

PENILAIAN KINERJA BERBASIS *RELIABILITY* PADA *CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 (CCM 3)* PT KRAKATAU STEEL (Persero) Tbk MENGGUNAKAN METODE *RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY (RAM)* DAN *COST OF UNRELIABILITY (COUR)*

PERFORMANCE ASSESSMENT BASED ON RELIABILITY AT CONTINUOUS CASTING MACHINE 3 (CCM 3) IN PT KRAKATAU STEEL (PERSERO) Tbk USING RELIABILITY AVAILABILITY MAINTAINABILITY (RAM) METHOD AND COST OF UNRELIABILITY (COUR) METHOD

Ika Praesita¹, Judi Alhilman², Nopendri³

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

¹ika.praesita@gmail.com, ²judi.alhilman@gmail.com, ³nopendri@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Industri baja merupakan industri strategis yang digunakan sebagai bahan baku penting bagi industri-industri secara keseluruhan, baik untuk infrastruktur, produksi barang modal, alat transportasi, otomotif, hingga persenjataan. *World Steel Association* mencatat, konsumsi baja per kapita pada tahun 2014, Indonesia mencapai 62,2 kg/kapita, namun angka tersebut masih tergolong rendah. Pemerintah Indonesia saat ini sadar akan hal tersebut dan merencanakan akan meningkatkan konsumsi baja nasional. Salah satu cara dalam mengurangi kerugian yang terjadi adalah dengan meningkatkan RAM (*Reliability, Availability, Maintainability*) dari mesin CCM 3. Dalam perhitungan RAM digunakan pemodelan RBD (*Reliability Block Diagram*) untuk mempermudah pemahaman terhadap sistem. Biaya yang dihasilkan dari masalah RAM dapat diketahui dengan menggunakan metode COUR (*Cost of Unreliability*). Hasil pengolahan data menggunakan RAM dengan pemodelan RBD didapatkan nilai *reliability system* sebesar 28,44% pada $t = 936$ dan nilai *maintainability* mesin sebesar 100% minimal membutuhkan waktu 13 jam. Dengan nilai *inherent availability* sebesar 99,47% dan *operational availability* sebesar 99,44%. Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan dengan menggunakan kebijakan perusahaan dan *Key Performance Indicator* IVARA, indikator *availability* telah mencapai target indikator yang diberikan. Dari hasil perhitungan menggunakan RAM didapatkan nilai COUR sebesar Rp 5.031.295.257,00 berdasarkan pada *downtime* atau *corrective time*.

Kata Kunci : *Availability, Cost of Unreliability, Key Performance Indicator, Maintainability, Reliability, Reliability Block Diagram*

Abstract

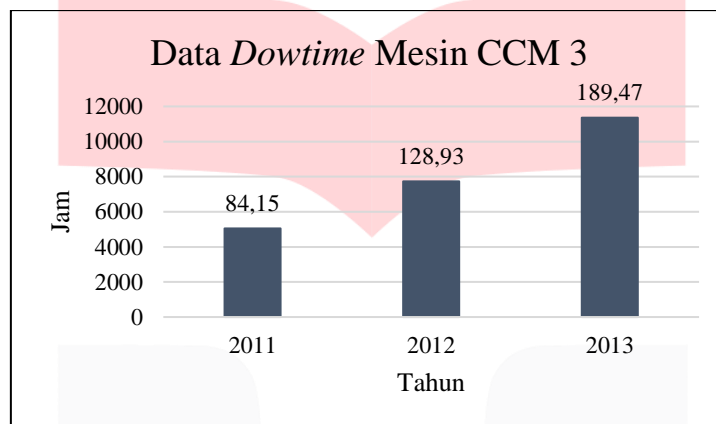
Steel industry is a strategic industry that is used as an important raw material for industries as a whole, for infrastructure, production of capital goods, transportation, automotive, and weaponry. World Steel Association noted, per capita steel consumption in 2014, Indonesia reached 62,2 kg / capita, but the number is still relatively low. The Indonesian government is now aware of this and plans to increase national steel consumption. One way to minimize losses incurred by a company is to increase RAM (Reliability, Availability, and Maintainability) from a CCM 3 machine. In RAM calculations used RBD (Reliability Block Diagram) modelling to facilitate understanding of the system. Costs generated from RAM problems can be determined using the COUR method. The results of data processing using RAM with RBD modeling obtained the value of system reliability is 28.44% at $t = 936$ hours and the value of machine maintainability of 100% at least takes 13 hours. With the value of inherent availability is 99,47% and operational availability is 99,44%. Based on the evaluation that has been done by using company policy and Key Performance Indicator IVARA have reached the target indicator given. From the calculation results using RAM obtained COUR value is Rp 5.031.295.257,00 based on downtime or corrective time.

Keywords : *Availability, Cost of Unreliability, Key Performance Indicator, Maintainability, Reliability, Reliability Block Diagram*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

PT Krakatau Steel (Persero) Tbk merupakan perusahaan baja terpadu dan terbesar di Indonesia. PT Krakatau Steel memiliki kapasitas produksi baja hingga 3,15 juta ton [1]. Sebagai salah satu perusahaan besi baja terbesar di Indonesia, PT Krakatau Steel (Persero) Tbk mendapatkan banyak permintaan dari dalam dan luar negeri. Oleh karena itu, PT Krakatau Steel (Persero) Tbk selalu berusaha keras untuk menjaga kredibilitas perusahaannya agar tidak terdapat komplain dari konsumen. Hal ini dilakukan di semua pabrik yang ada di PT Krakatau Steel (Persero) Tbk, salah satu pabriknya yaitu pabrik baja *slab*. Namun, saat ini SSP (*Slab Steel Plant*) sedang tidak beroperasi dikarenakan mahalnya bahan baku yang hampir sama dengan biaya *import* baja slab. Kondisi tersebut tidak membuat aktivitas di SSP menjadi berhenti, seperti kegiatan *preventive maintenance* yang dilakukan agar mesin selalu berada pada kondisi baik. Mesin-mesin yang digunakan pada proses produksi dalam SSP 1 dan SSP 2 ini hampir semua sudah pernah dilakukan *revitalization* atau *upgrade*. Berdasarkan hasil wawancara dengan Bapak Jefry Alfiansyah selaku kepala bagian *maintenance* di SSP, terdapat satu mesin yang belum pernah dilakukan *revitalization* atau *upgrade*, yaitu mesin CCM (*Continuous Casting Machine*) 3 [2].



Gambar 1 Data *Downtime* Mesin CCM 3

Sumber: PT Krakatau Steel (Persero) Tbk

Pada Gambar 1.2 dapat dilihat bahwa angka *downtime* yang terjadi pada mesin CCM 3 mencapai tingkat tertinggi pada tahun 2013, yang berarti sebagian besar proses produksi di mesin CCM 3 tidak berjalan sesuai rencana dan tentunya menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Angka *downtime* yang terjadi diakibatkan oleh subsistem yang tidak bekerja dengan seharusnya. Hal ini dikarenakan belum adanya *maintenance* yang efektif untuk menanggulangi masalah tersebut. Apabila terjadi gangguan pada mesin CCM 3 seluruh proses harus berhenti, hal tersebut menyebabkan kerugian terutama dalam hal *revenue* yang akan didapat oleh perusahaan. Maka dari itu, perlu adanya perhatian khusus pada mesin CCM 3 untuk mengetahui performansi kerja dilihat dari RAM dan COUR untuk mengetahui seberapa besar biaya yang dikeluarkan akibat masalah RAM.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan diangkat sebagai bahan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai *Reliability*, *Availability* dan *Maintainability* dari subsistem mesin CCM 3 PT Krakatau Steel (Persero) Tbk?
2. Berapa nilai *Cost of Unreliability* pada subsistem mesin CCM 3 PT Krakatau Steel (Persero) Tbk?
3. Bagaimana *Performance Indicator* pada subsistem mesin CCM 3 PT Krakatau Steel (Persero) Tbk?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat, maka dapat ditentukan tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai *Reliability*, *Availability* dan *Maintainability* dari subsistem mesin CCM 3 PT Krakatau Steel (Persero) Tbk.
2. Menentukan nilai *Cost of Unreliability* pada subsistem mesin CCM 3 PT Krakatau Steel (Persero) Tbk.
3. Menentukan *Performance Indicator* pada subsistem mesin CCM 3 PT Krakatau Steel (Persero) Tbk.

2. Dasar Teori

2.1 RAM

RAM adalah sebuah metode yang digunakan untuk memprediksi nilai *reliability*, *availability*, dan *maintainability* suatu sistem atau *equipment* dan sebagai alat untuk memberikan dasar untuk optimasi dari sistem atau *equipment* tersebut. Indikator kinerja utama dari RAM adalah *availability* yang merupakan bagian dari waktu saat sistem tersebut berfungsi secara penuh. Umumnya pada sistem yang kompleks, sistem tersebut dibagi menjadi beberapa subsistem, sehingga dapat diperiksa lebih detail dan dapat diberikan perubahan-perubahan lebih rinci untuk mengoptimalkan kinerja dari keseluruhan sistem. Selain itu, RAM juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi subsistem yang kritis dan sensitif dalam sistem produksi, yang dapat memberikan efek besar pada kinerja sistem.

2.1.1 Reliability

Reliability merupakan probabilitas bahwa suatu komponen atau sistem akan menjalankan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi [3]. Nilai keandalan suatu komponen maupun sistem biasanya dinyatakan dalam bentuk probabilitas atau peluang, dengan nilai R (*Reliability*) antara 0 – 1. Keandalan dari sebuah komponen dapat menurun sesuai dengan bertambahnya waktu.

1. Distribusi Eksponensial

$$R(T) = e^{-\lambda T} \quad (1)$$

2. Distribusi Normal

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

3. Distribusi Weibull

$$R(T) = e^{-\left(\frac{T-\gamma}{\eta} \right)^\beta} \quad (3)$$

2.1.2 Availability

Availability didefinisikan sebagai suatu ukuran waktu yang dibutuhkan bagi suatu sistem untuk benar-benar beroperasi [4]. *Availability* dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu sistem beroperasi sesuai fungsinya dalam suatu waktu tertentu dalam kondisi operasi yang telah ditetapkan [3]. *Availability* merupakan fungsi dari suatu siklus waktu operasi (*reliability*) dan waktu *downtime* (*maintainability*) dan merupakan ukuran keberhasilan suatu sistem untuk melaksanakan misi operasi tertentu saat waktu pemanggilan sistem tidak ditentukan.

1. Inherent Availability

Inherent availability merupakan ukuran kesiapan suatu sistem saat dievaluasi dalam kondisi lingkungan yang ideal [3]. *Inherent availability* dapat dihitung berdasarkan persamaan di bawah ini:

$$A_I = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad (4)$$

2. Operational Availability

Operational availability merupakan ukuran *availability* sistem yang mempertimbangkan seluruh jenis *downtime*, seperti *downtime* yang diakibatkan oleh logistik, administrasi, *delay*, *corrective*, dan *preventive maintenance* [3]. *Operational availability* dapat ditentukan berdasarkan persamaan di bawah ini:

$$A_o = \frac{\text{uptime}}{\text{siklus operasi}} \quad (5)$$

2.1.3 Maintainability

Maintainability adalah peluang suatu sistem atau komponen yang rusak dikembalikan ke fungsi awal komponen atau sistem dalam suatu periode waktu yang telah disepakati dan dilakukan dengan prosedur perawatan tertentu [1].

$$M(t) = 1 - \exp\left(-\frac{t}{MTTR}\right) \quad (6)$$

2.1.4 Maintenance Performance Indicator

Pengukuran kinerja merupakan prinsip dasar dalam sebuah manajemen. Hal ini penting karena dapat mengidentifikasi perbedaan antara kinerja saat ini dengan kinerja yang diinginkan, dan memberikan indikasi atas pengurangan perbedaan tersebut. Sebagai hasil dari beberapa perhitungan, *performance indicator* dapat digunakan dalam kegiatan perawatan, yang dinamakan *Maintenance Performance Indicator*. Indikator kinerja ini biasanya digunakan untuk mengurangi *downtime*, biaya dan *waste*, beroperasi lebih efisien, dan meningkatkan kapasitas operasi. Indikator kinerja dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu *Leading Indicator* atau *Lagging Indicator*.

Leading Indicator sebagai indikator kinerja *availability* yang telah direncanakan sebelumnya (*scheduled maintenance*) dan *lagging Indicator* sebagai cara perhitungan nilai *availability* sistem *existing* dari data kerusakan masa lalu [3].

2.2 COUR

Menurut Vicente (2012), COUR berarti seluruh biaya yang merupakan hasil dari seluruh situasi yang berhubungan dengan masalah kegagalan realibilitas, dan termasuk juga semua biaya yang berhubungan dengan program keandalan yang buruk dan pekerjaan perawatan yang buruk. COUR mempelajari fasilitas produksi sebagai suatu jaringan untuk sistem keandalan, dan biaya yang terjadi saat sistem gagal untuk melakukan pekerjaannya. Sebagai usaha bagi *top management*, COUR menghasilkan penerimaan, dan partisipasi dari karyawan dalam semua level organisasi.

3. Pembahasan

Data kerusakan yang digunakan pada penelitian ini adalah data kerusakan Januari 2011 — Desember 2013. Penentuan distribusi pada data *Time to Failure*, *Downtime*, dan *Time to Repair* dilakukan dengan menggunakan uji Anderson-Darling (AD). Semakin kecil nilai AD maka distribusi tersebut semakin mewakili distribusi terhadap penyebaran data tersebut. Nilai P-Value digunakan untuk mengetahui suatu hipotesis ditolak atau diterima dengan ketentuan H_0 ditolak jika $P\text{-Value} < \alpha$. Setelah penentuan distribusi maka dilakukan plotting distribusi untuk menentukan nilai parameter. Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan distribusi terpilih dan nilai parameter.

Tabel 1 Distribusi Terpilih dan Parameter *Time to Failure*

Subsistem	Distribusi Terpilih	Parameter	
		η	β
<i>Ladle Turret</i>	Weibull	2366,32	4,43715
<i>Tundish Car</i>	Weibull	4278,78	9,79755
<i>Mould</i>	Weibull	996,902	5,30505
<i>Segment</i>	Weibull	1179,7	7,00783
TCM	Weibull	1089,82	7,33381

Tabel 2 Distribusi Terpilih dan Parameter *Downtime* dan *Time to Repair*

Subsistem	Distribusi Terpilih	Parameter	
		η	β
<i>Ladle Turret</i>	Weibull	1,47078	3,03943
<i>Tundish Car</i>	Weibull	1,96212	2,39291
<i>Mould</i>	Weibull	1,67772	3,47518
<i>Segment</i>	Weibull	1,68660	2,98575
TCM	Weibull	1,40197	3,18123

3.1 Perhitungan *Reliability*

Perhitungan *reliability* yang dilakukan pada sistem CCM 3 menggunakan data permodelan RBD agar dapat melihat hubungan antar subsistem. Permodelan RBD pada sistem CCM 3 termasuk sistem seri, karena apabila terdapat satu subsistem yang tidak bekerja maka subsistem lainnya akan berhenti. Waktu yang digunakan pada perhitungan *reliability* antara 24 — 936 jam dengan interval 24 jam dan didapatkan hasil *reliability system* pada $t = 936$ sebesar 28,44%. Perhitungan *reliability* dapat dilihat pada Tabel 3 dan nilai *reliability system* antara 24 — 936 jam dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3 Perhitungan *Reliability*

<i>t (hours)</i>	<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>	<i>Reliability System</i>
24	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
48	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
72	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
96	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
120	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
144	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
168	100,00%	100,00%	99,99%	100,00%	100,00%	99,99%
192	100,00%	100,00%	99,98%	100,00%	100,00%	99,98%
216	100,00%	100,00%	99,97%	100,00%	100,00%	99,97%

Tabel 4 *Reliability System*

<i>t (hours)</i>	<i>Reliability System</i>	<i>t (hours)</i>	<i>Reliability System</i>	<i>t (hours)</i>	<i>Reliability System</i>
24	100%	336	99,64%	648	86,76%
48	100%	360	99,47%	672	83,91%
72	100%	384	99,25%	696	80,64%
96	100%	408	98,96%	720	76,93%
120	100%	432	98,57%	744	72,76%
144	100%	456	98,08%	768	68,14%
168	99,99%	480	97,45%	792	63,11%
192	99,98%	504	96,66%	816	57,70%
216	99,97%	528	95,68%	840	52,00%
240	99,94%	552	94,49%	864	46,09%
264	99,90%	576	93,03%	888	40,11%
288	99,84%	600	91,28%	912	34,18%
312	99,76%	624	89,20%	936	28,44%

3.2 Perhitungan *Maintainability*

Perhitungan *maintainability* dilakukan dengan menggunakan data *Time to Repair* dan didapatkan *maintainability* dari setiap subsistem pada sistem CCM 3. Waktu yang digunakan pada perhitungan *maintainability* antara 1–13 jam dengan interval satu jam. Hasil perhitungan *maintainability* sistem CCM 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perhitungan *Maintainability*

<i>t (hours)</i>	<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>
1	53,28%	43,73%	48,45%	48,53%	54,91%
2	78,17%	68,33%	73,43%	73,50%	79,67%
3	89,80%	82,18%	86,30%	86,36%	90,84%
4	95,23%	89,97%	92,94%	92,98%	95,87%
5	97,77%	94,36%	96,36%	96,39%	98,14%
6	98,96%	96,82%	98,12%	98,14%	99,16%
7	99,51%	98,21%	99,03%	99,04%	99,62%
8	99,77%	98,99%	99,50%	99,51%	99,83%
9	99,89%	99,43%	99,74%	99,75%	99,92%
10	99,95%	99,68%	99,87%	99,87%	99,97%
11	99,98%	99,82%	99,93%	99,93%	99,98%
12	99,99%	99,90%	99,96%	99,97%	99,99%
13	99,99%	99,94%	99,98%	99,98%	100,00%

3.3 Perhitungan *Availability*

Perhitungan *availability* yang dilakukan pada sistem CCM 3 menggunakan data permodelan RBD agar dapat melihat hubungan antar subsistem. Perhitungan *availability* dibagi menjadi dua, yaitu *inherent availability* dan *operational availability*.

3.3.1 Perhitungan *Inherent Availability*

Perhitungan *inherent availability* menggunakan data *Time to Repair* dan *Time to Failure* dengan menggunakan permodelan RBD. Perhitungan *inherent availability* dari setiap subsistem pada sistem CCM 3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 6 *Inherent Availability*

<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>	<i>Availability System</i>
99,94%	99,96%	99,84%	99,86%	99,88%	99,47%

3.3.2 Perhitungan *Operational Availability*

Perhitungan *operational availability* menggunakan data *operational time* dan *downtime* dengan menggunakan permodelan RBD. Perhitungan *operational availability* dari setiap subsistem pada sistem CCM 3 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 7 *Operational Availability*

<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>	<i>Availability System</i>
99,93%	99,95%	99,83%	99,86%	99,87%	99,44%

Berdasarkan target perusahaan untuk *availability* adalah 85% dan target berdasarkan *Key Performance Indicator* IVARA adalah 95%, dapat dikatakan bahwa *inherent availability* sebagai *leading indicator* dan *operational availability* sebagai *lagging indicator* sudah mencapai target. Hal ini dapat ditunjukkan dengan nilai dari semua subsistem yang lebih dari 85% dan 95% untuk perhitungan secara analitis.

3.4 Perhitungan *Cost of Unreliability*

Perhitungan COUR dilakukan dalam tiga tahap perhitungan, yaitu perhitungan *failure rate*, perhitungan *time lost*, dan perhitungan *money lost*.

3.4.1 Perhitungan *Failure Rate*

Tahap pertama dalam perhitungan COUR adalah menentukan nilai *failure rate* dari masing-masing subsistem pada sistem CCM 3. Berdasarkan perhitungan *failure rate* yang dapat dilihat pada pengolahan data dapat disimpulkan bahwa semakin besar *number of failure*, maka akan semakin besar juga nilai *failure rate*-nya, begitu pula sebaliknya.

Tabel 8 Perhitungan *Failure Rate*

	<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>
<i>Study Interval</i>	25200	25200	25200	25200	25200
<i>Number of Failures</i>	13	7	29	24	26
MTBF (jam)	2157,68	4067,07	918,45	1103,60	1021,90
Failure Rate	0,0463%	0,0246%	0,1089%	0,0906%	0,0979%

3.4.2 Perhitungan *Time Lost*

Tahap kedua dalam perhitungan COUR adalah mencari nilai *time lost* dari seluruh kegagalan yang terjadi selama observasi dilakukan. *Time lost* digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi yang menyebabkan hilangnya waktu operasional produksi, sehingga perusahaan mengalami kerugian dan tidak memperoleh pendapatan dari produksi yang telah dilakukan. *Time lost* dihitung dari dua data waktu yaitu berdasarkan *time lost corrective time* dan *time lost downtime*. Namun, pada penelitian ini data waktu yang dimiliki adalah *downtime* dan data *time to repair* yang diasumsikan sama dengan *downtime*.

Tabel 9 Perhitungan *Corrective Time Lost*

	<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>
Failure Rate	0,0463%	0,0246%	0,1089%	0,0906%	0,0979%
<i>Number of Failures</i>	13	7	29	24	26
Corrective Time/Failure (MTTR)	1,3141	1,7393	1,5090	1,5058	1,2553
Corrective Lost Time Hours/3 years	17,0838	12,1750	43,7597	36,1388	32,6384

Tabel 10 Perhitungan *Downtime Lost Time*

	<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>
<i>Failure Rate</i>	0,0463%	0,0246%	0,1089%	0,0906%	0,0979%
<i>Number of Failures</i>	13	7	29	24	26
<i>Downtime/Failure (MTTR)</i>	1,3141	1,7393	1,5090	1,5058	1,2553
<i>Downtime Hours/3 years</i>	17,0838	12,1750	43,7597	36,1388	32,6384

3.4.3 Perhitungan *Money Lost*

Tahap ketiga dalam perhitungan COUR adalah mencari nilai *money lost*. Perhitungan *money lost* digunakan untuk membantu mengidentifikasi masalah mengenai hilangnya pendapatan maupun pengeluaran biaya yang dikeluarkan karena terjadi masalah kehandalan.

Tabel 11 *Money Lost* Berdasarkan *Corrective Time*

	<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>
<i>Corrective Lost Time (Hrs/3 Years)</i>	17,08381966	12,17503142	43,75972693	36,13884014	32,63839555
<i>Lost Production Cost</i>	Rp 597.933.688,00	Rp 426.126.099,00	Rp 1.531.590.442,00	Rp 1.264.859.405,00	Rp 1.142.343.844,00
<i>Equipment / Sparepart Cost</i>	Rp 2.318.842,00	Rp 2.225.897,00	Rp 5.496.767,00	Rp 4.649.861,00	Rp 3.669.408,00
<i>Labor Maintenance Cost</i>	Rp 1.245.752,00	Rp 887.803,00	Rp 3.190.959,00	Rp 2.635.244,00	Rp 2.379.991,00
<i>Corrective COUR</i>	Rp 601.498.283,00	Rp 429.239.800,00	Rp 1.540.278.169,00	Rp 1.272.144.510,00	Rp 1.148.393.244,00

Tabel 12 *Money Lost* Berdasarkan *Downtime*

	<i>Ladle Turret</i>	<i>Tundish Car</i>	<i>Mould</i>	<i>Segment</i>	<i>TCM</i>
<i>Downtime Lost Time (Hrs/3 Years)</i>	17,08381966	12,17503142	43,75972693	36,13884014	32,63839555
<i>Lost Production Cost</i>	Rp 597.933.688,00	Rp 426.126.099,00	Rp 1.531.590.442,00	Rp 1.264.859.405,00	Rp 1.142.343.844,00
<i>Equipment / Sparepart Cost</i>	Rp 2.318.842,00	Rp 2.225.897,00	Rp 5.496.767,00	Rp 4.649.861,00	Rp 3.669.408,00
<i>Labor Maintenance Cost</i>	Rp 1.245.752,00	Rp 887.803,00	Rp 3.190.959,00	Rp 2.635.244,00	Rp 2.379.991,00
<i>Downtime COUR</i>	Rp 601.498.283,00	Rp 429.239.800,00	Rp 1.540.278.169,00	Rp 1.272.144.510,00	Rp 1.148.393.244,00

4. Kesimpulan

Perhitungan RAM dengan menggunakan pemodelan RBD agar dapat melihat hubungan antar subsistem. Berdasarkan perhitungan *reliability* 24 – 936 jam dengan interval 24 jam dan didapatkan hasil *reliability system* pada $t = 936$ sebesar 28,44%. Waktu minimal subsistem mencapai kondisi awal dengan nilai *maintainability* sebesar 100% adalah 13 jam. Nilai *inherent availability* sistem CCM 3 sebesar 99,47% dan nilai *operational availability* sistem CCM 3 sebesar 99,44%. Berdasarkan *Key Performance Indicator* IVARA, indikator dari *leading* dan *lagging availability* sudah mencapai target indikator sebesar 95%. Biaya yang dihasilkan oleh masalah RAM sebesar Rp 5.031.295.257,00 berdasarkan pada *downtime* atau *corrective time*.

Daftar Pustaka:

- [1] Kemenperin, "Industri Baja Bangkit Tahun ini," 2016. [Online]. Available: <http://www.kemenperin.go.id/artikel/15400/Industri-Baja-Bangkit-Tahun-Ini>.
- [2] J. A. Interviewee, *Keadaan Mesin SSP 2*. [Interview]. Desember 2016.
- [3] C. E. Ebeling, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, The McGraw-Hill Companies, 1997.
- [4] J. Moubray, *Reliability Centered Maintenance Second Edition*, Industrial Press Inc, 1997.
- [5] F. Vicente, "Assesing the Cost of Unreliability in Gas Plant to Have a Sustainable Operation," *Scholarly Articles*, 2012.
- [6] PT Krakatau Steel (Persero) Tbk., "Annual Report PT Krakatau Steel (Persero) Tbk.," 2016.
- [7] V. S. Asih, *Performance Assessment Berbasis Reliability pada Base Transceiver Station (BTS) Menggunakan Reliability, Availability, Maintainability Analysis dan Cost of Unreliability*, Bandung: Telkom University, 2015.
- [8] E. S. Sujatman, *Performance Assessment Berbasis Reliability Menggunakan Metode Reliability, Availability, Maintainability (RAM) dan Cost of Unreliability (COUR) pada Mesin Cincinnati Milacron di Direktorat Aerostructure PT Dirgantara Indonesia*, Bandung: Telkom University, 2016.