

Analisis Optimalisasi Mesin *Coal Feeder* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* PT PLN (Persero) UPK Nagan Raya

Dasrizal Ramadhani^{1*}, Gaustama Putra²

^{1,2} Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar
Jl. Alue Peunyareng, Ujong Tanoh Darat, Meureubo, Aceh Barat, 23615
Email: ramadhandaasrizal@gmail.com

ABSTRAK

Efektivitas dan efisiensi dari sebuah mesin merupakan hal yang penting untuk meningkatkan kompetitif pada sebuah perusahaan sehingga pihak perusahaan menuntut untuk adanya peningkatan pada mesin dalam mendukung proses produksi. Tujuan penelitian yaitu menentukan komponen kritis, menentukan *Category risk*, dan memberikan usulan perawatan mesin *Coal feeder* A Unit 2 terkait dengan peningkatan performa mesin untuk mencapai optimalisasi. Data yang digunakan adalah data kerusakan mesin *Coal feeder*. Hasil FMEA menunjukkan dari 7 komponen dengan 10 mode kerusakan terdapat nilai RPN paling tinggi pada komponen *Line outlet* dengan klasifikasi nilai berdasarkan *Task Selection* yaitu *Low Maintenance (RTF)*. Hasil LTA yang didapat seluruh mode kerusakan didapat *category B* (kegagalan berpengaruh terhadap produksi). Perbaikan kebijakan perawatan didapatkan hasil semua bentuk kerusakan yaitu *Condition Directed (CD)*. Untuk meningkatkan optimalisasi penulis memberikan Usulan pada setiap komponen yang mengalami kerusakan dengan melakukan *Inspection* secara rutin dan pergantian komponen jika rusak (*Left time*) sehingga kerusakan bisa diminimalisir.

Kata Kunci: RCM, Optimalisasi, *Coal feeder*, FMEA, Kerusakan mesin

ABSTRACT

The effectiveness and efficiency of a machine are important things to increase competitiveness in a company so that the company demands for an increase in the machine to support the production process. The purpose of the research is to determine critical components, determine Category risk, and provide suggestions for machine maintenance Coal feeder A Unit 2 related to improving engine performance to achieve optimization. The data used is the Coal feeder engine damage data. The FMEA results show that from 7 components with 10 damage modes there is the highest RPN value in the Line outlet component with a value classification based on Task Selection, namely Low Maintenance (RTF). Improvements to the maintenance policy resulted in all forms of damage, namely Condition Directed (CD). To improve optimization, the author provides suggestions for each component that is damaged by carrying out regular inspections and replacing components if damaged (Left time) so that damage can be minimized.

Keywords: RCM Optimization, *Coal feeder*, FMEA, Engine failure

Pendahuluan

Pada era industri modern saat ini efektivitas dan efisiensi dari sebuah mesin merupakan hal yang penting untuk meningkatkan tingkat kompetitif di sebuah perusahaan sehingga pihak perusahaan menuntut untuk adanya peningkatan pada mesin untuk mendukung proses produksi [1]. Oleh karena itu, mesin yang memiliki fungsi vital dalam sebuah proses produksi harus dilakukan perawatan tepat. Mesin merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan produksi untuk mencapai optimalisasi yang ingin di capai. mesin tersebut pasti akan

mengalami kerusakan-kerusakan yang mengakibatkan produksi menjadi terganggu. Mesin

produksi harus dilakukan perawatan-perawatan agar terhindar dari kerusakan yang berpengaruh kepada keberhasilan suatu produksi dan keandalan mesin dapat selalu digunakan.

PT PLN (Persero) UPK Nagan Raya berada di Jalan Meulaboh – Tapak Tuan Desa Suak Puntong, Kecamatan Kuala Pesisir, kabupaten Nagan Raya merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pembangkit listrik tenaga Uap. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Nagan Raya memiliki Unit 1 dan 2 yang beroperasi 24 jam dengan

kapasitas pembangkitan yang terpasang sebesar 2 x 110 MW namun untuk saat ini yang listrik terbangkitkan sekitar 2 x 90 MW perhari dalam dua unit tergantung permintaan UP3 (Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan). Bahan bakar yang digunakan untuk PLTU adalah Batu bara dengan kebutuhan batu bara di Estimasi 3.500 MT untuk menghasilkan 2 x 90 MW perhari listrik. PLTU Nagan Raya proses pembakarannya menggunakan jenis boiler *Circulating Fluidized Bed (CFB)* dengan tingkat kekasaran batu bara maksimal 30 mm. Untuk mengatur masuk nya jumlah batu bara ke *furnace* pada *boiler* menggunakan satu mesin yaitu *Coal feeder*, batu bara dari *coal* akan turun dan masuk ke *belt* untuk diteruskan ke *furnace* (Ruang pembakaran). Sebelum beroperasi tentunya *Coal feeder* sudah di setting dengan kecepatan yang sudah ditentukan sesuai dengan jumlah batu bara yang dibutuhkan dengan *output* listrik yang dihasilkan. Walaupun sudah cukup baik melakukan perawatan tentunya masih ada kegagalan – kegagalan yang terjadi pada *Coal feeder*, diantaranya rusak nya *belt feeder* oleh batu bara yang tajam, sensor tidak berfungsi dan lain-lain yang menyebabkan *Coal feeder* berhenti beroperasi. Perawatan yang baik akan membuat keandalan *Coal feeder* makin lama sehingga proses pembakaran pada boiler akan selalu lancar dan produksi listrik akan mencapai target optimalisasi yang sudah ditentukan.

Dari permasalahan diatas maka harus dilakukan perawatan yang baik dan tepat dengan menggunakan metode *Realibility Centered Maintenance (RCM)*. Metode RCM dapat digunakan untuk meminimalkan kegagalan mesin secara tiba tiba, memprioritaskan Komponen kritis pada kegiatan *maintenance* peralatan dan meningkatkan *reability* (keandalan) mesin dan komponennya. Penelitian dengan menggunakan metode RCM bertujuan untuk menentukan Komponen kritis, menentukan *Category risiko*, dan menentukan usulan perawatan terkait dengan optimalisasi dengan peningkatan performa mesin pada *Coal feeder* agar produksi listrik yang dihasilkan bisa selalu mencapai titik optimalisasi.

Menurut kajian riset sebelumnya mengenai manajemen perawatan yang tentang penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* yang menggunakan *Grey FMEA* untuk menentukan prioritas kegagalan dan perbaikan pada mesin kompresor. Setelah dilakukan penerapan metode RCM tersebut, ditemukan kegagalan fungsi yang terjadi pada mesin kompresor unit D yaitu pada komponen Pompa *Low Pressure (LP) & Hight Pressure (HP)* dan sub komponennya yaitu bearing karena memiliki koefisien terkecil[2].

Menurut kajian riset sebelumnya mengenai perencanaan perawatan pada unit kompresor tipe *screw* dengan metode RCM di industri otomotif.

untuk mengetahui komponen yang masuk dalam kategori kritis. Hasil analisis didapatkan beberapa komponen kritis yang mana diperlukan interval penggantian (*age replacement*) yang optimal dengan meminimalkan *downtime*. Selanjutnya dilakukan perencanaan kegiatan pada masing-masing komponen kritis tersebut berdasarkan FMEA dan RCM *Decision Worksheet*. Dengan penerapan metode RCM maka total *downtime* turun sebesar 44.59% dari tindakan *preventive* sebelumnya [3].

Metode Penelitian

Objek penelitian ini yaitu pada *Coal Feeding System* tepatnya pada mesin *Coal feeder* yang berfungsi untuk mengatur jumlah batu bara yang masuk ke *furnace*. Dengan spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 1. Spesifikasi *Coal feeder A*

No	Item	Unit	Parameter
1	<i>Coal Fedeer Model</i>		EG2490
2	<i>Quantity</i>		Each boiler with 4 sets, 8 sets in total
3	<i>Output Range</i>	t/h	4.5-45
4	<i>Drive motor model</i>		M100LB4 / Y3-4P
5	<i>Power</i>	Kw	4
6	<i>Power source</i>		400V, 3 Phase, 50 Hz
7	<i>Cleaning chain motor model</i>		M80S6 / Y0.37-4P
8	<i>Power</i>	Kw	0.37
9	<i>Power Source</i>		400V, three-Phase, 50 Hz

Penelitian dilaksanakan pada bulan April Tahun 2022, data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data kerusakan dari bulan Januari 2021 sampai April 2022 pada mesin *Coal feeder* dan wawancara dengan pihak terkait mengenai dampak kerusakan pada produksi listrik PT PLN (Persero) UPK Nagan Raya.



Gambar 1. Mesin *Coal feeder*

Reliability Centered Maintenance (RCM)

Reliability Centered Maintenance (RCM) adalah metode perawatan yang berkenaan dengan keandalan suatu mesin atau peralatan untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif dan memastikan beroperasi dengan fungsionalnya [4]. RCM dapat digunakan untuk meminimalkan kegagalan mesin secara tiba-tiba, memprioritaskan komponen kritis pada kegiatan *maintenance* peralatan dan meningkatkan *reability* (keandalan) komponen. Pendekatan metode RCM pada strategi perawatan mnedgedepankan bahwa suatu mesin atau perawatan tidak memiliki ketergantungan finansial dan sumber daya, sehingga perlu diprioritaskan dan dioptimalkan fungsi dari peralatan atau mesin [5]. RCM mempunyai tujuh tahapan diantaranya, pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, definisi batasan sistem, deskripsi sistem dan *functional block diagram*, penentuan fungsi sistem dan kegagalan fungsional, *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*[6], [7], *Logic Tree Analysis (LTA)* dan *Task Selection* [8]. Berikut adalah penjabaran metode RCM :

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi.

Tahap pertama untuk dalam menganalisis menggunakan metode RCM yaitu dengan cara pemilihan sistem dan pengumpulan data atau informasi yang berfungsi untuk menunjang proses analisis seperti data kerusakan mesin atau komponen dalam suatu produksi [9]. Proses RCM pada sistem yang akan dianalisis akan memperoleh informasi yang jelas dan detail tentang fungsi dan kegagalan fungsi alat atau komponen.

2. Pendefinisian Batasan Sistem.

Langkah ini memerlukan definisi batas sistem yang lebih mendalam dan fokus pada objek yang dibahas. Pendefinisian batas sistem ini bertujuan untuk menghindari tumpang tindih antara satu sistem dengan sistem lainnya.

3. Diagram Sistem dan Diagram Blok Fungsi.

Dalam tahap ini terdapat tiga informasi yang harus dikembangkan, yaitu deskripsi sistem, blok diagram fungsi, dan *system work breakdown structure (SWBS)*. Disini hanya perlu memilih salah satu dari tiga cara ini untuk mendeskripsikan sistem.

4. Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsi

Pada langkah ini, proses analisis dilakukan terhadap kegagalan fungsi masing-masing komponen. Analisis akan diprioritaskan pada *Function failure* dan pada umumnya ada dua atau lebih kondisi yang menyebabkan kegagalan kecil maupun besar pada sistem produksi [10]. Efek yang ditimbulkan tentulah berbeda tergantung bentuk kerusakan yang terjadi [11]. Setiap komponen yang mengalami kerusakan akan dideskripsikan agar penyusunan *Failure* pada metode FMEA mudah untuk dianalisis

5. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA terdiri dari *Failure Mode* (Bentuk Kegagalan) dan *Effect Analysis* (Analisa Efek) [12]. bertujuan untuk menganalisis berbagai macam bentuk kegagalan dari sistem yang terdiri dari beberapa komponen dan menganalisis pengaruh serta sumber-sumber masalah yang nantinya akan menentukan komponen kritis pada sistem berdasarkan nilai perhitungan *Risk Priority Number (RPN)* yang diperoleh melalui hasil perkalian antara rating *Severity* (Dampak terburuk dari adanya kegagalan), *Occurrence* (Probabilitas atau peluang seberapa sering komponen mengalami kegagalan), dan *Detection* (Bagaimana efek dari kegagalan dan metode pencegahan atau pendeteksian dari masalah yang terjadi).

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Setelah didapat hasil nilai RPN maka akan dilakukan pemilihan nilai RPN tertinggi pada komponen yang memiliki kegagalan yang berefek besar pada produksi.

6. LTA (*Logic Tree Analysis*)

Bertujuan untuk menentukan prioritas pada setiap mode kerusakan dan melakukan kalsifikasi mode kegagalan dan kegagalan fungsi [13]. Analisis pada LTA menggolongkan setiap mode kerusakan kedalam empat kategori.yaitu *Evident, safety, outage, dan category* [14]. Dalam 4 kategori ini akan diberikan pertanyaan-pertanyaan yang berkaitan dengan produksi. Empat hal dalam kekritisan produksi adalah sebagai berikut:

- Evident*, yaitu apakah dalam situasi normal operator mengetahui telah terjadi gangguan dalam sistem?
- Safety*, yaitu apakah kegagalan yang terjadi menyebabkan masalah keselamatan operator?
- Outage*, yaitu apakah kegagalan yang terjadi mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin berhenti beroperasi?
- Category*, yaitu pengkategorian setelah menjawab beberapa pertanyaan yang telah diajukan. Pada bagian ini komponen terbagi dalam 4 kategori [14], yaitu:
 - Kategori A (*Safety problem*)
 - Kategori B (*Outage problem*)
 - Kategori C (*Economic problem*)
 - Kategori D (*Hidden failure*)

7. Task Selection (Pemilihan Tindakan)

Task Selection dilakukan untuk menentukan *Maintenance Strategy* yang mungkin untuk diterapkan dan memilih *task* yang paling tepat untuk setiap mode kegagalan [15]. Proses ini akan menentukan tindakan *maintenance* yang tepat untuk setiap mode kerusakan tertentu. *Task selection* terbagi menjadi 3 jenis, yaitu:

1. *Condition Directed (C.D)* yaitu Tindakan yang berdasarkan kondisi dengan antisipasi melakukan pengecekan pada mesin atau komponen, memeriksa

- peralatan, dan jika ada indikasi kerusakan maka dilakukan perbaikan.
2. *Time Directed* (T.D) yaitu Suatu tindakan yang berdasarkan waktu atau umur (*Left time*) komponen dengan melakukan antisipasi langsung (*local*) terhadap sumber kerusakan.
 3. *Finding Failure* (F.F) yaitu Tindakan yang tidak terdeteksi atau tersembunyi dengan antisipasi melakukan pengecekan berkala

Hasil dan Pembahasan

Pemilihan Sistem

Pada PT PLN (Persero) UPK Nagan Raya unit 1 dan 2 memiliki 8 *Coal feeder*, setiap Unit memiliki 4 *Coal feeder*, *Coal feeder* berfungsi untuk mengatur jumlah batu bara yang masuk ke *boiler* (*Furnace*). Batu bara dari Bunker masuk ke *Coal inlet*, Batu bara akan di hitung jumlah yang masuk ke *Furnace* oleh *sensor indicator*, di lanjutkan oleh *belt conveyor* dengan *Flow* yang ditentukan. setelah itu batu bara akan di bawa k *Furnace*. *Coal feeder* sangat signifikan terjadinya kegagalan. Kegagalan itu tentunya akan ada efeknya pada produksi listrik yang dihasilkan dan optimalisasi akan berkurang. Kegagalan *Coal feeder* di dapat dari data perusahaan dimulai dari bulan Januari 2021 s/d April 2022. Berikut adalah jumlah kerusakan yang terjadi pada *Coal feeder* :

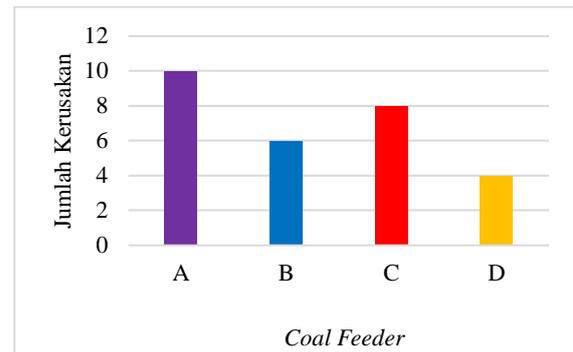
Tabel 2. Data kerusakan *Coal feeder*

Sistem	Sub Sistem	Frekuensi Kerusakan
Unit 1	<i>Coal feeder A</i>	7
	<i>Coal feeder B</i>	4
	<i>Coal feeder C</i>	2
	<i>Coal feeder D</i>	8
	Total	21
Unit 2	<i>Coal feeder A</i>	10
	<i>Coal feeder B</i>	6
	<i>Coal feeder C</i>	8
	<i>Coal feeder D</i>	4
	Total	28
Total	Total	49

Berdasarkan Tabel diatas didapatkan kerusakan *Coal feeder* yang paling banyak yaitu pada Unit 2 dengan total 28 kerusakan sedangkan pada Unit 1 dengan total kerusakan 21 maka Total kerusakan *Coal feeder* Unit 1 dan Unit 2 adalah 49.

Definisi Batasan Sistem

Batasan sistem diperlukan untuk mendefinisikan sistem apa yang dibahas dan agar tidak tumpang tindih antara satu sistem dengan sistem lainnya. Pada tabel 2 terdapat frekuensi kerusakan paling tinggi pada Unit 2 maka dari itu batasan sistem pada penelitian ini yaitu *Coal feeder* yang dibahas hanya pada Unit 2.



Gambar 1. Frekuensi kerusakan *Coal feeder* unit 2

Berdasarkan diagram diatas *Coal feeder* yang sering mengalami kerusakan yaitu pada *Coal feeder A* dengan dengan 10 jumlah kerusakan. Objek penelitian dengan metode RCM pada penelitian ini adalah *Coal feeder A* Unit 2 dengan sub sistem atau komponen-komponen yang mengalami kerusakan.

Deskripsi Sistem

Pada tahap ini dilakukan pendeskripsian sistem yang telah ditentukan yaitu *Coal feeder A* dengan SWBS (*System Work Breakdown Structure*). SWBS merupakan suatu cara untuk mendeskripsikan kegagalan dengan mendefinisikan bagian sistem dan sub sistem dengan memberikan pengkodean dalam sebuah sistem produksi [1].

Tabel 3. SWBS *Coal feeder A*

Unit			
Nama	Proses	Kode	Komponen
A	<i>Coal feeder</i>	A1	<i>Belt Feeder</i>
		A2	Motor penggerak
		A3	<i>Line Outlite</i>
		A4	<i>Gate Inlet</i>
		A5	<i>Gearbox</i>
		A6	<i>Scrapper</i>
		A7	<i>Sensor Indicator</i>

Keterangan dari tabel diatas adalah sebagai berikut:

- a. Huruf A melambangkan nama sub sistem yaitu *Coal feeder*
- b. Angka yang diikuti huruf adalah komponen dari *Coal feeder*
 1. *Belt Feeder*
 2. Motor penggerak
 3. *Line Outlet*
 4. *Gate Inlet*
 5. *Gearbox*
 6. *Scrapper*
 7. *Sensor Indicator*

Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Pada tahap ini fungsi dari masing-masing kegagalan komponen dari *Coal feeder* dideskripsikan. Penulis hanya mendeskripsikan kegagalan yang terjadi pada setiap komponen *Coal feeder* A. Setelah wawancara dengan pegawai Enjiniring didapatkan fungsi dan kegagalan sebagai berikut:

Tabel 4. Fungsi *Coal feeder*

Kode	Fungsi
A1	Menerima batu bara dari <i>coal inlet</i> dan mengarahkannya ke <i>coal discharge</i> menuju <i>furnace</i>
A2	Untuk penggerak <i>belt feeder</i>
A3	Jalur untuk keluarnya batu bara dari belt menuju ke <i>furnace</i>
A4	Gerbang untuk masuknya batu bara menuju <i>coal inlet</i>
A5	Mentransfer daya dari motor penggerak menuju <i>Chain Travel</i>
A6	Untuk pembersih batu bara yang tumpah dan tercecer
A7	Penunjuk besaran batu bara yang masuk ke <i>Furnace</i>

Setelah dideskripsikan komponen dari *Coal feeder* A, langkah selanjutnya yaitu menentukan kegagalan yang terjadi pada komponen *Coal feeder* A. Berikut adalah tabel komponen yang mengalami kegagalan pada *Coal feeder* :

Tabel 5. Kegagalan *Coal feeder*

Komponen	Kegagalan Fungsi
<i>Belt Feeder</i>	<i>Belt</i> tidak berputar
<i>Belt Feeder</i>	Tidak bisa beroperasi
Motor penggerak	<i>Coal feeder</i> tidak dapat dioperasikan
<i>Line Outlite</i>	Terjadi penumpukan batu bara disekitar kebocoran

Tabel 6. FMEA *Coal feeder*

System	Komponen	Failure Cause	Failure Effect	S	O	D	RPN
<i>Coal feeder</i>	<i>Belt feeder</i>	<i>Belt slip</i>	<i>Belt</i> tidak berputar	8	7	3	168
	<i>Belt feeder</i>	<i>Belt conveyor</i> robek	Tidak bisa beroperasi	8	7	3	168
	Motor penggerak	<i>Coal feeder trip</i>	<i>Coal feeder</i> tidak dapat dioperasikan	8	5	2	80
	<i>Line outlet</i>	kebocoran <i>Line outlet</i>	Terjadi penumpukan batu bara disekitar kebocoran	6	6	5	180
	<i>Gate inlet</i>	<i>Gate Inlet</i> damper tidak bisa <i>full open</i>	Banyak batu bara yang tertahan di <i>gate</i>	6	4	3	72
	<i>Gearbox</i>	Kebocoran Oli <i>Gearbox</i>	Level pelumas berkurang	6	4	3	72
	<i>Scrapper</i>	Tidak bisa dioperasikan secara auto atau manual	Penumpukan batu bara dibawah <i>belt feeder</i>	5	3	3	45
	<i>Scrapper</i>	<i>Scrapper trip</i>	Batu bara menumpuk di <i>line</i>	6	5	3	90
	<i>Scrapper</i>	Baut <i>Srcapper</i> lepas	Batu bara keluar <i>Line</i>	6	2	3	36
	<i>Sensor Indicator</i>	<i>Sensor blocking</i> patah	Sensor tidak berfungsi	2	2	3	12

<i>Gate Inlet</i>	Banyak batu bara yang tertahan di <i>gate</i>
<i>Gerbox</i>	Level pelumas berkurang
<i>Scrapper</i>	Penumpukan batu bara dibawah belt
<i>Scrapper</i>	Batu bara menumpuk di line <i>Coal feeder</i>
<i>Scrapper</i>	Batu bara menumpuk di bawah belt feeder
<i>Sensor Indicator</i>	Sensor tidak berfungsi

Dari table 5 diatas dapat diketahui bahwa ada 7 Komponen yang mengalami kerusakan dengan 10 mode kerusakan yang berbeda pada *Coal feeder* A yang dideskripsikan Komponen yang mengalami kerusakan . Langkah berikutnya adalah menentukan sumber penyebab dari kegagalan yang terjadi dengan metode FMEA.

Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Setelah di deskripsikan fungsi dan kegagalan *Coal feeder*, langkah selanjutnya yaitu membuat FMEA pada *Coal feeder*. FMEA merupakan suatu pendeskripsian tentang kegagalan (*Failure*) yang terjadi beserta penyebab kegagalan tersebut. FMEA bertujuan untuk menentukan komponen yang memiliki tingkat kekritisan yang paling tinggi. Contoh perhitungan Nilai *Risk Priority Number (RPN)* dengan mode kegagalan *Belt* tidak berputar pada komponen *Belt feeder*. Diketahui *Severity* = 8, *Occurance* = 7, dan *Detection* = 3. Dilakukan perhitungan antara *Severity*, *Occurance*, dan *Detection* dengan hasil 168. Jadi, nilai RPN untuk mode kegagalan *Belt* tidak berputar adalah 168. Nilai RPN kerusakan komponen *Coal feeder* A Unit 2 dapat dilihat pada Tabel 6.

Perhitungan nilai RPN terdapat 10 kegagalan yang dialami *Coal feeder* A. Berdasarkan FMEA *Coal feeder* diatas dapat dilihat bahwa nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi berada pada komponen *line outlet* dengan nilai 180 dan nilai RPN terendah berada pada komponen *sensor indicator* dengan nilai RPN 12. Ini menunjukkan ada metode kegagalan yang harus diperbaiki berdasarkan *Task Selection* tingkat RPN [16]

Tabel 7. *Task selection* berdasarkan nilai RPN

RPN	Klasifikasi	Task Selection
<100	N	No maintenance (RTF)
100-200	L	Low maintenance (or RTF)
200-400	M	Adequate maintenance
400-600	MH	Aggressive maintenance
600-800	H	Aggressive maintenance (+maybe redesign)
800-1000	E	Aggressive maintenance + redesign

Berdasarkan tabel diatas nilai RPN paling tinggi yaitu pada komponen kebocoran *Line outlet* dengan nilai 180 masuk dalam klasifikasi tingkat *Low Maintenance (RTF)*. RTF adalah melakukan *repair, replacement*, atau pengembalian keandalan mesin/fasilitas setelah kerusakan terjadi agar kerusakan dapat terselesaikan dan produksi bisa beroperasi. Usulan perbaikan yang dapat dilakukan yaitu melakukan pemeriksaan secara rutin untuk mengetahui kegagalan kecil pada *line outlet* sehingga kebocoran pada *line outlet* bisa di cegah dan optimalisasi pun akan selalu mencapai target.

Logic Tree Analysis (LTA)

Berikut adalah hasil rekapitulasi penilaian LTA pada setiap komponen *Coal feeder* A sebagai berikut.

Tabel 8. Rekapitulasi LTA

Komponen	Failure Effect	Task Selection Sebelumnya	Task Selection (RCM)
<i>Belt feeder</i>	<i>Belt</i> tidak berputar	FLM	CD
<i>Belt feeder</i>	Tidak bisa beroperasi	CM	CD
Motor Penggerak	<i>Coal feeder</i> tidak dapat dioperasikan	CM	CD
<i>Line Outlet</i>	Terjadi penumpukan batu bara disekitar kebocoran	FLM	CD
<i>Gate Inlet</i>	Banyak batu bara yang tertahan di <i>gate</i>	CM	CD
<i>Gearbox</i>	Level pelumas berkurang	CM	CD
<i>Scraper</i>	Penumpukan batu bara dibawah <i>belt feeder</i>	CM	CD

Komponen	Critically analysis			Category
	E	S	O	
<i>Belt feeder</i>	Y	T	Y	B
	Y	T	Y	B
Motor Penggerak	Y	T	Y	B
<i>Line Outlet</i>	Y	T	Y	B
<i>Gate Inlet</i>	Y	T	Y	B
<i>Gearbox</i>	Y	T	Y	B
	Y	T	Y	B
<i>Scraper</i>	Y	T	Y	B
	Y	T	Y	B
<i>Sensor Indicator</i>	Y	T	Y	B

Berdasarkan tabel 8, *evident* diberi tanda (Y), karena operator dalam kondisi normal mengetahui kegagalan. *Safety* diberi tanda (T), karena tidak berefek pada keselamatan. *Outage* diberi tanda (Y), karena kegagalan menyebabkan berhenti mesin atau produksi. *Category* dibagi menjadi empat yaitu A (kegagalan berpengaruh terhadap keselamatan kerja), B (kegagalan berpengaruh terhadap produksi), C (Kegagalan berpengaruh terhadap ekonomi perusahaan), D (kegagalan yang tidak ditemukan)

Penerapan pendekatan RCM pada *Logic Tree Analysis (LTA)* yaitu pemberian kategori dalam penentuan pengaruh kegagalan yaitu bahwa semua kerusakan masuk dalam kategori B dengan presentase 100%.

Task Selection (Pemilihan Tindakan)

Pada tahap ini ditentukan tindakan yang tepat untuk setiap kegagalan. Setiap kegagalan ditentukan dengan ketentuan metode RCM yaitu *Time Directed (TD)*, *Condition Directed (CD)*, *Failure Finding (FF)*. berikut adalah hasil LTA dengan metode RCM.

<i>Scrapper</i>	Batu bara menumpuk di <i>line Coal feeder</i>	CM	CD
<i>Scrapper</i>	Batu bara keluar <i>Line</i>	CM	CD
<i>Sensor Indicator</i>	Sensor tidak berfungsi	CM	CD

Berdasarkan Task selection diatas untuk pemilihan kebijakan perawatan kegagalan komponen pada *Coal feeder A*, diperoleh hasil tindakan atau usulan perawatan dengan menggunakan metode RCM yaitu bahwa semua mode kegagalan menggunakan CD (*Condition Directed*). Usulan Perawatan pada CD pada setiap komponen yang mengalami kerusakan yaitu *Belt feeder*, Motor penggerak, *Line Outlet*, *Gate inlet*,

Scrapper, *Sensor indicator* adalah dilakukan *Inspection* yang meliputi pemeriksaan alat, mengecek data dan gejala-gejala yang muncul secara rutin agar dapat melakukan pencegahan sebelum terjadi kegagalan. Lebih lengkap akan dipaparkan pada Tabel 10.

Berdasarkan hasil tabel 9 diatas dapat dilakukan pencegahan terhadap komponen yang mengalami kerusakan pada *Coal feeder A* Unit 2.

Tabel 10. Usulan Perawatan pada *Coal feeder A*

Komponen	Failure Cause	Task Selction (RCM)	Usulan Pearwatan Failure (RCM)
<i>Belt feeder</i>	<i>Belt slip</i>	CD	1. Melakukan pengecekan lokal secara berkala dengan memastikan <i>belt</i> tidak miring (Op) 2. Mengencangkan <i>belt feeder</i> (HAR) <i>Effectiveness</i> : Agar <i>Coal feeder</i> dapat selalu menyuplai batu bara ke <i>furnace</i>
	<i>Belt conveyor robek</i>	CD	1. Melakukan penggantian pada <i>belt</i> yang robek (HAR) 2. Melakukan <i>Visual inspection</i> secara rutin pada <i>belt</i> (Op) 3. Inspeksi pada ukuran batu bara apakah ukuran sudah sesuai dengan ketentuan (Op) <i>Effectiveness</i> : Terhindar dari resiko beban <i>daerating</i> dan <i>belt feeder</i> dapat selalu beroperasi
Motor Penggerak	<i>Coal feeder trip</i>	CD	1. Melakukan pengecekan <i>temperature</i> secara berkala pada motor (Op) 2. Melakukan <i>Visual inspection</i> secara rutin pada Motor (Op) <i>Effectiveness</i> : Terhindar dari resiko beban <i>daerating</i>
<i>Line Outlet</i>	kebocoran <i>Line outlet</i>	CD	1. Melakukan pembersihan di area kebocoran (HAR) 2. Melakukan <i>Patroli Check</i> secara rutin pada <i>Line Outlet</i> (Op) <i>Effectiveness</i> : Terhindar dari resiko kebakaran dan kebocoran bisa di antisipasi
<i>Gate Inlet</i>	<i>Gate Inlet</i> damper tidak bisa <i>full open</i>	CD	1. Melakukan pengecekan Lokal pada <i>Gate inlet</i> (HAR) 2. <i>Visual inspection</i> secara rutin pada <i>gate inlet</i> (Op) <i>Effectiveness</i> : Terhindar dari resiko kebakaran yang berasal dari <i>gate bunker</i> yang bisa berefek pada <i>Coal feeder</i>
<i>Gearbox</i>	Kebocoran Oli <i>Gearbox</i>	CD	1. Melakukan penambalan pada <i>gearbox</i> yang bocor (HAR) 2. Melakukan pengecekan dan pengisian oli secara berkala pada <i>Gearbox</i> (HAR) <i>Effectiveness</i> : Terhindar dari resiko kebocoran oli dan kerusakan pada <i>gearbox</i>
<i>Scrapper</i>	Tidak bisa dioperasikan secara auto atau manual	CD	1. Melakukan <i>Inspection</i> yang mendalam pada <i>sacrapper</i> (Op) 2. apabila ada indikasi kerusakan yang sama muncul ,maka harus di lakukan pergantian (HAR) <i>Effectiveness</i> : Terhindar dari resiko penumpukan batu bara di <i>line belt feeder</i> dan putaran <i>belt</i> tidak terganggu.

	<i>Scrapper trip</i>	CD	1. Melakukan visual inspection pada scrapper dan menemukan sumber yang menyebabkan trip (Op) <i>Effectiveness</i> : Terhindar dari resiko beban <i>daerating</i>
	Baut <i>Srcapper</i> lepas	CD	1. melakukan pengecangan baut Scrapper (HAR) 1. Melakukan pengecekan berkala pada Scarpper (Op) <i>Effectiveness</i> : Terhindar dari resiko <i>trip</i> pada <i>scrapper</i>
<i>Sensor Indicator</i>	Sensor <i>blocking</i> patah	CD	1. Melakukan pergantian sensor <i>blocking</i> (HAR) 2. Melakukan pengecekan lokal pada sensor <i>Coal feeder</i> (Op) <i>Effectiveness</i> : Agar <i>CCR</i> dapat mendeteksi batu bara yang akan masuk ke <i>furnace</i>

Kesimpulan

Komponen yang kritis di mesin *Coal feeder* A unit 2 didapat dari *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)* berdasarkan perhitungan nilai RPN adalah *Line Outlet* dengan nilai 180. Nilai terendah dengan klasifikasi *Low Maintenance (RTF)*. Komponen terendah nilai RPN nya adalah *sensor Indicator* dengan nilai 12 dengan klasifikasi *No Maintenance*. Hasil *Logic Tree Analysis (LTA)* untuk *Coal feeder* A unit 2 yaitu Category B dimana kegagalan yang terjadi mengakibatkan seluruh atau sebagian mesin berhenti beroperasi. Tindakan perawatan pada *Task Selection* dengan metode RCM Yaitu dengan 10 mode kerusakan didapatkan bahwa semua tindakan dengan CD (*Condition Directed*) dengan memberikan usulan pencegahan agar terhindar dari dampak risiko yang lebih parah kedepannya sehingga Optimalisasi selalu tercapai. Usulan perawatan pencegahan kerusakan pada *Coal feeder* A Unit 2. Salah satu usulan yang diberikan yaitu pada komponen *Belt feeder* dengan bentuk kegagalan *belt slip* dengan usulan melakukan pengecekan (*Inspection*) lokal secara berkala dengan memastikan *Belt* tidak miring dan mengencangkan belt feeder sehingga *Coal feeder* akan selalu mensuplai batu bara ke *furnace*.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada PT PLN (Persero) UPK Nagan Raya terkhusus pada bagian Enjiniring yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian dan Terima kasih kepada bapak Gaustama Putra selaku dosen pembimbing artikel yang telah membimbing, memberikan motivasi dan semangat demi selesainya penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] P. ilham Raharja, I. B. Suardika, and W. H. Galuh, "Analisis Sistem Perawatan Mesin Bubut Menggunakan," *Ind. Inov.*, vol. 2019, no. September 2019, pp. 39–48, 2021.

[2] A. Anastasya and F. Yuamita, "Pengendalian Kualitas Pada Produksi

Air Minum Dalam Kemasan Botol 330 ml Menggunakan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA) di PDAM Tirta Sembada," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, pp. 15–21, 2022, doi: <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.4>.

- [3] N. Hairiyah, R. R. Amalia, and E. Luliyanti, "Analisis Statistical Quality Control (SQC) pada Produksi Roti di Aremania Bakery," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 8, no. 1, pp. 41–48, 2019, doi: [10.21776/ub.industria.2019.008.01.5](https://doi.org/10.21776/ub.industria.2019.008.01.5).
- [4] F. Kurniawan, *Teknik dan Aplikasi perawatan Manajemen Perawatan Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013.
- [5] N. Y. Hidayah and N. Ahmadi, "Analisis Pemeliharaan Mesin Blowmould Dengan Metode RCM Di PT. CCAI," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 16, no. 2, p. 167, 2017, doi: [10.25077/josi.v16.n2.p167-176.2017](https://doi.org/10.25077/josi.v16.n2.p167-176.2017).
- [6] A. Wicaksono and F. Yuamita, "Pengendalian Kualitas Produksi Sarden Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Meminimumkan Cacat Kaleng Di PT. Maya Food Industries," *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, pp. 1–6, 2022, doi: <https://doi.org/10.55826/tmit.v1i1.6>.
- [7] M. Rizki, A. Wenda, ... F. P.-2021 I., and undefined 2021, "Comparison of Four Time Series Forecasting Methods for Coal Material Supplies: Case Study of a Power Plant in Indonesia," *ieeexplore.ieee.org*, Accessed: Jun. 05, 2022. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9493522/>.
- [8] J. Moubray, *Realibility Centered Maintenance*, Chapter 4. New York:

- Industrial Press INC, 1997.
- [9] D. A. Kurniawati and M. L. Muzaki, "Jurnal Optimasi Sistem Industri Analisis Perawatan Mesin dengan Pendekatan RCM dan MVSM," vol. 2, pp. 89–105, 2017.
- [10] Simamora, "Implementasi Realibility Centered Maintenance (RCM) II Pada Sub Sistem Syn Gas Compressor," *J. Pembang. Wil. Kota*, vol. 1, no. 3, pp. 82–91, 2018.
- [11] H. F. Sambodo, "Analisis Perencanaan Sistem Perawatan Mesin dengan Menggunakan Pendekatan Metode Reliability Centered Maintenance II (RCM II) dengan Model Age Replacement dan Interval Waktu Pemeriksaan (Studi Kasus : PT. Deltomed Laboratories)," *Univ. Islam Indones.*, no. Rcm Ii, p. 182, 2017.
- [12] R. E. Mcdermott, R. Mikulak, M. R. Beauregard, and F. Group, *The basics of FMEA*, 2nd ed. CRC Press, 2008.
- [13] D. Febriyanti and E. Fatma, "Analisis Efektivitas Mesin Produksi Menggunakan Pendekatan Failure and Mode Effect Analysis dan Logic Tree Analysis," *JIEMS (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.*, vol. 11, no. 1, pp. 39–47, 2018, doi: 10.30813/jiems.v11i1.1015.
- [14] M. A. Smith and R. G. Hinchcliffe, *Rcm—gateway to world class maintenance*. London: Elseveir Inc, 2004.
- [15] T. Mesra and R. Amanda, "Maintenance Pompa Reciprocating 211 / 212 PM-4 A / B Menggunakan Metode RCM Di PT Pertamina (Persero) Refinery Unit II Dumai," *Bul. Utama Tek.*, vol. 3814, pp. 175–183, 2018.
- [16] S. Supriyadi, R. M. Jannah, and R. Syarifuddin, "Perencanaan Pemeliharaan Mesin Centrifugal Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered," *J. intergrasi Sist. Ind.*, vol. 5, no. 2, 2018.