

## Pemeliharaan Fasilitas Mesin *Heat Treatment* dengan Pendekatan Metode *Reliability Centered Maintenance* di PT XYZ

Akhdan Hanif Kartika Zaman\*, Eko Liquiddanu

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, Surakarta

\*Email korespondensi: [akhdanzaman@student.uns.ac.id](mailto:akhdanzaman@student.uns.ac.id)

### Abstrak

Mesin KRAFT merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk melakukan *heat treatment* pada perusahaan PT XYZ. Berdasarkan laporan, mesin ini memiliki jumlah kegagalan yang paling tinggi sejumlah 112 kali selama periode Januari 2019 hingga Februari 2023. Kegagalan komponen yang tidak terencana mengharuskan perusahaan untuk melakukan *corrective maintenance* sehingga diperlukan suatu tindakan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan. Penelitian ini ditujukan untuk menentukan strategi yang dapat dilakukan dengan menentukan penjadwalan sebagai acuan untuk pemeliharaan serta jenis kegiatan pemeliharaan yang optimal untuk masing-masing komponen-komponen kritis pada mesin KRAFT menggunakan metode RCM yang mencakup analisis FMECA, LTA, *Task Selection*, dan *Time Interval*. Hasil dari analisis FMECA didapatkan berupa komponen *thermocouple* dan komponen keranjang sebagai komponen kritis pada mesin KRAFT. Komponen *thermocouple* dan komponen keranjang masing-masing memiliki kategori krisis A dan B berdasarkan analisis LTA dan tindakan *condition-directed* untuk kedua komponen menggunakan analisis *task selection*. Kebijakan perawatan yang ditetapkan pada kedua komponen tersebut adalah *scheduled on-condition task* pada kedua komponen dengan komponen keranjang dalam interval waktu 969.20 jam kerja dan *thermocouple* dengan interval 204.57 jam kerja. Pemeliharaan yang diusulkan menghasilkan perhitungan nilai keandalan atau reliabilitas kedua komponen meningkat menjadi 60.65% untuk komponen keranjang dan 80.84% untuk komponen *thermocouple*.

**Kata Kunci:** Perawatan, *Failure Mode and Effect Analysis*, RCM, Interval Pemeliharaan

### Abstract

The KRAFT machine is a machine used to perform *heat treatment* at PT XYZ company. Based on the report, this machine has the highest number of failures of 112 times during the period from January 2019 to February 2023. Unplanned component failures require the company to carry out *corrective maintenance* so that an action is needed to minimize damage. This study aims to determine the strategy that can be carried out by determining scheduling as a reference for maintenance and the type of optimal maintenance activities for each critical component on the KRAFT machine using the RCM method which includes FMECA, LTA, *Task Selection*, and *Time Interval* analysis. The results of the FMECA analysis were obtained in the form of *thermocouple* components and basket components as critical components on the KRAFT machine. The *thermocouple* components and basket components each have crisis categories A and B based on the LTA analysis and CD actions for both components using *task selection* analysis. The maintenance policy set for both components is *scheduled on-condition task* on both components with the basket component in a time interval of 969.20 working hours and the *thermocouple* with an interval of 204.57 working hours. The proposed maintenance resulted in the calculation of the reliability values of both components increasing to 60.65% for the basket component and 80.84% for the *thermocouple* component.

**Keywords:** Maintenance, *Failure Mode and Effect Analysis*, *Reliability Centered Maintenance*, *Maintenance Intervals*



## 1. Pendahuluan

*Heat Treatment*, merupakan fasilitas yang digunakan dalam kegiatan ini yaitu berupa *furnace* atau oven beserta bak *quenching* yang digunakan untuk memanaskan dan mendinginkan komponen agar dapat diolah lebih lanjut. Fasilitas-fasilitas *furnace* yang terdapat di PT XYZ diantaranya, seperti GLS, KGL, KRAFT, dan PRECONS untuk aging, dan PRECONS untuk solution heat. Namun, pada fasilitas-fasilitas tersebut, terdapat kegagalan-kegagalan mesin yang terjadi di setiap mesinnya. Tabel 1 menunjukkan jumlah kegagalan pada bagian Heat Treatment pada interval waktu Januari 2019 hingga Februari 2023.

**Tabel 1.** Frekuensi Kegagalan Bagian Heat Treatment Tahun 2019-2023

Frekuensi Kegagalan	Tahun					Total
	2019	2020	2021	2022	2023	
KRAFT	35	29	26	19	3	112
SMITH KGL-85/100	19	2	9	6	1	37
DEGUSSA DURFERRIT LSU-60/100	13	7	5	7	0	32
LIENEMANN GLS	7	2	5	2	1	17
DEGUSSA DURFERRIT LS-100/150	8	2	2	2	1	15
AIR CIRCULATING FURNACE	3	2	2	3	1	14
Total	85	44	52	39	7	227

Sumber: Data produksi Perusahaan (2023)

Angka kegagalan yang tinggi mengindikasikan bahwa produktivitas mesin banyak terganggu oleh adanya gangguan komponen yang dapat menyebabkan kerugian. Angka kegagalan yang tinggi juga mengharuskan perusahaan untuk melakukan pemeliharaan atas kegagalan komponen yang terjadi. Tabel 1 menunjukkan bahwa frekuensi kegagalan mesin paling banyak terdapat pada mesin KRAFT dengan total 112 kegagalan dalam interval waktu Januari 2019 hingga Februari 2023 dengan persentase kumulatif yang hampir menyentuh 50%.

Maka dari itu, diperlukan adanya sebuah upaya pemeliharaan untuk meminimalisir adanya kegagalan dalam fungsi mesin sehingga dapat memaksimalkan produktivitas. Pemeliharaan merupakan suatu kegiatan menjaga fungsi dari suatu alat, baik dengan mencegah kerusakan maupun memperbaiki fungsi setelah terjadinya kegagalan (Misra, 2008). Kegiatan pemeliharaan ditujukan untuk dapat memberi keyakinan bahwa suatu benda yang dimiliki dapat terus dipakai dan dimanfaatkan oleh pengguna sesuai fungsi yang dimiliki oleh benda tersebut (Moubray, 1997). Dengan dilakukannya perawatan atau pemeliharaan, diharapkan suatu alat atau fasilitas dapat digunakan secara berkelanjutan dalam kegiatan produksi sehingga produksi dapat berjalan secara lancar (Hasibuan et al., 2023).

RCM merupakan metode yang berfokus untuk menjaga fungsi, mengidentifikasi mode kegagalan, memprioritaskan function need dari komponen, dan dapat memilih solusi pemeliharaan yang dapat diterapkan serta efektif untuk kegagalan dengan prioritas tinggi (Smith & Hinchcliffe, 2004). RCM dilakukan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan pada suatu mesin agar mesin tersebut tetap dapat memenuhi fungsinya (Wayan & Rasyid, 2022). Pendekatan ini ditujukan untuk memperbaiki sistem pemeliharaan yang telah ada pada perusahaan sehingga keandalan mesin dapat ditingkatkan. *Failure Mode Effect and Critically Analysis* (FMECA) juga digunakan dalam metode RCM untuk mengetahui dan mengidentifikasi kesalahan yang mungkin dapat terjadi di masa depan serta untuk menentukan komponen kritis dengan nilai RPN. Penggunaan nilai RPN atau *risk priority number* untuk menentukan kategori komponen kritis jika suatu komponen memiliki nilai RPN diatas nilai kritis (Revitasari et al., 2014). Selain itu, keandalan sistem tidak hanya berpengaruh terhadap keberlangsungan proses operasi, namun juga dapat berpengaruh terhadap keselamatan, baik keselamatan operator maupun keselamatan lingkungan (Azhari, 2018). Penggunaan RCM dapat memberikan gambaran mengenai permasalahan pemeliharaan dari sebab dari kegagalan yang terjadi, efek yang ditimbulkan, serta solusi yang dapat diterapkan terhadap permasalahan yang terjadi.

## 2. Metodologi

Penelitian dilakukan dengan melakukan wawancara, observasi, dan menggunakan data historis pemeliharaan mesin dari perusahaan untuk dilakukan pengolahan data. Objek dari penelitian ini adalah mesin KRAFT

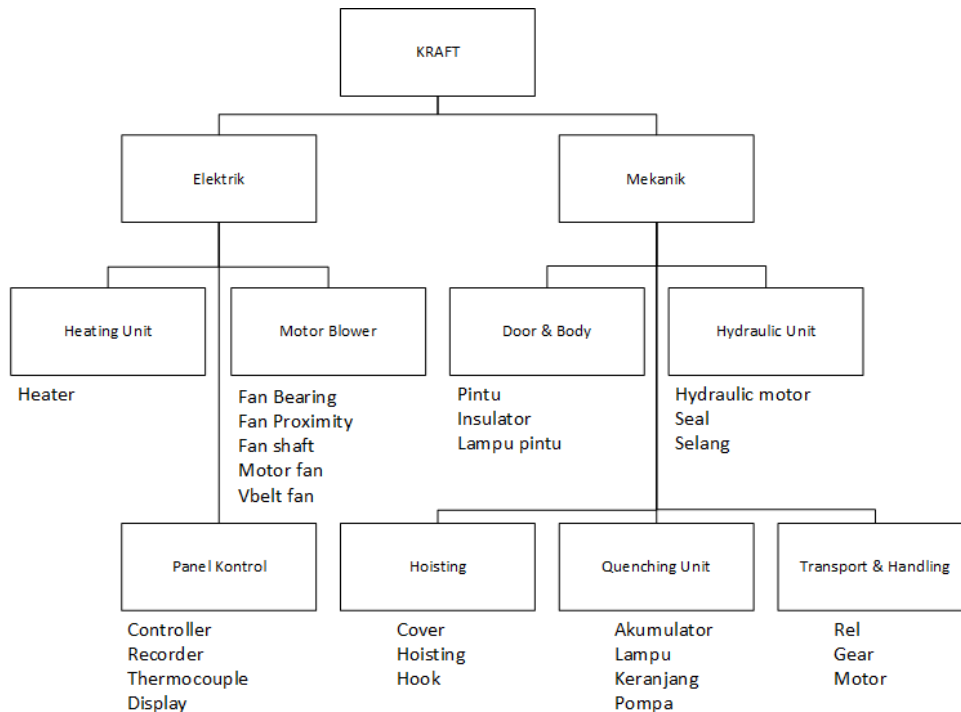
yang selanjutnya akan diidentifikasi komponennya dengan system breakdown structure. Setelah mengetahui struktur dari mesin tersebut, identifikasi dilakukan untuk mencari kerusakan, penyebab, serta efek yang mungkin dapat terjadi menggunakan FMECA. Keluaran dari analisis FMECA berupa nilai RPN atau risk priority number beserta kategori kerusakan setiap komponen. Komponen kritis yang telah diidentifikasi menggunakan analisis FMECA diidentifikasi lebih lanjut dengan *Logic Tree Analysis* atau LTA untuk mendapatkan kebijakan pemeliharaan serta dilakukan perhitungan untuk mencari *Time to Repair* dan *Time to Failure* sebagai input untuk penentuan interval *preventive task*. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai reliabilitas untuk melihat pengaruh dari usulan pemeliharaan yang telah dibuat.

### 3. Analisis Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Analisis Hasil

##### System Breakdown Structure

*System breakdown structure* didefinisikan sebagai alat untuk memecah sistem menjadi komponen-komponen kecil yang lebih terorganisir dan sederhana (Hendryanto et al., 2023). System breakdown structure dari mesin KRAFT dapat dilihat pada Gambar 1 yang mencakup level terendah hingga atas.



**Gambar 1.** System Breakdown Structure Mesin KRAFT

Pemecahan struktur sistem yang telah dilakukan mendapatkan hasil bahwa mesin KRAFT dapat dipecah menjadi 3 struktur utama, yaitu elektrik, mekanik, dan panel kontrol. Bagian elektrik terdapat sub-sistem *heating unit* dengan komponen *heater*, sub-sistem panel-kontrol dengan komponen *controller*, *recorder*, *thermocouple*, dan *display* serta sub-sistem *motor blower* dengan komponen *fan bearing*, *fan proximity*, *fan shaft*, *motor fan*, dan *vbelt fan*. Selanjutnya, bagian mekanik memiliki sub-sistem *door and body* dengan komponen *pintu*, *insulator*, dan *lampu pintu*, sub-sistem *hoisting* dengan komponen *cover*, *hoisting*, dan *hook*, sub-sistem *quenching unit* dengan komponen *akumulator*, *lampu*, *keranjang*, dan *pompa*, sub-sistem *transport and handling* dengan komponen *rel*, *gear*, dan *motor*, serta sub-sistem *hydraulic unit* dengan komponen *hydraulic motor*, *seal*, dan *selang*.

##### Data Kerusakan Komponen

Penelitian ini menggunakan data historis dari perawatan mesin KRAFT yang dilakukan dalam interval waktu Januari 2018 hingga Februari 2023. Komponen yang diambil merupakan komponen yang sebelumnya telah memiliki rekam kerusakan dan terdata pada basis data divisi pemeliharaan. Rekapitulasi frekuensi kerusakan pada mesin KRAFT dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2.** Frekuensi Kegagalan Komponen Mesin KRAFT Tahun 2018-2023

Sub Sistem	Komponen	Kegagalan	Persentase
Electric Panel & Control	Controller	12	11.21%
	Recorder	19	17.76%
	Thermocouple	13	12.15%
Quenching Unit	Akumulator	1	0.93%
	Fan Proximity	1	0.93%
	Keranjang	6	5.61%
	Pump	2	1.87%
Motor Blower	Fan bearing	1	0.93%
	Fan Proximity	1	0.93%
	Fan shaft	1	0.93%
	Motor fan	7	6.54%
	Vbelt fan	2	1.87%
Door & Body	Akumulator	1	0.93%
	Lamp	1	0.93%
	Panel Lamp	1	0.93%
	Pintu	7	6.54%
Heating Unit	Heater	7	6.54%
Hydraulic Unit	Hydraulic motor	3	2.80%
	Seal hydraulic	4	3.74%
Transport / Handling	Gear	3	2.80%
	Cover	4	3.74%
Hoisting	Hoisting	1	0.93%
	Hook	9	8.41%
<b>Total</b>		<b>107</b>	<b>100.00%</b>

### Analisis FMECA

FMECA dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang berpotensi pada suatu mesin dan menilai mode tersebut dengan angka prioritas risiko atau RPN (Dzuliyadin et al., 2020). Setelah mempertimbangkan dengan menyeleksi sistem menggunakan *risk priority number*. *Risk priority number* adalah hubungan antara 3 variabel, yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang dapat menjadi suatu indikator dalam menentukan tingkat resiko suatu komponen (Anggraini et al., 2020). Selain komponen kritis yang dapat diidentifikasi, FMECA juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi pengaruh apa yang dapat diakibatkan ketika komponen mengalami kegagalan serta mengetahui kategori kritis dari komponen yang diidentifikasi. Kategori critically analysis dapat dibagi menjadi 6 derajat kritis, dimana tingkat kritis yang tidak dapat diterima yaitu kategori very high dengan RPN 181-252, critical dengan RPN 253-324, dan very critical dengan RPN diatas 324 (Yssaad & Abene, 2015). Analisis FMECA yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.** FMECA Mesin KRAFT

Analisis Mode dan Efek Kegagalan			Analisis Tingkat Kritis			
Sub-Sistem	Komponen	Mode Kegagalan	RPN	Tingkat Kritis	Kategori Risiko	Maintenance Plan
Hoisting	Hook	Hook tidak terlepas	24	Minor	Dapat Diterima	Pemeriksaan area sekitar hook
	Protective cover	Rusak/lepas	8	Minor	Dapat Diterima	Penggantian komponen
Hydraulic Unit	Seal	Bocor	96	Tinggi	Dapat Ditoleransi	Pergantian komponen seal
	Pump	Tersumbat	36	Menengah	Dapat Ditoleransi	Pembersihan saluran pompa
	Motor	Motor bergetar	18	Minor	Dapat Diterima	Pemberian pelumas dan pengecekan

Heating unit	Heater	Temperatur stagnan	56	Menengah	Dapat Ditoleransi	Melakukan kalibrasi ulang pada mesin
Door & Body	Door	Insulator menipis	24	Minor	Dapat Diterima	Penggantian komponen insulator
Quenching Unit	Pump	Penyumbatan / kegagalan	14	Minor	Dapat Diterima	Pembersihan saluran pompa
	Keranjang	Keranjang retak	216	Sangat Tinggi	Tidak Dapat Diterima	Pemeriksaan keranjang secara berkala
	Bath	Kotor	12	Minor	Dapat Diterima	Pengurusan dan pembersihan bak
Electric	Controller	Malfungsi	100	Tinggi	Dapat Ditoleransi	Pengecekan dan kalibrasi ulang controller
	Thermocouple	Temperatur diluar toleransi	392	Sangat Kritis	Tidak Dapat Diterima	Pengecekan thermocouple dan koneksi kabel
	Recorder	Habisnya tinta/kertas	49	Menengah	Dapat Ditoleransi	Penggantian tinta dan kertas pada recorder
Motor Blower	Motor	Motor macet	56	Menengah	Dapat Ditoleransi	Pengecekan dan pemberian pelumas pada motor
	Vbelt	Aus	15	Minor	Dapat Diterima	Penggantian komponen Vbelt+BB4:H19

Pada analisis FMECA diatas didapatkan bahwa dominasi tingkat kritis komponen ada pada kategori *minor* dan *medium*. Namun, pada komponen keranjang dan thermocouple memiliki kategori kritis berupa *very high* dan *very critical*. Kategori tersebut dapat dikatakan tidak bisa diterima sehingga memerlukan upaya lebih lanjut.

### Logic Tree Analysis dan Task Selection

Logic tree analysis merupakan alat pengukuran kualitatif yang ditujukan untuk mengelompokkan kegagalan dalam kategori tertentu (Supriyadi et al., 2018). Kategori- kategori tersebut nantinya digunakan sebagai dasar dalam penentuan penanganan mode kegagalan yang terjadi. Pada proses LTA, biasanya digunakan beberapa pertanyaan berupa *evident*, *safety*, *outage*, dan *category*. Berikut merupakan *logic tree analysis* untuk komponen keranjang dan *thermocouple*.

**Tabel 4.** *Logic Tree Analysis* Komponen Kritis

Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan	Critically analysis			
				E	S	O	Category
Keranjang	Komponen retak	Penggunaan yang berulang	Keranjang yang rusak dapat menyebabkan kecelakaan kerja.	Y	Y	-	A
Thermocouple	Temperatur diluar toleransi	Pemakaian terlalu lama	Perlakuan panas yang tidak maksimal	Y	T	Y	B

Berdasarkan LTA diatas, komponen keranjang dan *thermocouple* memiliki kategori yang berbeda. Komponen keranjang memiliki status *evident* berupa ‘Ya’ dan *safety* berupa ‘Ya’ yang maka komponen keranjang masuk ke dalam kategori A atau memiliki konsekuensi terhadap keselamatan. Sementara, pada komponen thermocouple memiliki status *evident* berupa ‘Ya’, status *safety* berupa ‘Tidak’, dan status *outage* berupa ‘Ya’ yang maka komponen thermocouple masuk kedalam kategori B atau memiliki pengaruh kuantitas atau kualitas output yang merugikan secara ekonomi.

Pengkategorian yang telah dilakukan selanjutnya dipakai dalam pemilihan tindakan atau *task selection*. Pemilihan tindakan bertujuan untuk mengetahui tindakan apa yang optimal untuk mode kegagalan yang ada. Berikut merupakan pemilihan tidakan pada komponen keranjang dan thermocouple.

**Tabel 5.** Pemilihan Tindakan pada Komponen Kritis

Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan	Analisis Kritis							Pemilihan tindakan
				1	2	3	4	5	6	7	
Keranjang	Komponen retak	Penggunaan yang berulang	Keranjang yang rusak dapat menyebabkan kecelakaan kerja.	Y	Y	Y	T	-	Y	-	CD
Thermocouple	Temperatur diluar toleransi	Pemakaian terlalu lama	Perlakuan panas yang tidak maksimal	Y	T	Y	T	-	Y	-	CD

Berdasarkan hasil pemilihan tindakan diatas, komponen keranjang masuk kedalam kategori dimana tindakan yang sesuai adalah *condition-directed* atau tindakan berdasarkan kondisi komponen. Begitu juga pada komponen *thermocouple*, tindakan yang sesuai adalah *condition-directed* atau tindakan berdasarkan kondisi komponen tersebut.

### Penentuan MTTR dan MTTF

MTTR adalah rata-rata waktu interval yang terjadi ketika melakukan suatu perbaikan pada mesin sementara MTTF adalah rata-rata interval waktu yang terjadi antar kerusakan pada mesin (Bangun et al., 2022). Tahap ini dilakukan penentuan parameter dan penyesuaian distribusi menggunakan uji Anderson-Darling untuk setiap komponen kritis yang mengalami kegagalan. Distribusi kerusakan dapat digunakan sebagai informasi mengenai umur pakai suatu peralatan pada suatu mesin produksi (Kalsum, 2019). Distribusi dan rerata yang didapatkan nantinya akan digunakan untuk perhitungan interval pemeliharaan. Hasil dari perhitungan distribusi dan parameter setiap komponen dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 6.** Distribusi TTF dan TTR Komponen Kritis

No	Komponen Kritis	Distribusi TTR	Parameter TTR				Distribusi TTF	Parameter TTF			
			$\lambda$	$\sigma$	$\mu$	$\beta$		$\lambda$	$\sigma$	$\mu$	$\beta$
1	Keranjang	Lognormal	-	0.80902	1.9865	-	Exponential	0.000515	-	-	-
2	Thermocouple	Lognormal	-	1.415	1.5018	-	Lognormal	-	0.5985	5.834	-

Perhitungan MTTR dan MTTF dilakukan dengan menggunakan perhitungan distribusi dan parameter komponen yang sebelumnya telah dilakukan. MTTF dan MTTR setiap komponen dihitung sesuai dengan distribusi yang telah ditetapkan pada komponen. Perhitungan MTTF dan MTTR hanya dilakukan terhadap komponen komponen kritis yang telah diidentifikasi pada analisis FMECA. Hasil dari perhitungan MTTF dan MTTR komponen kritis yang telah diidentifikasi dapat dilihat pada tabel dibawah.

**Tabel 7.** Hasil MTTR dan MTTF Komponen Kritis

No	Komponen Kritis	MTTR	MTTF
1	Keranjang	11.7129	1938.4000
2	Thermocouple	12.2173	409.1439

### Penentuan Interval Pemeliharaan

Kebijakan pemeliharaan dipilih didasarkan pada karakteristik dan mode kegagalan pada komponen kritis. Interval waktu ditentukan dengan cara yang berbeda untuk masing-masing kegiatan (Afiva et al., 2019). Pada kegiatan *scheduled on condition*, waktu interval dihitung berdasarkan setengah kali *PF Interval* atau potensi kegagalan dari suatu komponen seperti pada perhitungan dibawah.

$$Pm = \frac{1}{2} \times PF \tag{1}$$

#### Keterangan:

- Pm = Interval waktu pemeliharaan
- PF = Interval potensi kegagalan komponen = MTTF

Perhitungan tersebut memiliki tujuan agar pemeliharaan mesin menjadi lebih terjaga dengan cara pengecekan yang lebih ketat untuk mengurangi adanya kegagalan komponen. Sementara, untuk perhitungan interval *scheduled discard task* dan *scheduled restoration task* dilakukan dengan perhitungan biaya penggantian kerusakan komponen. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$Cf = Cr + MTTR(Co + Cw) \tag{2}$$

$$CM = \text{Material Cost} + MTTR(Co + Cw) \tag{3}$$

$$TM = \eta \left( \frac{CM}{Cf(\beta-1)} \right)^{\frac{1}{\beta}} \tag{4}$$

**Keterangan:**

- Cf = Biaya pergantian komponen
- Cr = Biaya komponen
- Co = Biaya *downtime*
- Cw = Biaya tenaga kerja
- Cm = Biaya perawatan
- TM = Interval waktu pemeliharaan

Cara perhitungan diatas selanjutnya dapat diterapkan pada kasus komponen kritis pada mesin KRAFT yaitu pada komponen keranjang dan *thermocouple*. Kedua komponen kritis tersebut memiliki hasil pemilihan tindakan berupa *condition-directed maintenance* dimana untuk menghitung interval waktu pemeliharannya dapat menggunakan rumus (1). Berikut merupakan hasil perhitungan yang telah dilakukan.

**Tabel 8.** Tindakan dan Interval Pemeliharaan Komponen Kritis

Komponen	Mode Kegagalan	Saran Pemeliharaan	Interval Pemeliharaan (jam)
Keranjang	Keranjang retak	<i>Scheduled on-condition task</i> , Inspeksi permukaan keranjang	969.20
Thermocouple	Temperatur diluar toleransi	<i>Scheduled on-condition task</i> , Inspeksi thermocouple dan koneksi kabel	204.57

Dari perhitungan yang telah dilakukan, interval pemeliharaan untuk setiap komponen dapat ditemukan sesuai dengan pemilihan tindakan yang telah dilakukan. Pada komponen keranjang dengan saran pemeliharaan *scheduled on condition*, didapatkan saran interval pemeliharaan dilakukan setiap 969.20 jam kerja. Sementara pada komponen *thermocouple*, didapatkan saran interval pemeliharaan dilakukan setiap 119.94 jam kerja.

**Perhitungan Nilai Reliabilitas**

Keandalan atau reliability adalah suatu probabilitas suatu sistem akan memiliki kinerja sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan dalam periode tertentu (Ebeling, 1997). Hal tersebut juga dapat dikatakan sebagai probabilitas bahwa suatu sistem akan bekerja secara normal ketika akan digunakan untuk periode waktu tertentu. Nilai reliabilitas dapat dievaluasi melalui data maintenance antar kegagalan atau *time to failure* dan waktu perbaikan atau *time to repair*. Berikut merupakan perbandingan perhitungan nilai keandalan yang telah disesuaikan dengan distribusi data kerusakan komponen.

**Tabel 9.** Perbandingan Nilai Reliabilitas Komponen Kritis

No	Komponen Kritis	MTTF	R(MTTF)	Saran Interval Pemeliharaan	R(tp)
1	Keranjang	1938.40	36.79%	969.20	60.65%
2	Thermocouple	409.14	38.24%	204.57	80.48%

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, dengan dilakukannya pemeliharaan berdasarkan kondisi untuk komponen keranjang dan thermocouple, didapatkan nilai reliabilitas yang meningkat untuk kedua komponen. Pada komponen keranjang, nilai reliabilitas dari 36.79% meningkat menjadi 60.65% sementara pada komponen thermocouple meningkat dari 38.24% menjadi 80.48%. Hal tersebut menandakan bahwa tindakan yang diusulkan dapat memberikan perbaikan terhadap sistem yang ada.

### 3.2. Pembahasan

Pada hasil yang telah didapatkan, komponen thermocouple dan komponen keranjang merupakan komponen penting mesin KRAFT. Komponen-komponen ini sangat penting untuk kinerja mesin secara keseluruhan. Kedua komponen ini memiliki risiko kegagalan yang signifikan menurut analisis dengan pendekatan RCM dan memerlukan tindakan pemeliharaan khusus. Analisis ini membantu dalam menentukan prosedur pemeliharaan terbaik untuk menjaga keandalan mesin. Dengan mencegah adanya risiko kegagalan komponen, keandalan dapat ditingkatkan sehingga risiko-risiko seperti risiko keselamatan dan ekonomi dapat dihindari.

Tindakan ini melibatkan pemeliharaan terjadwal yang dilakukan berdasarkan kondisi komponen aktual dengan interval pemeliharaan yang dihitung secara khusus untuk setiap komponen. Interval pemeliharaan yang diusulkan untuk thermocouple adalah 204 jam, dan untuk keranjang adalah 969 jam. Dengan mempertimbangkan bahwa kedua komponen tersebut termasuk dalam kategori *condition-directed*. Pemeliharaan berdasarkan kondisi aktual ini tidak hanya mencegah kerusakan besar tetapi juga mengurangi biaya pemeliharaan yang tidak perlu. Dengan demikian, kebijakan ini lebih efisien dibandingkan dengan pemeliharaan yang dijadwalkan secara konvensional. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan deteksi dini potensi kegagalan, sehingga meningkatkan keandalan dan umur panjang komponen.

Penerapan kebijakan pemeliharaan *scheduled on-condition task* menunjukkan peningkatan signifikan dalam nilai keandalan mesin KRAFT. Sebelum penerapan kebijakan ini, nilai keandalan komponen thermocouple berada pada 38.24% dan komponen keranjang pada 36.79%. Setelah penerapan, nilai keandalan meningkat menjadi 80.84% pada komponen thermocouple dan 60.65% pada komponen keranjang, menunjukkan bahwa kebijakan ini efektif dalam mencegah kegagalan. Peningkatan keandalan ini tidak hanya meningkatkan kinerja operasional tetapi juga mengurangi downtime dan biaya perbaikan yang tidak terduga. Oleh karena itu, hasil ini mendukung pentingnya pemeliharaan berdasarkan kondisi aktual komponen

## 4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan berupa saran pemeliharaan untuk meningkatkan keandalan mesin KRAFT menggunakan pendekatan metode RCM atau *Reliability Centered Maintenance*. Penelitian pada pemeliharaan komponen kritis mesin KRAFT ini menghasilkan saran berupa pemeliharaan yang terdiri dari *scheduled on-condition task* untuk kedua komponen. Pemeliharaan *on-condition task* disarankan dilakukan pada komponen keranjang dengan failure mode berupa keranjang retak berupa inspeksi menyeluruh pada permukaan keranjang untuk mengetahui kondisi keranjang. Pemeliharaan ini juga disarankan untuk dapat dilaksanakan setiap interval 969.20 jam kerja. Begitu pula untuk saran pemeliharaan *scheduled on-condition* disarankan dilakukan pada komponen thermocouple dengan failure mode berupa thermocouple out of tolerance. Inspeksi komponen *thermocouple* dilakukan dengan mengecek keadaan *thermocouple* beserta koneksi kabel antara *thermocouple* dan panel monitoring dalam interval waktu 204.57 jam kerja. Pemeliharaan yang diusulkan menghasilkan perhitungan nilai keandalan atau reliabilitas kedua komponen meningkat menjadi 60.65% untuk komponen keranjang dan 80.84% untuk komponen thermocouple.

Saran dari penelitian ini yaitu agar perusahaan dapat mempertimbangkan kembali hasil dan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan. Peningkatan reliabilitas dapat menjadi suatu nilai tambah bagi produktivitas perusahaan. Penelitian lanjutan juga dapat dilakukan dengan analisis yang lebih efektif dan efisien serta mempertimbangkan biaya dalam melakukan pemeliharaan yang disarankan.

### Daftar Pustaka

- Afiva, W. H., Atmaji, F. T. D., & Alhilman, J. (2019). Usulan Interval Preventive Maintenance dan Estimasi Biaya Pemeliharaan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance dan FMECA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(2), 213–223. <https://doi.org/10.23917/jiti.v18i2.8551>
- Anggraini, W., Fachri, M., & Yola, M. (2020). Reliability Centered Maintenance pada Komponen Kritis Mesin Press. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 6(2).
- Azhari, F. (2018). Analisis Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Ii Pada Aktivitas



Perawatan Mesin (Studi Kasus Di Pg Kebon Agung Malang, Jawa Timur).

- Bangun, C. S., Jalil, A., Amperajaya, D., & Rasjidin, R. (2022). Preventive Maintenance Scheduling with Age Replacement Method at CNG Station. *APTISI Transactions on Technopreneurship*, 4(2), 153–163. <https://doi.org/10.34306/att.v4i2.260>
- Dzulyadain, H., Budiasih, E., Tatas, F., & Atmaji, D. (2020). Usulan Kebijakan Perawatan Pada Mesin Press Di Pt Xyz Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm Ii) Dan Analisis Fmeca Proposed Maintenance Policy Using Reliability Centered Maintenance (Rcm Ii) Method And Fmeca Analysis For Press Machine At Pt Xyz. *E-Proceeding of Engineering*, 7(2), 6528–6537.
- Ebeling, C. E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering* (E. M. Munson & J. M. Morris, Eds.). McGraw Hill.
- Hasibuan, A., Puspita, C., Husni, N., Sirojudin, A., Ilham, J., Abner, S., Tribowo, T., Fauzan, R., Yunani, A., Cahyo, A., Rahmawati, P., Achmad, R., Nurdin, R., Sudrajat, Y., Marjuki, A., Zul, S., Mohamad, F., Sanni, I., & Hia, E. E. (2023). *Manajemen Produksi & Operasi* (R. Mukhlisiah, Ed.). Pt Sada Kurnia Pustaka.
- Hendryanto, L. R., Yusuf Hendryanto, R., & Basri, H. (2023). Penerapan Metoda RCM Dan Analisis FMECA Untuk Menentukan Interval Preventif Maintenance Dan Estimasi Biaya Perawatan Mesin Potong Plat YSD HGS 31/30. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 9(2), 481–488.
- Kalsum, N. I. (2019). Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Roaster Dengan Metode Age Replacement Pada Pt.Mars.
- Misra, K. B. (2008). *Handbook of Performability Engineering*. In K. Misra (Ed.), *Handbook of Performability Engineering* (1st ed.). Springer London. <https://doi.org/10.1007/978-1-84800-131-2>
- Moubray, J. (1997). *Reliability-Centred Maintenance* (2nd ed.). Industrial Press Inc., 2001.
- Revitasari, C., Novareza, O., & Darmawan, Z. (2014). Penentuan Jadwal Preventive Maintenance Mesin-Mesin Di Stasiun Gilingan (Studi Kasus PG. Lestari Kertosono) Preventive Maintenance Scheduling Determination At Mill Station (Case Study PG. Lestari Kertosono). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Sistem Industri*, 3(3).
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. R. (2004). *RCM-Gateway To World Class Maintenance*. [www.bh.com](http://www.bh.com)
- Supriyadi, S., Jannah, R. M., & Syarifuddin, R. (2018). Perencanaan Pemeliharaan Mesin Centrifugal Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada Perusahaan Gula Rafinasi. *Jisi: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 5(2). <https://doi.org/10.24853/jisi.5.2.139-147>
- Wayan Agus Arimbawa, I., & Rasyid, A. (2022). Perawatan Mesin Induced Draft Fan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance di PT. Kurnia Luwuk Sejati. *Jambura Industrial Review*, 2(1), 39–48. <https://doi.org/10.37905/jirev.2.1.39-48>
- Yssaad, B., & Abene, A. (2015). Rational Reliability Centered Maintenance Optimization for power distribution systems. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 73, 350–360. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2015.05.015>