

# Penentuan Estimasi Biaya Kerugian Perusahaan Akibat Ketidakandalan Mesin Menggunakan Metode *Cost of Unreliability* (COUR)

Nisrina Fathnin<sup>1</sup>, Judi Alhilman<sup>2</sup>, Fransiskus Tatas Dwi Atmaji<sup>3</sup>

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

Email: <sup>1</sup>nisrinafathnin@gmail.com, <sup>2</sup>alhilman@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>franstatas@telkomuniversity.ac.id

## ABSTRACT

*PT.XYZ is a company of energy and petrochemicals. Atmospheric Storage Tank is a place to store oil products before oil products are distributed to consumers, so that the tank can operate in need of supporting subsystems such as grounding cable, automatic tank gauge, water sprinkle, check valve, and pressure relief valve. If the reliability of the machine decreases, the production will stop and will interfere with predetermined production targets, this will certainly affect the loss of revenue. The COUR method can estimate the potential money loss caused by machine unreliability. the cost caused by unreliability system based on corrective time is Rp15.448.154.673,00, and based on downtime is Rp57.559.749.757,00. Total loss of revenue because of the unreliability of the machine is Rp73.027.764.887,00.*

**Keywords:** *atmospheric storage tank, cost of unreliability, money loss, MTTF, MTTR*

## INTISARI

PT.XYZ adalah perusahaan yang menyelenggarakan usaha di bidang energi dan petrokimia. *Atmospheric Storage Tank* (tangki timbun) merupakan tempat untuk menyimpan produk minyak sebelum produk minyak didistribusikan kepada konsumen, agar tangki timbun dapat beroperasi dibutuhkan subsistem pendukung berupa *grounding cable, automatic tank gauge, water sprinkle, check valve, dan pressure relief valve*. Jika keandalan mesin menurun maka produksi akan berhenti dan akan mengganggu target produksi yang telah ditentukan, hal ini tentu akan berdampak pada hilangnya pendapatan yang harus diperoleh. Metode COUR dapat memperkirakan potensi kerugian yang disebabkan oleh ketidakandalan mesin. Biaya yang disebabkan oleh ketidakandalan sistem berdasarkan *corrective time* adalah Rp15.448.154.673,00, dan berdasarkan *downtime* adalah Rp57.559.749.757,00. Hal ini berarti perusahaan akan mengalami kerugian pendapatan karena ketidakandalan mesin adalah Rp73.027.764.887,00.

**Kata Kunci:** *tangki timbun, cost of unreliability, money loss, MTTF, MTTR*

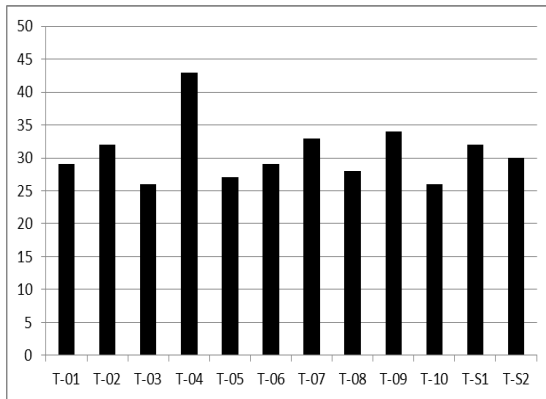
## PENDAHULUAN

Perawatan adalah aktivitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki dalam kondisi tertentu dan pada periode tertentu (Ebeling, 1997). *Preventive Maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan pada interval waktu yang telah dilakukan atau sesuai dengan kriteria yang ditentukan dan dimaksudkan untuk mengurangi probabilitas kegagalan atau penurunan fungsi peralatan (Marquez, 2007). Tindakan pemeliharaan *preventive* yang tidak sempurna dilakukan pada saat usia peralatan mencapai batas yang dikendalikan (Alhilman et al, 2015).

PT.XYZ adalah perusahaan yang menyelenggarakan usaha di bidang energi dan petrokimia. *Atmospheric Storage Tank* (tangki timbun) merupakan tempat untuk menyimpan produk minyak sebelum produk minyak didistribusikan kepada konsumen. Pada setiap sistem tangki timbun, terdapat lima subsistem

pendukung yaitu *grounding cable, automatic tank gauge, water sprinkle, check valve, dan pressure relief valve*.

Banyak faktor yang mempengaruhi keuntungan dan kerugian pada perusahaan, antara lain karena tidak dapat diandalkannya mesin. Jika keandalan mesin menurun maka produksi berhenti dan mengganggu target produksi yang ditentukan, hal ini tentu berdampak pada hilangnya pendapatan yang harus diperoleh (Alhilman, 2017). Metode *Cost of Unreliability* (COUR) dapat memperkirakan potensi kerugian yang disebabkan oleh ketidakandalan mesin. Metode ini dipilih karena perhitungan berdasarkan histori data *downtime* dan biaya dari subsistem tangki timbun, sehingga hasil perhitungan ini diharapkan mendekati kondisi nyata. Semua industri harus memastikan bahwa produksi sesuai dengan tuntutan, salah satunya adalah mesin harus cukup andal.



Gambar 1. Grafik Kerusakan Sistem Tangki (PT.XYZ, 2016)

Pada PT.XYZ terdapat 12 sistem tangki timbun, data *downtime* didapat dari tahun 2010 sampai 2017, data *downtime* terbanyak terdapat pada T-04 yaitu tangki timbun nomor

empat. Maka objek yang akan diteliti adalah tangki timbun nomor empat.

Penelitian sebelumnya yang menggunakan metode COUR berjudul *Cost of unreliability method to estimate loss of revenue based on unreliability data: Case study of Printing Company* (Alhilman, 2017).

Terdapat banyak studi tentang perhitungan kerugian potensial menggunakan metode COUR tetapi masih jarang untuk kasus pada tangki timbun.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Penentuan Subsistem Kritis

*Storage Tank* (T-04) terdiri atas lima subsistem pendukung yaitu *grounding cable*, *automatic tank gauge*, *water sprinkle*, *check valve*, dan *pressure relief valve*. Subsistem kritis pada *Storage Tank* ditentukan menggunakan risk matrix. Hasil dari *risk matrix* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Risk Matrix

Likelihood	Severity				
	Insignificant	Minor	Moderate	Major	Catastrophic
Rare	Low	Low	Medium (Grounding Cable, Water Sprinkle)	Medium High	Medium High
Unlikely	Low	Low	Medium	Medium High	High
Possible	Low	Medium	Medium High (Automatic Tank Gauge, Pressure Relief Valve)	High	High
Likely	Medium	Medium	Medium High	High (Check Valve)	High
Almost Certain	Medium	Medium High	High	High	High

*Risk matrix* dinilai berdasarkan seberapa besar dampak yang ditimbulkan terhadap keamanan, lingkungan, produktivitas, dan operasional jika komponen mengalami kerusakan serta seberapa sering komponen mengalami kerusakan. Hasil dari *risk matrix* didapat bahwa *Check Valve* termasuk kategori *high*; *Automatic Tank Gauge* dan *Pressure Relief Valve* termasuk kategori *medium high*; *Grounding Cable* dan *Water Sprinkle* termasuk kategori *medium*. Untuk penelitian dipilih subsistem yang termasuk kategori *high* dan *medium high*. Subsistem kritis yang terpilih adalah *Check Valve*, *Automatic Tank Gauge* dan *Pressure Relief Valve*.

### B. Perhitungan Nilai Mean Time to Failure (MTTF)

Penentuan distribusi pada data *Time to Failure* dilakukan dengan menggunakan uji *Anderson Darling* pada software Minitab 17. Nilai *Anderson Darling* (AD) adalah nilai yang menunjukkan apakah suatu distribusi dapat mewakili penyebaran suatu data, semakin kecil nilai AD tersebut maka semakin mewakili distribusi terhadap penyebaran data. Nilai AD terkecil menunjukkan distribusi yang terpilih. Nilai *P-Value* digunakan untuk mengetahui suatu hipotesis ditolak atau diterima dengan ketentuan  $H_0$  ditolak jika  $P\text{-Value} \leq \alpha$ . Data

yang digunakan diuji terhadap distribusi normal, eksponensial, dan weibull.

Penentuan *plotting* distribusi menggunakan data *Time to Failure* yang diolah menggunakan software AvSim 9+. *Plotting* distribusi bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter sesuai distribusi yang mewakili

masing-masing subsistem. Penentuan distribusi terpilih dan nilai parameter yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Penentuan Distribusi *Mean Time To Failure* (MTTF)

<i>Time to Failure</i>				
Subsistem Kritis	Distribusi	Nilai AD	P-Value (95%)	Distribusi Terpilih
Check Valve	Normal	0,435	0,267	Normal
	Eksponensial	3,743	<0,003	
	Weibull	0,451	>0,250	
Automatic Tank Gauge	Normal	0,508	0,169	Weibull
	Eksponensial	2,125	0,006	
	Weibull	0,436	>0,250	
Pressure Relief Valve	Normal	0,251	0,693	Normal
	Eksponensial	2,150	0,005	
	Weibull	0,281	>0,250	

Tabel 3. Nilai *Mean Time To Failure* (MTTF)

Subsistem Kritis	Distribusi	Parameter	<i>Mean Time to Failure</i>
Check Valve	Normal	$\mu$	3527,5
Automatic Tank Gauge	Weibull	$\mu$	4655,01
		$\beta$	2,14356
Pressure Relief Valve	Normal	$\mu$	4279,27

### C. Perhitungan Nilai *Mean Time to Repair* (MTTR)

Penentuan distribusi pada data *Time to Repair* dilakukan dengan menggunakan uji *Anderson Darling* pada software Minitab 17. Penentuan *plotting* distribusi menggunakan data *Time to Repair* yang diolah menggunakan software AvSim 9+. *Plotting* distribusi

bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter sesuai distribusi yang mewakili masing-masing subsistem. Penentuan distribusi terpilih dan nilai parameter yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Penentuan Distribusi MTTR

<i>Time to Repair</i>				
Subsistem Kritis	Distribusi	Nilai AD	P-Value (95%)	Distribusi Terpilih
Check Valve	Normal	1,653	<0,005	Weibull
	Eksponensial	1,066	0,091	
	Weibull	0,686	0,066	
Automatic Tank Gauge	Normal	2,108	<0,005	Eksponensial
	Eksponensial	1,240	0,056	
	Weibull	1,391	<0,010	
	Normal	1,440	<0,005	Eksponensial

<i>Pressure Relief Valve</i>	Ekspensial	0,885	0,149
	Weibull	0,900	0,019

Tabel 5. Nilai MTTR

Subsistem Kritis	Distribusi	Parameter	Mean Time to Repair
<i>Check Valve</i>	Weibull	$\mu$	5,20809
		$\beta$	1,44611
<i>Automatic Tank Gauge</i>	Ekspensial	$\mu$	3,17647
<i>Pressure Relief Valve</i>	Normal	$\mu$	3,4375

#### D. Perhitungan Nilai Mean Downtime

Penentuan distribusi pada data *downtime* dilakukan dengan menggunakan uji *Anderson Darling* pada *software* Minitab 17. Penentuan *plotting* distribusi menggunakan data *downtime* yang diolah menggunakan *software* AvSim 9+. *Plotting* distribusi

bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter sesuai distribusi yang mewakili masing-masing subsistem. Penentuan distribusi terpilih dan nilai parameter yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Penentuan Distribusi Mean Downtime (MDT)

Subsistem Kritis	Distribusi	Downtime		Distribusi Terpilih
		Nilai AD	P-Value (95%)	
<i>Check Valve</i>	Normal	1,088	0,006	Weibull
	Ekspensial	0,968	0,119	
	Weibull	0,716	0,053	
<i>Automatic Tank Gauge</i>	Normal	1,621	<0,005	Ekspensial
	Ekspensial	1,140	0,073	
	Weibull	1,187	<0,010	
<i>Pressure Relief Valve</i>	Normal	1,287	<0,005	Ekspensial
	Ekspensial	0,890	0,147	
	Weibull	1,109	<0,010	

Tabel 7. Nilai Mean Downtime (MDT)

Subsistem Kritis	Distribusi	Parameter	Mean Downtime
<i>Check Valve</i>	Weibull	$\mu$	19,5909
		$\beta$	1,37148
<i>Automatic Tank Gauge</i>	Ekspensial	$\mu$	11,1176
<i>Pressure Relief Valve</i>	Ekspensial	$\mu$	13,1875

#### D. Perhitungan Cost of Unreliability

Perhitungan *Cost of Unreliability* (COUR) terdiri dari tiga tahap perhitungan yaitu *failure rate*, *time lost*, dan *money lost*. Data yang digunakan dalam penelitian *Cost of Unreliability* (COUR) adalah data subsistem kritis Tangki 04 dari tahun 2010 hingga tahun 2017.

##### 1. Perhitungan Failure Rate

4 Nisrina, Penentuan Estimasi Biaya Kerugian Perusahaan Akibat Ketidakandalan Mesin Menggunakan Metode Cost of Unreliability (COUR)

Perhitungan *failure rate* atau laju kerusakan didapatkan berdasarkan data *study interval*, *number of failures*, dan *mean time to failure*. Pada penelitian ini *study interval* atau rentang waktu observasi yang digunakan adalah tahun 2010 hingga tahun 2017 yaitu delapan tahun atau 69120 jam. *Number of failures* adalah jumlah terjadinya kerusakan

masing-masing subsistem selama waktu observasi. MTTF adalah nilai hasil *plotting* distribusi *mean time to failure* yang didapat

sebelumnya. *Failure rate* didapat dari satu per nilai MTTF. Tabel 8 menunjukkan rincian hasil *failure rate* masing-masing subsistem.

Tabel 8. *Failure Rate*

<i>Failure Rate</i>	Komponen Kritis		
	<i>Check Valve</i>	<i>Automatic Tank Gauge</i>	<i>Pressure Relief Valve</i>
<i>Study Interval (hours)</i>	69120	69120	69120
<i>Number of Failures</i>	19	17	16
<i>MTTF</i>	3527,5	4122,62	4279,27
<i>Failure Rate</i>	0,00028	0,00024	0,00023

## 2. Perhitungan *Time Loss*

Setelah mendapat nilai *failure rate*, tahap kedua dalam COUR adalah menghitung nilai *time loss*. Perhitungan *time loss* dibedakan atas 2 jenis yaitu *corrective loss time* dan *downtime loss*. Pada perhitungan *corrective loss time*, data yang dibutuhkan adalah *failure rate* dari perhitungan sebelumnya, *number of failure*, dan *corrective*

*time per failure* yang merupakan nilai hasil *plotting* distribusi *mean time to repair* yang didapat sebelumnya. Nilai *corrective loss time* didapatkan dengan mengalikan nilai *corrective time per failure* dengan *number of failures*. Tabel 9 menunjukkan hasil perhitungan *corrective time loss*.

Tabel 9. *Corrective Time Loss*

<i>Time Loss</i>	Komponen Kritis		
	<i>Check Valve</i>	<i>Automatic Tank Gauge</i>	<i>Pressure Relief Valve</i>
<i>Failure Rate</i>	0,00028	0,00024	0,00023
<i>Number of Failures</i>	19	17	16
<i>Corrective Time/Failure (MTTR)</i>	4,72259	3,17647	3,43750
<i>Corrective Loss Time Hours/8 Years</i>	89,72925	53,99999	55

Pada perhitungan *downtime loss*, data yang dibutuhkan adalah *failure rate* dari perhitungan sebelumnya, *number of failure*, dan *downtime hours* yang merupakan nilai hasil *plotting* distribusi *mean downtime* yang didapat

sebelumnya. Nilai *downtime loss* didapatkan dengan mengalikan nilai *downtime hours* dengan *number of failures*. Tabel 10 menunjukkan hasil perhitungan *downtime loss*.

Tabel 10. *Downtime Loss*

<i>Time Loss</i>	Komponen Kritis		
	<i>Check Valve</i>	<i>Automatic Tank Gauge</i>	<i>Pressure Relief Valve</i>
<i>Failure Rate</i>	0,00028	0,00024	0,00023
<i>Number of Failures</i>	19	17	16
<i>Downtime Time Hours</i>	17,91921	11,11760	13,18750
<i>DT Time Hours/8 Years</i>	340,46496	188,99920	211

## 3. Perhitungan *Money Loss*

Setelah mendapatkan nilai masing-masing *time loss*, tahap ketiga dalam COUR adalah menghitung *money loss*. Pada

perhitungan *corrective money loss* dibutuhkan data *corrective loss time* yang didapatkan sebelumnya, *loss production cost* yang

didapatkan dari perkalian antara *corrective time loss* dengan *loss profit per hour*, *equipment cost* yang didapatkan dari biaya peralatan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* serta biaya material

habis pakai dikali dengan *corrective time loss* yang didapat sebelumnya, dan *labour maintenance cost* yang didapat dari biaya pekerja per jam dikali dengan *corrective time loss*. Berikut hasil Corrective COUR.

Tabel 11. Corrective COUR

Money Loss	Komponen Kritis		
	Check Valve	Automatic Tank Gauge	Pressure Relief Valve
Corrective Loss Time Hours/8 Years	89,72925	53,99999	55
Loss Production Cost	Rp6.955.281.912	Rp4.185.760.763	Rp4.263.275.641
Equipment Cost	Rp14.558.570	Rp8.761.498	Rp8.923.750
Labour Maintenance Cost	Rp5.234.206	Rp3.149.999	Rp3.208.333
Corrective COUR	Rp6.975.074.688	Rp4.197.672.261	Rp4.275.407.724

Pada perhitungan *downtime money loss* dibutuhkan data *downtime loss time* yang didapatkan sebelumnya, *loss production cost* yang didapatkan dari perkalian antara *loss time* dengan *loss profit per hour*, *equipment cost* yang didapatkan dari biaya peralatan *preventive maintenance* dan *corrective*

*maintenance* serta biaya material habis pakai dikali dengan *downtime time loss* yang didapat sebelumnya, dan *labour maintenance cost* yang didapat dari biaya pekerja per jam dikali dengan *downtime time loss*. Hasil downtime COUR dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Downtime COUR

Money Loss	Komponen Kritis		
	Check Valve	Automatic Tank Gauge	Pressure Relief Valve
DT Time Hours/8 Years	340,46496	188,99920	211,00000
Loss Production Cost	Rp26.390.835.950	Rp14.650.103.373	Rp16.355.475.641
Equipment Cost	Rp55.240.440	Rp30.665.120	Rp34.234.750
Labour Maintenance Cost	Rp19.860.456	Rp11.024.953	Rp12.308.333
Downtime COUR	Rp26.465.937.186	Rp14.691.793.636	Rp16.402.018.935

Tabel 13. Rangkuman COUR

Jenis Biaya	Jumlah
Corrective COUR	Rp15.448.154.673
Downtime COUR	Rp57.559.749.757
Total	Rp73.027.764.887

## PEMBAHASAN

*Time loss* dan biaya saling berhubungan, semakin tinggi *loss time hour*, maka biaya yang perlu dikeluarkan perusahaan semakin besar. Berdasarkan perhitungan, *money loss* terbesar

adalah *check valve*. Hal yang menyebabkan *money loss* pada *check valve* tinggi adalah karena *loss production*, *downtime*, dan *corrective time* yang tinggi. Hal ini menunjukkan masalah *reliability* akan

berdampak buruk pada biaya yang harus ditanggung perusahaan. *Downtime* COUR memiliki nilai lebih tinggi karena pada *downtime* COUR terdapat perhitungan waktu *corrective time* ditambah dengan waktu Keandalan suatu mesin sangat berpengaruh untuk memperoleh jumlah pendapatan perusahaan, berdasarkan perhitungan biaya dengan metode *Cost of Unreliability*, biaya

administratif antara lain menunggu sparepart datang.

## KESIMPULAN

yang disebabkan oleh ketidakandalan sistem berdasarkan *corrective time* adalah Rp15.448.154.673,00, dan berdasarkan *downtime* adalah Rp57.559.749.757,00.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alhilman, J., Saedudin, R. R., Atmaji, F. T. D., & Suryabrata, A. G. (2015). LCC Application for Estimating Total Maintenance Crew and Optimal Age of BTS Component. *2015 3rd International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2015*.
- Alhilman, J. (2017). Cost of unreliability method to estimate loss of revenue based on unreliability data: Case study of Printing Company To. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2015.7231483>
- Crespo Marquez, A., 2007. *The Maintenance Management Framework : Models and Methods for Complex Systems Maintenance*. Springer
- Ebeling, C. E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.