti guna menguji seluruh sistem pada mesin yang masing – masing mempunyai nilai *Reliability*. Untuk mendapatkan *Maintenance Existing Time* yang didalamnya terdapat *Downtime*, *Mean Sojourn Time* dan *Time to Repair*. Setelah mendapatkan distribusi yang paling baik dengan menggunakan aplikasi Minitab 18, Microsoft Excel dan Avsim+. Hasil yang didapatkan menggunakan aplikasi tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai dari MDT, MTTR serta MTSF akan digunakan untuk pendekatan *Reliability Analysis* dan penilaian biaya berdasarkan metode COUR.

3. Pembahasan

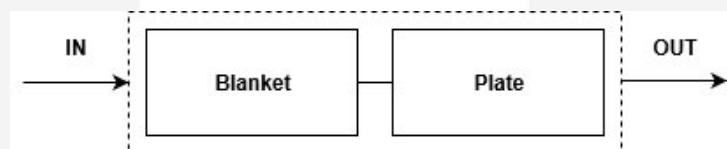
3.1 Permodelan *Reliability Block Diagram* (RBD)



Gambar 3 *Reliability Block Diagram* Sistem Dampening



Gambar 4 *Reliability Block Diagram* Sistem Inking

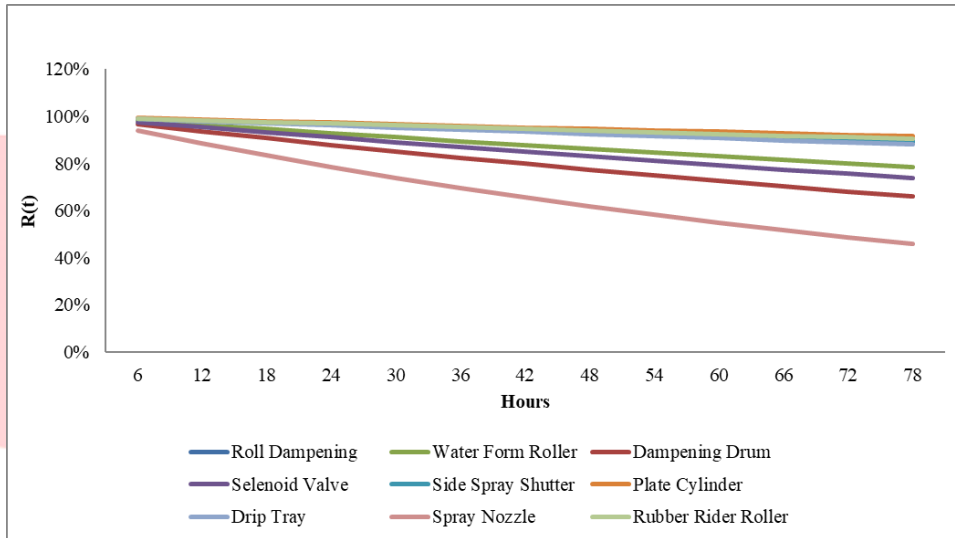


Gambar 5 *Reliability Block Diagram* Sistem Image

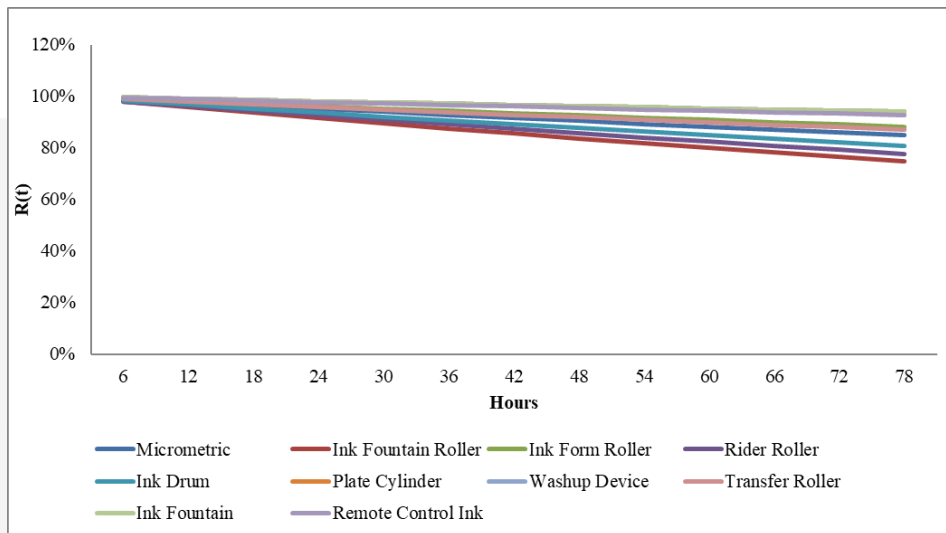
Permodelan sistem dilakukan dengan cara seri apabila salah satu sistem mengalami kerusakan maka menyebabkan mesin tidak bisa digunakan dan akan mengganggu proses produksi.

3.2 Perhitungan *Reliability* dengan *Analytical Approach*

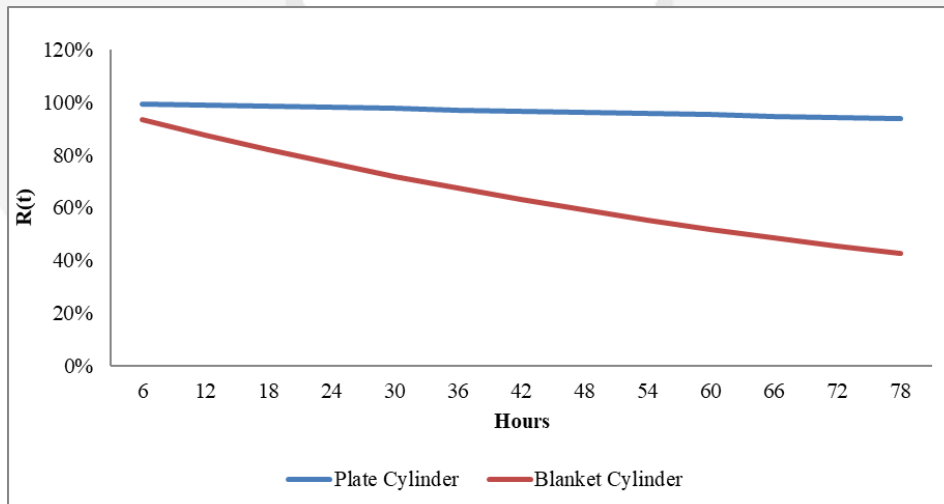
Perhitungan *reliability* dengan *analytical approach* adalah perhitungan kehandalan yang dilakukan dengan menggunakan RBD pada kondisi sistem dengan *frozen state*, yaitu dengan blok yang diketahui hanya karakteristik kerusakan dengan menggunakan parameter MTSF dengan waktu yang diberikan berdasarkan dengan waktu yang konstan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam perhitungan ini adalah perumusan model sistem serta perhitungan *reliability* berdasarkan pada perumusan yang telah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian ini, waktu yang ditentukan adalah antara 6 jam sampai dengan 78 jam, dengan interval 6 jam atau satu hari kerja mesin.



Gambar 6 Analisis Reliability Dampening System Parameter MTSF



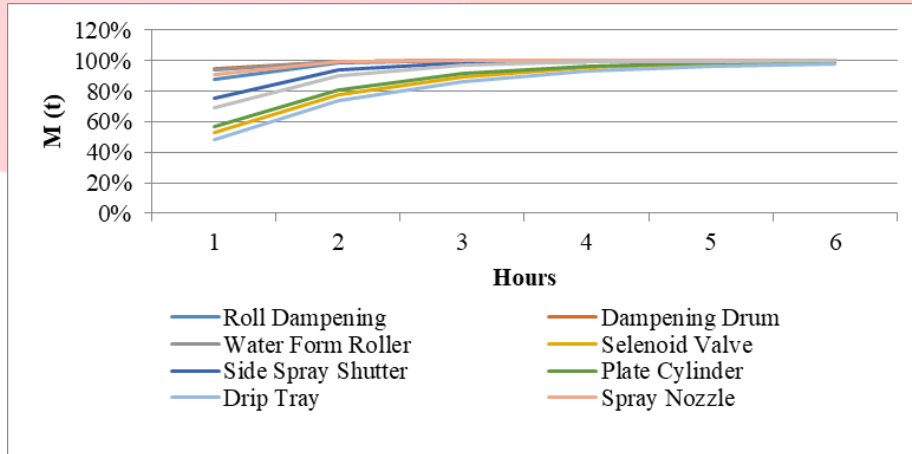
Gambar 7 Analisis Reliability Inking System Parameter MTSF



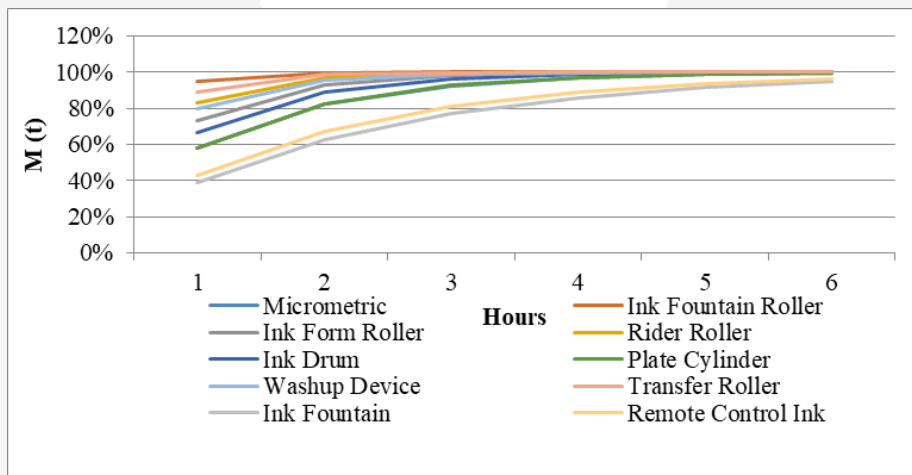
Gambar 8 Analisis Reliability Image System Parameter MTSF

3.3 Perhitungan *Maintainability*

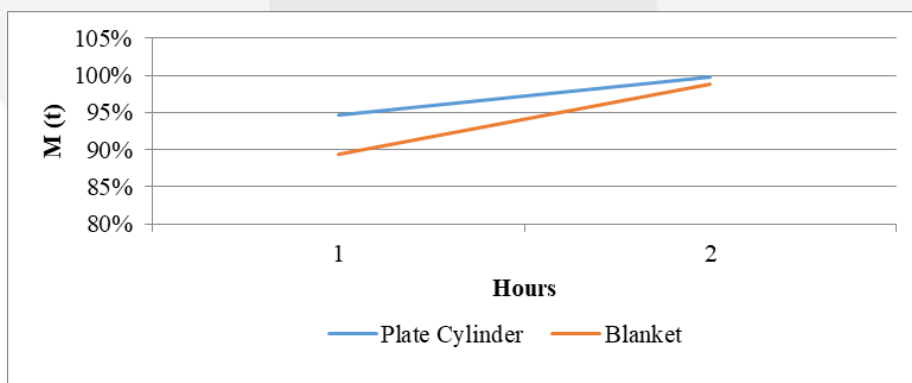
Perhitungan *maintainability* dari setiap equipment pada subsistem kritis dilakukan dengan menggunakan data *Time to Repair* yang dapat merepresentasikan secara jelas seberapa besar peluang untuk memperbaiki setiap *equipment* subsistem kritis dalam setiap sistem yang ber operasi. Pada penelitian ini, jangka waktu yang akan dijadikan sebagai waktu perhitungan adalah dalam jangka waktu 1 jam sampai dengan 6 jam untuk *Inking System* dan *Dampening System* sedangkan *Image System* jangka waktunya adalah 1 jam, dengan menggunakan interval waktu sebesar satu jam. Gambar 9, 10 dan 11 adalah grafik hasil dari perhitungan *maintainability* dari masing-masing sistem.



Gambar 9 *Maintainability Dampening System*



Gambar 10 *Maintainability Inking System*



Gambar 11 *Maintainability Image System*

3.4 Perhitungan Availability dengan Analytical Approach

Perhitungan *reliability* dengan *analytical approach* adalah perhitungan kehandalan yang dilakukan dengan menggunakan RBD pada kondisi sistem dengan *frozen state*, yaitu dengan blok yang diketahui hanya karakteristik kerusakan dengan menggunakan parameter MTSF dengan waktu yang diberikan berdasarkan dengan waktu yang konstan. Pada penelitian ini, waktu yang ditentukan adalah antara 6 jam sampai dengan 78 jam, dengan interval 6 jam atau satu hari kerja mesin.

Inking System			
Subsistem	Inherent Availability	Operational Availability	Performance Indicator (95%)
Micrometric	99.828%	99.965%	Achieved
Ink Fountain Roller	99.913%	99.989%	Achieved
Ink Form Roller	99.913%	99.987%	Achieved
Rider Roller	99.873%	99.978%	Achieved
Ink Drum	99.824%	99.981%	Achieved
Plate Cylinder	99.934%	99.977%	Achieved
Washup Device	99.964%	99.961%	Achieved
Transfer Roller	99.943%	99.857%	Achieved
Ink Fountain	99.884%	99.989%	Achieved
Remote Control Ink	99.877%	99.965%	Achieved
Dampening System			
Subsistem	Inherent Availability	Operational Availability	Performance Indicator (95%)
Roll Dampening	99.952%	99.980%	Achieved
Dampening Drum	99.874%	99.990%	Achieved
Water Form Roller	99.922%	99.989%	Achieved
Solenoid Valve	99.640%	99.977%	Achieved
Side Spray Shutter	99.927%	99.985%	Achieved
Plate Cylinder	99.904%	99.984%	Achieved
Drip Tray	99.829%	99.962%	Achieved
Spray Nozzle	99.701%	99.989%	Achieved
Rubber Rider Roller	99.953%	99.988%	Achieved
Image System			
Subsistem	Inherent Availability	Operational Availability	Performance Indicator (95%)
Blanket Cylinder	99.656%	99.988%	Achieved
Plate Cylinder	99.981%	99.991%	Achieved

Tabel 1 Perhitungan Analytical Availability

3.5 Perhitungan Cost of Unreliability (COUR)

3.5.1 Perhitungan Failure Rate

Dalam melakukan perhitungan *Cost of Unreliability* dibutuhkan data setiap mesin. Data yang digunakan untuk perhitungan *Cost of Unreliability* (COUR) adalah data unit mesin Tower 4 dari bulan Januari 2016 sampai dengan Desember 2018. Biaya yang ada pada COUR telah dikonversikan ke dalam satuan Rupiah (Rp).

Tahap pertama dari perhitungan COUR adalah dengan menghitung tingkat kegagalan unit (*failure rate*). Untuk memperoleh nilai *failure rate* dibutuhkan *study interval*, *number of failures*, dan *mean time to failure*. Pada penelitian ini, *study interval* ditetapkan selama waktu observasi yang dilakukan yaitu selama 6192 jam. *Number of failure* (s) adalah jumlah terjadinya kejadian kerusakan operasional atau biasa disebut dengan *Corrective / Unscheduled Failure* selama waktu observasi (6192 jam). MTSF masing-masing mesin didapatkan dari perhitungan *plotting* distribusi *Mean Sojourn Time* yang telah didapatkan sebelumnya. Nilai *failure rate* diperoleh dengan melakukan pembagian antara nilai *number of failures* dengan nilai *study interval*.

Dampening System					
No	Subsistem	Studi Interval	Number of Failure	Failure Rate	MTSF
1	Roll Dampening	6192	9	0,001453	688
2	Dampening Drum	6192	33	0,005329	187,64
3	Water Form Roller	6192	19	0,003068	325,89
4	Solenoid Valve	6192	24	0,003876	258
5	Side Spray Shutter	6192	9	0,001453	688
6	Plate Cylinder	6192	7	0,001130	884,57
7	Drip Tray	6192	10	0,001615	619,2
8	Spray Nozzle	6192	62	0,010013	99,87
9	Rubber Rider Roller	6192	8	0,001292	774
Inking System					
No	Subsistem	Studi Interval	Number of Failure	Failure Rate	MTSF
1	Micrometric	6192	18	0,002907	344
2	Ink Fountain Roller	6192	35	0,005652	176,914
3	Ink Form Roller	6192	10	0,001615	619,2
4	Rider Roller	6192	13	0,002099	476,308
5	Ink Drum	6192	13	0,002099	476,308
6	Plate Cylinder	6192	5	0,000807	1238,4
7	Washup Device	6192	5	0,000807	1238,4
8	Transfer Roller	6192	11	0,001776	562,909
9	Ink Fountain	6192	5	0,000807	1238,4
10	Remote Control Ink	6192	4	0,000646	1548
Image System					
No	Subsistem	Studi Interval	Number of Failure	Failure Rate	MTSF
1	Blanket Cylinder	6192	68	0,010982	91,059
2	Plate Cylinder	6192	5	0,000807	1238,4

Tabel 2 Hasil Perhitungan *Failure Rate*

3.5.2 Perhitungan *Time Lost*

Tahap kedua dari perhitungan *Cost of Unreliability* (COUR) adalah menghitung nilai *Time Lost* selama waktu observasi. Dengan waktu observasi yang ditentukan selama 6192 jam atau satu tahun, maka dibutuhkan data *failure rate* dan *number of failure* (s) yang telah dihitung sebelumnya, serta *Corrective Time/Failure*. Pada perhitungan *time lost*, akan dilakukan perhitungan terhadap *downtime* dan *corrective time*. Nilai *corrective time/failure* didapatkan dari nilai *Mean Time to Repair* (MTTR) yang merupakan perhitungan distribusi *active repair* yang dilakukan pada unit pada *Corrective Failures*. *Downtime / failure* didapatkan dari nilai *Mean Downtime* (MDT). Nilai *corrective lost time* didapatkan dengan mengalikan nilai *corrective time per failure* dengan *number of failure* (s). Nilai *downtime lost* didapatkan dengan mengalikan nilai *downtime / failure* dengan *number of failure* (s).

No	Subsistem Dampening	Failure Rate	Number of Failure (s)	Corrective Time/Failure	Corrective Lost Time Hrs/Years
1	Roll Dampening	0,001453488	9	0,4699	4,2290
2	Dampening Drum	0,005329457	33	0,3336	11,0097
3	Water Form Roller	0,003068475	19	0,3618	6,8746
4	Solenoid Valve	0,003875969	24	1,3206	31,6933
5	Side Spray Shutter	0,001453488	9	0,7138	6,4245
6	Plate Cylinder	0,001130491	7	1,1980	8,3861
7	Drip Tray	0,001614987	10	1,5003	15,0033
8	Spray Nozzle	0,01001292	62	0,4236	26,2651
9	Rubber Rider Roller	0,00129199	8	0,8549	6,8396
No	Subsistem Inking	Failure Rate	Number of Failure (s)	Corrective Time/Failure	Corrective Lost Time Hrs/Years
1	Micrometric	0,002099483	13	0,3823	4,9703
2	Ink Fountain Roller	0,00371447	23	0,4699	10,8075
3	Ink Form Roller	0,001614987	10	0,8523	8,5232
4	Rider Roller	0,003229974	20	0,3340	6,6795
5	Ink Drum	0,002745478	17	0,3615	6,1450
6	Plate Cylinder	0,000807494	5	0,3056	1,5278
7	Washup Device	0,000807494	5	0,3571	1,7857
8	Transfer Roller	0,001776486	11	0,7116	7,8281
9	Ink Fountain	0,000807494	5	0,4236	2,1178
10	Remote Control Ink	0,000968992	6	0,8083	4,8498
No	Subsistem Image	Failure Rate	Number of Failure (s)	Corrective Time/Failure	Corrective Lost Time Hrs/Years
1	Blanket Cylinder	0,010981912	68	0,449662829	30,577
2	Plate Cylinder	0,000807494	5	0,34	1,7

Tabel 3 Hasil Perhitungan *Corrective Lost Time Hours/Years*

No	Subsistem Dampening	Number of Failure	Failure Rate	Downtime/Failure	DT Lost time Hrs/Years
1	Roll Dampening	9	0.001453488	1.2113	10.9017
2	Dampening Drum	33	0.005329457	0.5985	19.7501
3	Water Form Roller	19	0.003068475	0.6635	12.6071
4	Solenoid Valve	24	0.003875969	1.4063	33.7500
5	Side Spray Shutter	9	0.001453488	0.9178	8.2602
6	Plate Cylinder	7	0.001130491	1.0208	7.1454
7	Drip Tray	10	0.001614987	2.3678	23.6781
8	Spray Nozzle	62	0.01001292	0.6756	41.8860
9	Rubber Rider Roller	8	0.00129199	0.7180	5.7439
No	Subsistem Dampening	Number of Failure	Failure Rate	Downtime/Failure	DT Lost time Hrs/Years
1	Micrometric	13	0.002099483	2.1710	28.223
2	Ink Fountain Roller	23	0.00371447	0.6838	15.728
3	Ink Form Roller	10	0.001614987	0.8106	8.106
4	Rider Roller	20	0.003229974	1.3331	26.661
5	Ink Drum	17	0.002745478	1.1733	19.947
6	Plate Cylinder	5	0.000807494	1.4219	7.109
7	Washup Device	5	0.000807494	2.4013	12.007
8	Transfer Roller	11	0.001776486	8.8604	97.465
9	Ink Fountain	5	0.000807494	0.6838	3.419
10	Remote Control Ink	6	0.000968992	2.1761	13.057
No	Subsistem Dampening	Number of Failure	Failure Rate	Downtime/Failure	DT Lost time Hrs/Years
1	Blanket Cylinder	68	0.010981912	0.7573	51.4953
2	Plate Cylinder	5	0.000807494	0.5567	2.7833

Tabel 4 Hasil Perhitungan Downtime Hours/Years

3.5.3 Perhitungan Money Lost

Tahap ketiga dari perhitungan *Cost of Unreliability* adalah menghitung nilai *money lost*. Untuk mendapatkan perhitungan *money lost* dibutuhkan data *Downtime Lost time* dan *Corrective lost time* yang telah dilakukan sebelumnya, *lost production cost*, *equipment/spare part cost*, dan *labor maintenance cost*. Nilai dari *lost production* didapatkan dari perkalian antara masing-masing *lost time* dengan *loss profit/hour*. *Equipment/spare part cost* didapatkan dengan mengalikan *lost time* dengan biaya *maintenance* perkomponen. *Labor Maintenance Cost* didapatkan dengan mengalikan *lost time* dengan biaya *labor maintenance* per jam sebesar Rp24.478,- yang dapat dihitung berdasarkan dari data upah *engineering*. Nilai dari masing-masing *Cost of Unreliability* dari *corrective time* dan *downtime* didapatkan dengan menjumlahkan nilai *Lost production cost*, *Equipment / Spare part cost*, dan *Labor maintenance cost*.

Dampening System	Corrective Lost Time Hrs/Years	Loss Production Cost	Equipment/Spare Part Cost	Labor Maintenance Cost	Corrective COUR
Spray Dampener Assembly	4,229013733	Rp 145.000.000	Rp 725.875.753	Rp 103.516	Rp 870.979.270
Rubber Rider Roller	16,33191529	Rp 145.000.000	Rp 251.922.747	Rp 399.766	Rp 397.322.513
Dampening Drum	6,333327	Rp 145.000.000	Rp 1.935.623.000	Rp 155.025	Rp 2.080.778.025
Water Form Roller	12,60488128	Rp 145.000.000	Rp 30.741.546	Rp 308.537	Rp 176.050.083
Drip Tray	2,953125	Rp 145.000.000	Rp 41.927.524	Rp 72.285	Rp 186.999.810
Plate Cylinder	5,747677253	Rp 145.000.000	Rp 152.056.336	Rp 140.689	Rp 297.197.026
Side Spray Shutter	7,802011932	Rp 145.000.000	Rp 15.443.354	Rp 190.975	Rp 160.634.329
Spray Nozzle	34,559234	Rp 145.000.000	Rp 537.618.390	Rp 845.928	Rp 683.464.318
Solenoid Valve	8,8436	Rp 145.000.000	Rp 46.886.085	Rp 216.470	Rp 192.102.556
Inking System	Corrective Lost Time Hrs/Years	Loss Production Cost	Equipment/Spare Part Cost	Labor Maintenance Cost	Corrective COUR
Ink Fountain	4,970255581	Rp 145.000.000	Rp 235.354.038	Rp 121.660	Rp 380.475.698
Remote control Ink Key	10,80747954	Rp 145.000.000	Rp 1.785.740.096	Rp 264.541	Rp 1.931.004.638
Ink Fountain Roller	8,523194862	Rp 145.000.000	Rp 201.336.233	Rp 208.628	Rp 346.544.861
Micrometric Roller	6,679515808	Rp 145.000.000	Rp 271.227.105	Rp 163.499	Rp 416.390.604
Transfer Roller	6,144987402	Rp 145.000.000	Rp 175.097.009	Rp 150.415	Rp 320.247.424
Ink Drums	1,52778	Rp 145.000.000	Rp 199.320.183	Rp 37.396	Rp 344.357.579
Ink Form Roller	1,785715	Rp 145.000.000	Rp 2.927.093	Rp 43.710	Rp 147.970.803
Rider Roller	7,828058066	Rp 145.000.000	Rp 20.739.110	Rp 191.612	Rp 165.930.723
Washup Device	2,117776428	Rp 145.000.000	Rp 136.527.443	Rp 51.838	Rp 281.579.281
Plate Cylinder	4,849845	Rp 145.000.000	Rp 648.393.674	Rp 118.713	Rp 793.512.387
Image System	Corrective Lost Time Hrs/Years	Loss Production Cost	Equipment/Spare Part Cost	Labor Maintenance Cost	Corrective COUR
Plate Cylinder	30,57707237	Rp 145.000.000	Rp 3.319.805.273	Rp 748.454	Rp 3.465.553.727
Blanket Cylinder	1,7	Rp 145.000.000	Rp 82.642.242	Rp 41.612	Rp 227.683.854

Tabel 5 Hasil Perhitungan Corrective COUR

<i>Dampening System</i>	<i>Downtime Lost time Hrs/Years</i>	<i>Loss Production Cost</i>	<i>Equipment/Spare Part Cost</i>	<i>Labor Maintenance Cost</i>	<i>Downtime COUR</i>
Spray Dampener Assembly	10,90173535	Rp 145.000.000	Rp 1.871.194.055	Rp 266.849	Rp 2.016.460.904
Rubber Rider Roller	19,75010397	Rp 145.000.000	Rp 304.648.925	Rp 483.436	Rp 450.132.361
Dampening Drum	12,60707	Rp 145.000.000	Rp 3.853.035.640	Rp 308.591	Rp 3.998.344.231
Water Form Roller	15,92472	Rp 145.000.000	Rp 38.838.169	Rp 389.799	Rp 184.227.968
Drip Tray	4,916664	Rp 145.000.000	Rp 69.805.223	Rp 120.348	Rp 214.925.571
Plate Cylinder	7,145381796	Rp 145.000.000	Rp 189.032.983	Rp 174.902	Rp 334.207.885
Side Spray Shutter	9,177976855	Rp 145.000.000	Rp 18.166.949	Rp 224.655	Rp 163.391.604
Spray Nozzle	41,88604978	Rp 145.000.000	Rp 651.597.505	Rp 1.025.271	Rp 797.622.776
Solenoid Valve	11,25	Rp 145.000.000	Rp 59.644.088	Rp 275.373	Rp 204.919.462
<i>Inking System</i>	<i>Downtime Lost time Hrs/Years</i>	<i>Loss Production Cost</i>	<i>Equipment/Spare Part Cost</i>	<i>Labor Maintenance Cost</i>	<i>Downtime COUR</i>
Ink Fountain	28,22301321	Rp 145.000.000	Rp 1.336.430.291	Rp 690.832	Rp 1.482.121.123
Remote control Ink Key	15,72754059	Rp 145.000.000	Rp 2.598.691.004	Rp 384.973	Rp 2.744.075.976
Ink Fountain Roller	8,106174224	Rp 145.000.000	Rp 191.485.307	Rp 198.420	Rp 336.683.727
Micrometric Roller	26,66139946	Rp 145.000.000	Rp 1.082.607.542	Rp 652.608	Rp 1.228.260.149
Transfer Roller	19,94661	Rp 145.000.000	Rp 568.364.346	Rp 488.246	Rp 713.852.592
Ink Drums	7,109360843	Rp 145.000.000	Rp 927.515.155	Rp 174.020	Rp 1.072.689.175
Ink Form Roller	12,00674164	Rp 145.000.000	Rp 19.681.105	Rp 293.896	Rp 164.975.001
Rider Roller	97,46462	Rp 145.000.000	Rp 258.215.959	Rp 2.385.702	Rp 405.601.661
Washup Device	3,419030564	Rp 145.000.000	Rp 220.415.854	Rp 83.690	Rp 365.499.543
Plate Cylinder	13,05654	Rp 145.000.000	Rp 1.745.577.011	Rp 319.593	Rp 1.890.896.604
<i>Image System</i>	<i>Downtime Lost time Hrs/Years</i>	<i>Loss Production Cost</i>	<i>Equipment/Spare Part Cost</i>	<i>Labor Maintenance Cost</i>	<i>Downtime COUR</i>
Plate Cylinder	51,49529764	Rp 145.000.000	Rp 5.590.932.923	Rp 1.260.482	Rp 5.737.193.406
Blanket Cylinder	2,783335	Rp 145.000.000	Rp 135.306.496	Rp 68.129	Rp 280.374.626

Tabel 6 Hasil Perhitungan *Downtime COUR*

4 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data *Reliability Analysis* menggunakan permodelan *Reliability Block Diagram* berdasarkan pada *analytical approach*, pada waktu 78 jam, seluruh sistem masing-masing memiliki nilai *Reliability* (10%) untuk *Dampening System*, (23%) untuk *Inking System* dan (40%) untuk *Image System*. Rata-rata nilai *Maintainability* masing-masing sistem pada $t = 6$ jam untuk *Dampening System* dan *Inking System* dan $t = 2$ jam untuk *Image System* adalah (90%) untuk *Dampening System* (96%) untuk *Inking System* dan (99%) untuk *Image System*. Nilai *Inherent Availability* masing-masing sistem adalah sebesar 98,135% untuk *Dampening System*, 98,530% untuk *Inking System* dan 99,592% untuk *Image System* dan nilai *Operational Availability* sebesar 98,94%. Berdasarkan pada evaluasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *World Class Maintenance Key Performance Indicator*, indikator dari *leading* dan *lagging availability* sudah mencapai target indikator yang diberikan. Hasil perhitungan *Cost of Unreliability* didapatkan biaya yang disebabkan oleh ketidakhandalan setiap sistem yang pertama adalah *Dampening System* sebesar Rp5.045.527.929 berdasarkan *Active Repair Time* dan Rp8.364.232.762 berdasarkan pada *Downtime*. Sedangkan *Inking System* sebesar Rp5.128.013.995 berdasarkan *Active Repair Time* dan Rp10.404.655.552 berdasarkan pada *Downtime*. Dan sistem yang terakhir yaitu *Image System* sebesar Rp3.693.237.580 berdasarkan *Active Repair Time* dan Rp6.017.568.031 berdasarkan pada *Downtime*.

Daftar Pustaka

- [1] Ebeling, "Charles Ebeling - An Introduction To Reliability and Maintainability Engineering (1996, McGraw-Hill)." 1996.
- [2] R. Smith and R. K. Mobley, "Chapter 17 - MTBF User Guide: Measuring Mean Time between Failures," *Rules Thumb Maint. Reliab. Eng.*, pp. 283–284, 2008.
- [3] A. Ebrahimi, "Effect analysis of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS) Parameters in design and operation of Dynamic Positioning (DP) systems in floating offshore structures," *Master Thesis Writ. KTH, R. Inst. Technol. Sch. Ind. Eng.*, no. October, 2010.
- [4] 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.
- [5] I. Praesita and J. Alhilman, "PENILAIAN KINERJA BERBASIS RELIABILITY PADA CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 (CCM 3) PT KRAKATAU STEEL (Persero) Tbk MENGGUNAKAN METODE RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY DAN," vol. 3, no. Ccm 3, pp. 1–6, 2016.