

**USULAN INTERVAL WAKTU PERAWATAN DAN PENILAIAN BIAYA  
KETIDAKANDALAN EXCAVATOR KOBELCO SK200 MENGGUNAKAN METODE  
RISK BASED MAINTENANCE (RBM) DAN COST OF UNRELIABILITY (COUR)  
DI PO RAJAWALI PROJECT**

**PROPOSED INTERVAL TIME MAINTENANCE AND COST OF UNRELIABILITY  
ASSESSMENT OF EXCAVATOR KOBELCO SK200 USING RISK BASED  
MAINTENANCE (RBM) AND COST OF UNRELIABILITY (COUR) METHOD  
AT PO RAJAWALI PROJECT**

Syahda Bintarum<sup>1</sup>, Judi Alhilman<sup>2</sup>, Nurdinintya Athari Supratman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, <sup>3</sup> Universitas Telkom

<sup>1</sup>[syahdabintarum95@gmail.com](mailto:syahdabintarum95@gmail.com), <sup>2</sup>[judi.alhilman@gmail.com](mailto:judi.alhilman@gmail.com), <sup>3</sup>[nurdinintya@telkomuniversity.ac.id](mailto:nurdinintya@telkomuniversity.ac.id)

**Abstrak**

PO Rajawali Project merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penyewaan alat berat. Kobelco SK200 merupakan *excavator* yang paling banyak disewa karena merupakan tipe *excavator* yang terbaru. Frekuensi kerusakan Kobelco SK200 lebih tinggi dibanding *excavator* lain karena jumlah jam operasi yang lebih besar. Frekuensi kerusakan yang tinggi memengaruhi risiko dan biaya yang ditanggung perusahaan. Perlu adanya kegiatan perawatan yang optimal untuk menurunkan risiko dan biaya akibat ketidakandalan. *Excavator* memiliki enam subsistem, yaitu *bucket*, *arm*, *boom*, *cabin*, *under carriage* dan *upper structure*. Dari keenam subsistem tersebut kemudian dipilih subsistem yang paling kritis dengan menggunakan *risk matrix*. Berdasarkan *risk matrix* terpilih tiga subsistem kritis yaitu *bucket*, *arm* dan *upperstructure*. Setelah diperoleh subsistem kritis, selanjutnya menentukan usulan interval perawatan dengan menggunakan metode *Risk Based Maintenance (RBM)* dan menghitung biaya yang ditanggung perusahaan karena ketidakandalan mesin menggunakan metode *Cost of Unreliability (COUR)*. Hasil perhitungan metode RBM didapatkan nilai risiko sebesar Rp16.532.685 dengan persentase risiko 3,73% dan kriteria penerimaan 2%. Persentase risiko hasil perhitungan melebihi batas kriteria penerimaan, sehingga dibuat usulan interval perawatan. Usulan interval perawatan mampu menurunkan risiko menjadi 1,98% sehingga dibawah kriteria penerimaan. Untuk hasil perhitungan COUR, biaya akibat ketidakandalan yaitu sebesar Rp52.685.611 dari *corrective COUR* dan Rp115.453.015 dari *downtime COUR*.

**Kata Kunci** – *risk matrix, risk based maintenance, cost of unreliability*

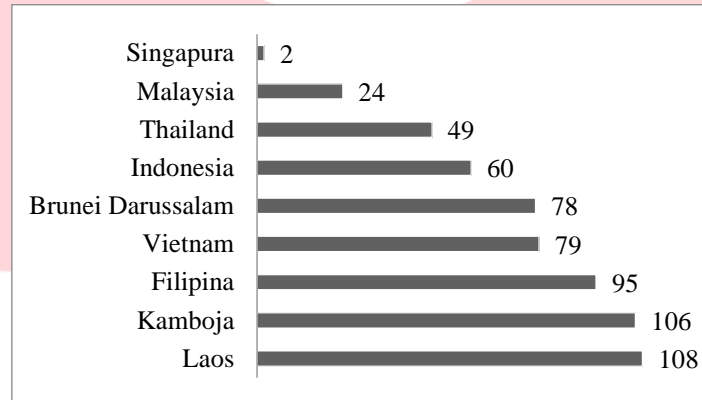
**Abstract**

*PO Rajawali Project is company in rental of heavy equipment. Kobelco SK200 is most hired excavators because the newest excavator type so that it is always be choice of tenants. Number of operating hours is greater than the other, so excavator frequency breakage of Kobelco SK200 is also higher than the other. Need an optimal interval time maintenance to lower risk and cost of unreliability. Excavators have six subsystems, namely boom, arm, bucket, cabin, under carriage and the upper structure. Then selected the most critical subsystems using Risk Matrix. Based on Risk Matrix, selected three critical subsystems namely bucket, arm and upperstructure. Further define the proposed maintenance intervals using Risk Based Maintenance (RBM) method and calculate the costs because of unreliability of the excavator using Cost of Unreliability (COUR) method. The results of the calculation method of the RBM obtained value risks amounting to Rp 16.532.685 with percentage risk of 3.73% and 2% of acceptance criteria. Percentage calculation result exceeds the limits of acceptance criteria, so that the created interval maintenance. Proposed maintenance intervals, able to lower risk becoming 1.98% and below the acceptance criteria. Costs from unreliability is Rp52.685.611 from corrective COUR Rp115.453.015 and Rp from downtime COUR.*

**Keywords** – *risk matrix, risk based maintenance, cost of unreliability*

## 1. Pendahuluan

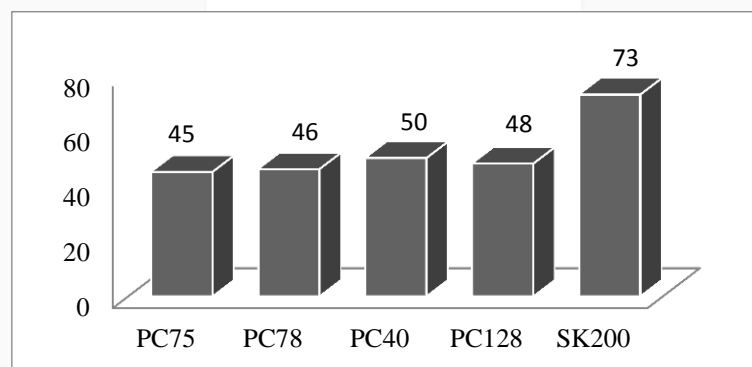
Pembangunan infrastruktur menjadi fokus pemerintahan saat ini. Adanya pembangunan infrastruktur akan membantu pertumbuhan ekonomi nasional dan menurunkan bahkan menghilangkan kesenjangan ekonomi dan sosial. Salah satu hal yang mendapat dampak dari lemahnya infrastruktur adalah biaya logistik yang tinggi, sehingga daya saing perusahaan berkurang.



Gambar 1 Peringkat Pembangunan Infrastruktur Setiap Negara di ASEAN

Data yang dipublikasikan Forum Ekonomi Dunia[1], dalam bidang pembangunan infrastruktur, Indonesia menempati peringkat keempat di ASEAN dan peringkat enam puluh di dunia. Peringkat pertama di ASEAN ditempati Singapura yang menjadi peringkat dua di dunia.

Salah satu perusahaan penyewaan alat berat yang ada di Bandung adalah Rajawali Project. Perusahaan ini beralamat di jalan Siliwangi No.389, Manggahang, Baleendah, Bandung, Jawa Barat. Alat berat yang disewakan oleh perusahaan yaitu *excavator*, *dump truck*, *crane*, *buldozer*, *forclift* dan *tandem roller*. *Excavator* yang dipilih sebagai objek penelitian adalah Kobelco SK200, karena Kobelco SK200 memiliki frekuensi kerusakan tertinggi dibanding *excavator* yang ada



Gambar 2 Kerusakan Mesin *Excavator*

Agar perusahaan lebih memperhatikan mengenai perawatan *excavator*, maka perusahaan harus mengetahui berapa besar risiko dan biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan setiap kali *excavator* mengalami kerusakan, sehingga perawatan bisa dilakukan sebelum adanya kerusakan untuk mengurangi risiko dan biaya yang harus ditanggung. Metode yang digunakan untuk menilai risiko yang akibat ketidakhandalan *excavator* dan usulan interval waktu perawatan adalah *Risk Based Maintenance* (RBM) dan menggunakan metode *Cost of Unreliability* (COUR) untuk menilai besar biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan akibat ketidakhandalan *excavator*.

## 2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

### 2.1 Dasar Teori

#### 2.1.1 Pengertian *Maintenance*

*Maintenance* atau pemeliharaan merupakan fungsi yang harus dilakukan dalam keadaan merugikan atau stres dan tujuan utamanya adalah untuk memulihkan dengan cepat peralatan untuk kesiapan pengoperasian

menggunakan sumberdaya yang tersedia [2]. *Maintenance* merupakan aktivitas yang dilakukan untuk dapat mengembalikan dan memperbaiki kondisi komponen atau subsistem dalam kondisi tertentu dan periode tertentu [3]. *Maintenance* harus memastikan bahwa semua produksi dan sistem manufaktur adalah operasi aman dan handal dan menunjukkan dukungan yang penting untuk produksi [4].

### 2.1.2 Risk Matrix

Risiko merupakan konsep yang menunjukkan potensi negatif dan berdampak pada beberapa nilai yang timbul dari suatu peristiwa dimasa depan, atau bisa juga disebut kemungkinan kondisi atau kejadian yang mungkin terjadi di masa depan dan memberikan dampak potensial negatif. *Risk Matrix* merupakan matriks peringkat risiko dimana sumbu utamanya adalah peringkat konsekuensi dan peringkat probabilitas atau kemungkinan. Kombinasi dari konsekuensi (*consequence*) dan kemungkinan (*likelihood*) menciptakan peringkat risiko [5].

### 2.1.3 Risk Based Maintenance (RBM)

RBM merupakan salah satu metode kuantitatif yang didasarkan pada integrasi pendekatan *reliability* dan risiko untuk mencapai jadwal *maintenance* optimal dan meminimalkan risiko akibat *failure* [6]. Tujuan RBM adalah meminimalisir risiko yang disebabkan kerusakan yang terjadi. Nilai risiko digunakan untuk efisiensi dan efektifitas inspeksi dan kegiatan *maintenance*. RBM diturunkan kedalam tiga modul, yaitu [7]:

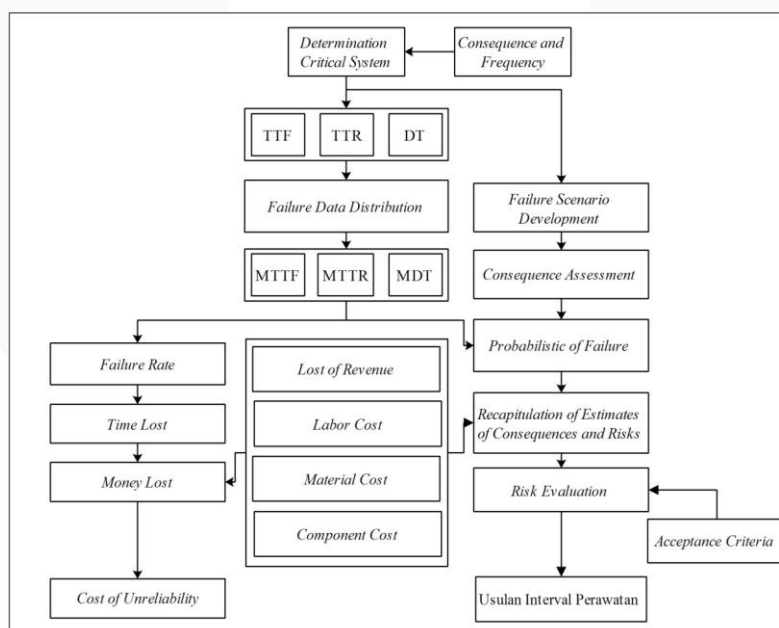
1. Perkiraan risiko (*risk estimation*), dimana terdiri dari identifikasi dan estimasi risiko.
2. Evaluasi risiko (*risk evaluation*), dimana terdiri dari risiko yang tidak diharapkan (*risk aversion*) dan analisis penerimaan (*analysis risk acceptance*).
3. Perencanaan *maintenance* berdasarkan faktor-faktor risiko.

### 2.1.4 Cost Of Unreliability (COUR)

*Cost of unreliability* merupakan seluruh biaya dari hasil situasi yang berhubungan dengan kegagalan keandalan, termasuk biaya yang berhubungan dengan program keandalan yang buruk dan perawatan yang buruk [8]. Untuk menghitung *cost of unreliability*, sebaiknya memulai dengan mengidentifikasi sumber masalah biaya, level masalah, dan masalah apa saja yang muncul. COUR mempelajari fasilitas produksi sebagai suatu jaringan untuk sistem keandalan, dan biaya yang terjadi saat sistem gagal untuk menjalankan fungsinya. Sebagai usaha *top management*, COUR menghasilkan penerimaan, dan partisipasi dari karyawan dalam semua level organisasi [9].

## 2.2 Model Konseptual

Model konseptual merupakan suatu diagram yang dibangun berdasarkan teori yang dirancang secara terstruktur yang berisi konsep-konsep saling terkait. Gambar 3 merupakan model konseptual yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3 Model Konseptual

### 3. Pembahasan

#### 3.1 Penentuan Subsistem Kritis

Tabel 1 Rekapitulasi Hasil *Risk Matrix*

Subsistem	Hasil	Kategori
<i>Bucket</i>	28	<i>High</i>
<i>Arm</i>	21	<i>High</i>
<i>Boom</i>	18	<i>Medium</i>
<i>Cabin</i>	8	<i>Low</i>
<i>Upper Structure</i>	24	<i>Medium</i>
<i>Under Carriage</i>	15	<i>Medium</i>

Dari hasil penilaian risiko masing-masing subsistem, *bucket* memiliki nilai risiko tertinggi karena jika dilihat dari aspek produksi, saat *bucket* bermasalah dapat membuat operasi tidak berjalan selama lebih dari satu jam untuk perbaikan. Untuk aspek operasional, *bucket* memiliki biaya perbaikan yang sangat tinggi jika terjadi kegagalan, meskipun tidak ada pengaruh terhadap keselamatan personil dalam aspek *safety*. Adanya delapan belas kerusakan dalam lima tahun terakhir juga menjadi faktor yang menyebabkan tingginya nilai risiko *bucket*. Subsistem yang memiliki nilai tertinggi selanjutnya adalah *upper structure*. Sama dengan *bucket*, kerusakan subsistem *upper structure* membuat operasi tidak berjalan selama lebih dari satu jam. Untuk aspek *safety* dan sama dengan *bucket*, sedangkan frekuensi kerusakan lebih kecil sehingga didapatkan nilai risiko 24. Untuk subsistem *arm*, aspek *production*, *operational* dan *safety* sama dengan *bucket*. Frekuensi kerusakan subsistem *arm* setidaknya ada enam kerusakan dalam lima tahun terakhir, sehingga didapat nilai risiko untuk *arm* sebesar 21. Untuk perhitungan selanjutnya, hanya diambil tiga subsistem dengan nilai risiko tertinggi, yaitu subsistem *bucket*, *arm* dan *upper structure*.

#### 3.2 Penentuan Distribusi

Pengujian distribusi data dilakukan untuk mencari distribusi yang mewakili data *time to repair* (waktu perbaikan), *time to failure* (waktu antar kegagalan) dan *downtime* (waktu kegagalan). Data yang diuji merupakan data yang diambil dari subsistem kritis yang telah terpilih pada saat penilaian risiko dengan *risk matrix*. Pengujian distribusi data ini menggunakan aplikasi Minitab dengan uji distribusi Anderson Darling. Nilai kepercayaan (*confidence level*) yang digunakan pada pengujian adalah sebesar 95% atau 0,95, sehingga nilai signifikansi ( $\alpha$ ) adalah 5% atau 0,5. Data kerusakan diuji terhadap distribusi normal, eksponensial dan Weibull. Distribusi yang terpilih yaitu yang memiliki nilai AD terkecil dan  $P\text{-value} < \alpha$ .

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Uji Distribusi

	Subsistem	Distribusi	AD	P - Value
MTTR	<i>Bucket</i>	Weibull	0,262	>0.250
	<i>Arm</i>	Weibull	0,453	0,235
	<i>Upper Structure</i>	Weibull	0,457	>0.250
MTTF	<i>Bucket</i>	Weibull	0,265	>0.250
	<i>Arm</i>	Weibull	0,447	>0.250
	<i>Upper Structure</i>	Weibull	0,240	>0.250
MDT	<i>Bucket</i>	Weibull	0,664	0,076
	<i>Arm</i>	Weibull	0,600	0,095
	<i>Upper Structure</i>	Weibull	0,433	>0.250

#### 3.3 Parameter Distribusi dan Perhitungan MTTR, MTTF dan MDT

Setelah melakukan uji distribusi data TTR, TTF dan DT menggunakan Minitab, selanjutnya menentukan parameter distribusi yang telah dipilih dengan menggunakan *software* Avsim +9.0. *Output* dari Avsim+9.0 dapat digunakan untuk melakukan perhitungan MTTR, MTTF dan MDT.

Tabel 3 Rekapitulasi Penentuan Parameter dan MTTR, MTTF dan MDT

	Subsistem	Distribusi	Parameter		Hasil
MTTR	Bucket	Weibull	$\eta$	0,944049	0,836984
			$\beta$	196.148	
	Arm	Weibull	$\eta$	163.572	1.448.839
			$\beta$	210.403	
	Upper Structure	Weibull	$\eta$	109.699	0,981411
			$\beta$	313.436	
MTBF	Bucket	Weibull	$\eta$	695,387	689,6222
			$\beta$	1,02068	
	Arm	Weibull	$\eta$	1358,8	1251,958
			$\beta$	1,30826	
	Upper Structure	Weibull	$\eta$	493,467	468,1472
			$\beta$	1,16151	
MDT	Bucket	Weibull	$\eta$	2,13175	1,913182
			$\beta$	3,30777	
	Arm	Weibull	$\eta$	2,72066	2,425251
			$\beta$	1,7333	
	Upper Structure	Weibull	$\eta$	2,43313	2,1959
			$\beta$	3,66501	

### 3.4 Analisis Risk Based Maintenance (RBM)

#### 3.4.1 Fault Scenario Development

Merupakan daftar kegagalan fungsional yang kemungkinan terjadi pada masing-masing subsistem kritis. Setiap kegagalan fungsional memiliki dampak kegagalan fungsional dan memiliki nilai normalisasi konsekuensi yang berbeda-beda tergantung pengaruh kegagalan terhadap operasional sistem.

#### 3.4.2 Probabilistic of Failure

Tabel 4 Probabilistic of Failure

Subsistem	Distribusi	Parameter Distribusi		Periode (hrs)	R(T)	Q(T)
		$\eta$	$\beta$			
Bucket	Weibull	694,81	1,00382	2688	0,02047181	0,97952819
Arm	Weibull	1356,82	1,30852		0,08661392	0,91338608
Upper Structure	Weibull	492,14	1,14536		0,00092039	0,99907961

Peluang kegagalan digunakan untuk mengetahui peluang kegagalan subsistem dalam satu tahun untuk menentukan apakah suatu subsistem masih handal untuk tetap digunakan. Peluang kegagalan dihitung dengan menggunakan periode jam operasi mesin selama 1 tahun (2688 jam).

#### 3.4.3 Rekapitulasi Perkiraan Konsekuensi dan Risiko

Tabel 5 Perhitungan System Performance Loss

Subsistem	DT	MTTR	Loss of Revenue	Engineer Cost	Material Cost	Harga Komponen	System Performance Loss
Bucket	1,913	0,836984	Rp165.000	Rp49.107	Rp1.397.750	Rp4.032.000	Rp5.786.526,89
Arm	2,425	1,448839	Rp165.000	Rp49.107	Rp1.397.750	Rp1.800.000	Rp3.669.064,71
Upper Structure	2,196	0,981411	Rp165.000	Rp49.107	Rp1.397.750	Rp5.712.000	Rp7.520.267,77

Perhitungan ini dilakukan karena salah satu konsekuensi dari kegagalan sistem adalah *system performance loss*. Data yang digunakan yaitu data DT, MTTR, *loss of revenue*, *engineer cost*, *material cost*, dan harga komponen. Data tersebut merupakan data yang telah dihitung sebelumnya. Data DT dan MTTR yang digunakan yaitu data hasil perhitungan sebelumnya. Data *lost revenue* merupakan data hasil perhitungan *hourly rate*. *Engineer cost* merupakan gaji per jam, yang telah dihitung sebelumnya. *Material cost* merupakan biaya peralatan *corrective*

*maintenance*. Harga komponen didapatkan dari komponen masing-masing subsistem. Dari data yang telah didapatkan dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *system performance loss* dengan menggunakan persamaan :

$$\text{System performance loss} = (\text{MDT} \times \text{loss revenue}) + (\text{MTTR} \times \text{Engineer Cost}) + \text{Material Cost} + \text{Harga Komponen}$$

Tabel 6 Perhitungan Risiko

Subsistem	Sytem Performance Loss	Q (T)	Risk
Bucket	Rp5.786.527	0,979528194	Rp5.668.066
Arm	Rp3.669.065	0,913386081	Rp3.351.273
Upper Structure	Rp7.520.268	0,999079609	Rp7.513.346
Total			Rp16.532.685

### 3.4.4 Penyusunan Kriteria Penerimaan Risiko

Tabel 7 Kriteria Penerimaan Risiko

Periode	Hourly Rate	Kapasitas Produksi 1 Tahun	Total Risiko	%Risk	Kriteria Penerimaan
2688	Rp165.000	Rp443.520.000	Rp16.532.685	3,73%	2,0%

Dari perhitungan *%risk*, dapat diketahui apakah risiko masih dapat diterima oleh perusahaan. Berdasarkan *interview* yang telah dilakukan, risiko yang dapat diterima oleh perusahaan adalah 2%. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, *%risiko* yang didapatkan adalah 3,73% yang berarti melebihi kriteria penerimaan risiko. Maka dari itu, perlu adanya penyusunan interval perawatan usulan.

### 3.4.5 Usulan Interval Perawatan

Tabel 8 Rekapitulasi Interval Perawatan

Subsistem	Interval	Biaya Perawatan	Kapasitas Produksi Mesin 1 Tahun	Risiko	Presentase	Acceptance
Bucket	444	Rp20.874.000	Rp443.520.000	Rp2.729.006	1,98%	2,0%
Arm	888			Rp1.602.883		
Upper	444			Rp4.428.273		

Berdasarkan hasil perhitungan, interval waktu perawatan setiap subsistem memiliki interval waktu yang berbeda. Hal ini didasarkan pada pertimbangan MTTF atau waktu subsistem mengalami kegagalan. Waktu perawatan yang dipilih merupakan waktu sebelum terjadinya kegagalan dan interval perawatan lebih panjang dibandingkan dengan *existing* sehingga bisa mengurangi biaya perawatan. Saat ini interval perawatan yang dilakukan perusahaan adalah setiap 300 jam operasi mesin. Interval perawatan *arm* merupakan kelipatan dari interval perawatan *bucket* dan *upper structure*, hal ini diputuskan dengan mempertimbangkan *downtime* yang akan terjadi untuk perawatan akan bertambah jika interval perawatan berbeda-beda. Dengan memilih interval perawatan yang merupakan kelipatan, maka setiap 2 kali perawatan ada satu kali perawatan yang dilakukan pada interval yang sama untuk semua subsistem.

Tabel 9 Usulan Interval Perawatan

Perawatan Ke	Interval	Maintainable Subsistem		
1	444	A	B	
2	888	A	B	C
3	1332	A	B	
4	1776	A	B	C
5	2220	A	B	
6	2664	A	B	C

Tabel 8 merupakan jadwal *maintainable* subsistem dalam waktu periode satu tahun (2688 jam). Jadwal ini dibuat untuk memudahkan perusahaan dalam melakukan perawatan. Subsistem *bucket* dilambangkan dengan huruf A, subsistem *arm* dilambangkan dengan huruf C dan subsistem *upper structure* dilambangkan dengan huruf B.

### 3.5 Perhitungan Cost of Unreliability (COUR)

#### 3.5.1 Failure Rate

Tabel 10 Failure Rate

	<b>Bucket</b>	<b>Arm</b>	<b>Upper Structure</b>
<b>Study Interval (hrs)</b>	2688	2688	2688
<b>Number of Failures</b>	5	2	5
<b>MTTF</b>	537,6	1344	537,6
<b>Failure Rate</b>	0,0093006	0,0014881	0,0093006

*Failure rate* merupakan laju kegagalan subsistem dalam periode tertentu. Laju kegagalan ini didapatkan dari hasil bagi antara jumlah kegagalan (*number of failures*) dan MTTF. Semakin besar MTTF, maka *failure rate* semakin kecil dan begitu juga sebaliknya apabila MTTF semakin kecil maka *failure rate* semakin besar. Keduanya berbanding terbalik karena MTTF merupakan rata-rata waktu mesin selesai diperbaiki hingga mesin mengalami kegagalan selanjutnya. Semakin besar MTTF, maka subsistem semakin *reliable*.

#### 3.5.2 Time Lost

##### a. Corrective Lost Time

Tabel 11 Corrective Lost Time

	<b>Bucket</b>	<b>Arm</b>	<b>Upper Structure</b>
<b>Failure Rate</b>	0,0093006	0,0014881	0,0093006
<b>Number of Failures</b>	5	2	5
<b>Corrective Time / Failures</b>	0,836984	1,448839	0,981411
<b>Corrective Lost Time Hrs/Years</b>	4,184922	2,897678	4,907056

Perhitungan menggunakan data *failure rate* dan *number of failures*. Nilai *corrective time failures* merupakan nilai MTTR. Untuk mendapatkan nilai *corrective lost time hour/years*, yaitu dengan mengalikan nilai *corrective time failures* dengan *number of failures*.

##### b. Downtime Lost Time

Tabel 12 Downtime Lost Time

	<b>Bucket</b>	<b>Arm</b>	<b>Upper Structure</b>
<b>Failure Rate</b>	0,0093006	0,0014881	0,0093006
<b>Number of Failures</b>	5	2	5
<b>Downtime Time Failures</b>	1,913182	2,425251	2,195900
<b>DT Lost Time Hrs/5Years</b>	9,565908	4,850501	10,979499

Nilai yang digunakan untuk menghitung *downtime lost time* yaitu *failure rate* dan *number of failures*. Nilai *downtime time failures* merupakan data MDT. Selanjutnya *number of failures* dikalikan dengan nilai *downtime time failures* untuk mendapatkan nilai *DT lost time hour/years*.

#### 3.5.3 Money Lost

##### a. Corrective Money Lost

Tabel 13 Corrective Money Lost

	<b>Bucket</b>	<b>Arm</b>	<b>Upper Structure</b>
<b>Corrective Lost Time Hrs/Years</b>	4,184922	2,897678	4,907056
<b>Loss Profit</b>	Rp690.512	Rp478.117	Rp809.664
<b>Equipment / Sparepart Cost</b>	Rp16.873.606	Rp5.215.820	Rp28.029.102
<b>Labor Maintenance Cost</b>	Rp205.510	Rp142.297	Rp240.971
<b>Corrective COUR</b>	Rp17.769.631	Rp5.836.237	Rp29.079.743

Perhitungan terakhir yaitu perhitungan COUR yaitu dengan menghitung *money lost*. Untuk menghitung *corrective COUR* diperlukan data *corrective lost time hr/ years*, *loss profit*, *equipment/sparepart cost* dan *labor maintenance cost*. Nilai *loss profit* didapatkan dengan mengalikan *lost of revenue* dengan *corrective lost time hr/ years*. Nilai *equipment/sparepart cost* didapatkan dengan mengalikan harga *sparepart cost* dengan *corrective*

lost time hr/ years. Labor maintenance cost didapatkan dengan mengalikan gaji engineer per jam dengan corrective lost time hr/ years. Nilai corrective COUR didapatkan dengan menjumlahkan data-data tersebut.

#### b. Downtime Money Lost

Tabel 14 Downtime Money Lost

	<b>Bucket</b>	<b>Arm</b>	<b>Upper Structure</b>
<b>Downtime Lost Time Hrs/Years</b>	9,565908363	4,850501474	10,97949913
<b>Loss Profit</b>	Rp1.578.375	Rp800.333	Rp1.811.617
<b>Equipment / Sparepart Cost</b>	Rp38.569.743	Rp8.730.903	Rp62.714.899
<b>Labor Maintenance Cost</b>	Rp469.754	Rp238.194	Rp539.172
<b>Downtime COUR</b>	Rp40.617.881	Rp9.769.435	Rp65.065.699

Untuk menghitung downtime COUR diperlukan data downtime lost time hr/ years, loss profit, equipment/sparepart cost dan labor maintenance cost. Nilai loss profit didapatkan dengan mengalikan lost of revenue dengan downtime lost time hr/ years. Nilai equipment/sparepart cost dan labor maintenance cost didapatkan dari perhitungan sebelumnya dan mengalikan dengan downtime lost time hr/ years. Nilai downtime COUR didapatkan dengan menjumlahkan data-data tersebut.

#### 3.5.4 Cost Overview

Tabel 15 Cost Overview

<b>Jenis Biaya</b>	<b>Jumlah</b>
<i>Corrective COUR</i>	Rp52.685.611
<i>Downtime COUR</i>	Rp115.453.015

Nilai corrective COUR dan downtime COUR pada Tabel 15 yaitu merupakan total nilai corrective COUR masing-masing subsistem dan jumlah nilai downtime COUR masing-masing subsistem.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan Risk Based Maintenance (RBM), risiko karena ketidakandalan excavator Kobelco SK200 dalam periode satu tahun adalah sebesar Rp16.532.685 atau dalam persen sebesar 3,73%. Risiko hasil perhitungan melebihi risiko kriteria penerimaan yaitu 2% dari kapasitas produksi selama satu tahun. Usulan interval waktu perawatan menurunkan risiko menjadi 1,98% sehingga dibawah kriteria penerimaan. Berdasarkan perhitungan Cost of Unreliability (COUR), biaya yang disebabkan oleh ketidakandalan excavator Kobelco SK200 adalah sebesar Rp52.685.611 untuk corrective COUR dan sebesar Rp115.453.015 untuk downtime COUR, dengan total COUR sebesar Rp168.138.626 dalam periode satu tahun atau selama 2688 jam operasi mesin.

## Daftar Pustaka

- [1] World Economic Forum. (2016). *The Global Competitiveness Report 2016-2017*.
- [2] Dhillon, B. S. (2002). *Engineering Maintenance "A Modern Approach"*. New York: CRC Process LLC.
- [3] Ebeling, Charles E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [4] Ben-Daya, M., Duffuaa, S., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Springer.
- [5] Ristic, D. (2013) 'Characteristics of Risk Matrices', *Safety Engineering*, 3(3), pp. 121-127.
- [6] Dhamayanti, D.S., Alhilman, J., & Athari, N. (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 (JRSI)*, 3(4), pp. 31-37.
- [7] Khan, Faisal I. and Mahmoud M. Haddara. 2003. "Risk-Based Maintenance (RBM): A Quantitative Approach for Maintenance/inspection Scheduling and Planning." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*.
- [8] Vicente, F. (2012). *Assesing the Cost of Unreliability in Gas Plant to Have a Sustainable Operation*. *Scholarly Articles*.
- [9] Sujatman, E.S, Tatas, F., & Athari, N. (2016). *Performance Assessment Berbasis Reliability Menggunakan Metode Reliability, Availability, Maintainability (RAM) Pada Mesin Cincinnati Milacron di Direktorat Aerostructure PT Dirgantara Indonesia*, 3(2),pp.3012-3019