

PERENCANAAN PERAWATAN GANGGUAN LOKOMOTIF CC204 DI DEPO LOKOMOTIF YOGYAKARTA DENGAN *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)*

Fajri Sukma¹, Ir. Hari Boedi Wahjono, M.T.², R. Caesario Boing, M.T.³

Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD

Jalan Raya Setu KM 3.5, Desa Cibuntu, Kecamatan Cibitung, Kabupaten Bekasi

¹sukmafajri77@gmail.com, ²caesario.bang@ptdisttd.ac.id, ³haribudi64@gmail.com

Abstrack

The transportation sector is important to the environment. Especially now that those without private vehicles have access to public transportation as a substitute. Because the cost is still affordable to the public, especially for passenger transportation services, the public is becoming increasingly interested in this mode of transportation. Locomotives are one of the railroad facilities. Based on historical data of damage at the Yogyakarta Locomotive Depot in 2022 to May 2023, it is known that there are still frequent disruptions to locomotives which result in not maximizing operations and even breakdowns on the way as a result of which there is a share of delays from 13 minutes to 156 minutes. This study aims to determine the maintenance actions of components that experience interference in locomotives with Reliability Centered Maintenance (RCM) and to determine the possible causes of failure and the consequences caused by dominant interference in CC204 locomotives. This research uses reliability centered maintenance where the analysis carried out is in the form of analysis of data processing starting from the functional block diagram. next is the determination of system and functional failures, by looking for the value of risk priority number and failure mode and effect analysis. After that, logic tree analysis which functions to prioritize each damage mode and conduct a review of the function, and finally provide a proposed maintenance action policy. The results of the research can be taken action on the components of the CC204 locomotive fault, there are 7 components that can be carried out maintenance actions with time directed and 1 component carried out condition directed actions. Furthermore, the results of this study also explain the possibility of failure and the consequences caused by each component that has been discussed.

Keywords: *Locomotive; Maintenance; Reliability Centered Maintenance; Locomotive Disturbance CC204.*

Abstrak

Sektor transportasi merupakan hal yang penting bagi lingkungan sekitar. Apalagi sekarang mereka yang tidak memiliki kendaraan pribadi memiliki akses ke transportasi umum sebagai penggantinya. Kereta api adalah salah satu jenis transportasi umum di Indonesia. Lokomotif merupakan salah satu sarana perkeretaapian. Berdasarkan data historis kerusakan di Depo Lokomotif Yogyakarta pada tahun 2022 sampai dengan Mei 2023, diketahui bahwa masih sering terjadi gangguan pada lokomotif yang mengakibatkan tidak maksimalnya operasional bahkan mogok dalam perjalanan akibatnya terjadi andil keterlambatan dari 13 menit sampai 156 menit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tindakan perawatan komponen yang mengalami gangguan pada lokomotif dengan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* dan untuk mengetahui kemungkinan penyebab kegagalan dan akibat yang ditimbulkan dari gangguan yang dominan pada lokomotif CC204. Penelitian ini menggunakan *reliability centered maintenance* dimana analisis yang dilakukan berupa analisis pengolahan data yang dimulai dari functional block diagram, selanjutnya adalah penentuan kegagalan sistem dan fungsional, dengan mencari nilai risk priority number dan failure mode and effect analysis. Setelah itu dilakukan analisis logic tree yang berfungsi untuk memprioritaskan setiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan terhadap fungsi tersebut, dan terakhir memberikan usulan kebijakan tindakan perawatan. hasil dari penelitian dapat diambil tindakan pada komponen-komponen kerusakan lokomotif CC204, terdapat 7 komponen yang dapat dilakukan tindakan perawatan dengan

time directed dan 1 komponen yang dilakukan tindakan condition directed. Selanjutnya hasil penelitian ini juga menjelaskan kemungkinan kegagalan dan konsekuensi yang ditimbulkan dari setiap komponen yang telah dibahas.

Kata Kunci: Lokomotif; Pemeliharaan; RCM; Gangguan Lokomotif CC204.

PENDAHULUAN

Sektor transportasi merupakan hal yang penting bagi lingkungan sekitar. Apalagi sekarang mereka yang tidak memiliki kendaraan pribadi memiliki akses ke transportasi umum sebagai penggantinya. Kereta api adalah salah satu jenis transportasi umum di Indonesia. Satu-satunya Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang saat ini mengelola layanan transportasi kereta api di Indonesia adalah PT Kereta Api Indonesia (KAI). Sesuai dengan UU 23 tahun 2007 pasal 96 ayat 1 tentang perkeretaapian “Yang dimaksud dengan lokomotif adalah sarana perkeretaapian yang memiliki penggerak sendiri yang bergerak dan digunakan untuk menarik dan /atau mendorong kereta, gerbong, dan /atau peralatan khusus antara lain lokomotif listrik dan lokomotif diesel”. Jumlah lokomotif yang tersedia dan siap beroperasi menentukan kapasitas layanan transportasi. Penggunaan lokomotif yang kondisinya terjadi kerusakan komponen, seperti ketika satu atau beberapa sistem mengalami gangguan dan menghasilkan hasil yang tidak diinginkan. Selain itu, kemampuan lokomotif untuk melakukan perjalanan layanan dipengaruhi oleh keberadaan suku cadang yang ditetapkan sebagai suku cadang “*No Go Items*”.

Penggunaan lokomotif secara terus-menerus akan menyebabkan penurunan keandalan. Berdasarkan data historis kerusakan di Depo Lokomotif Yogyakarta pada tahun 2022 hingga Mei tahun 2023 diketahui masih sering terjadi gangguan pada lokomotif yang mengakibatkan tidak maksimal dalam operasional bahkan sampai terjadi *breakdown* dalam perjalanan akibatnya terjadi andil keterlambatan dari 13 menit hingga 156 menit. Perawatan yang dilakukan pada lokomotif untuk menjaga kinerjanya, dapat dilakukan di Depo atau Balai Yasa. Perawatan besar dan perawatan kecil adalah dua kategori perawatan untuk sarana lokomotif. Karena masih banyaknya kerusakan (*breakdown*) pada saat lokomotif beroperasi maupun pada saat dilakukan perbaikan, maka perawatan belum mencapai target bagi sarana lokomotif.

Pada penelitian sebelumnya oleh (Andina N.S et al.,2014) yang berjudul Usulan Kebijakan Perawatan Lokomotif Jenis CC201 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di PT. Kereta Api Indonesia DIPO Bandung. Penelitian ini melakukan analisis terhadap kegiatan perawatan lokomotif khususnya sistem elektrik karena frekuensi breakdownnya paling tinggi. Penelitian ini menggunakan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dengan cara memilih sistem terlebih dahulu, kemudian mendefinisikan dan mendeskripsikan sistem. Selanjutnya menentukan kegagalan fungsional, menganalisis sistem menggunakan FMEA, LTA, dan Task Selection sehingga didapatkan kebijakan perawatan yang dikelompokkan menjadi 4 kategori task, yaitu *Time Directed*, *Condition Directed*, *Failure Finding*, dan *Run To Failure Finding*, dan *Run To Failure*. Pada penelitian ini penulis lebih memfokuskan pada tindakan perawatan yang cocok untuk komponen lokomotif CC204 yang mengalami gangguan.

METODE PENELITIAN

Teknik Pengumpulan data

Teknik pengumpulan data merupakan metode atau teknik yang digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi, data dikumpulkan dari beberapa sumber dan referensi yang dikumpulkan menjadi satu yang digunakan untuk penyusunan tugas akhir. Pengumpulan data ini ada 2 teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu teknik pengumpulan data primer dan

pengumpulan data sekunder dengan melakukan observasi langsung dilapangan terhadap gangguan lokomotif CC204 di Depo Lokomotif Yogyakarta serta melakukan wawancara terhadap gangguan yang dominan dialami CC204 bersama bapak Rahmat sebagai Kepala LOSD dan melakukan kusioner lewat Microsoft Word melakukan penilaian komponen yang dianggap kritis dengan mengurutkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari nilai tertinggi sampai terendah.

Metode Pengolahan Data

1. Functional Blok Diagram

Dalam functional block diagram ini digunakan untuk memberikan informasi terkait sebuah sistem beroperasi sehingga desain sistem yang penting, interaksi antar komponen, dan dampak dari hubungan tersebut terhadap kinerja sistem dapat diketahui.

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

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan macammacam kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen dan menganalisis pengaruh kehandalan sistem tersebut yang digunakan untuk tindakan perbaikan. Dalam FMEA dapat dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk menentukan tingkat kegagalan. RPN merupakan hubungan antara tiga buah variable yaitu *severity* (keparahan), *occurrence* (frekuensi kejadian), dan *detection* (deteksi kegagalan) yang menunjukkan tingkat resiko yang mengarah pada tindakan perbaikan.

3. *Logic Tree Analysis* (LTA)

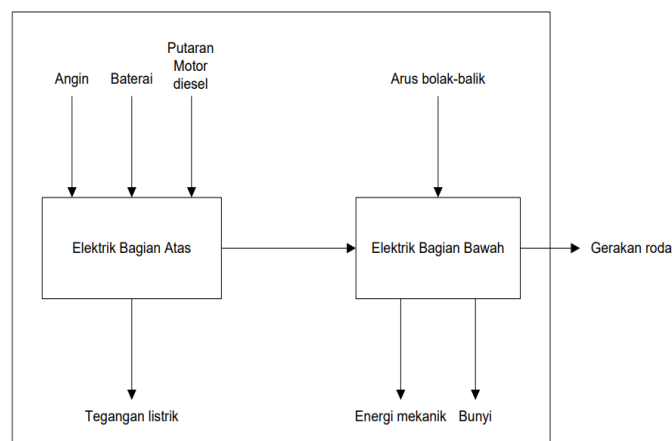
Merupakan suatu proses kualitatif yang ditunjukkan untuk mengetahui efek yang ditimbulkan dari suatu mode kegagalan. Penyusunan LTA memiliki fungsi untuk mengklasifikasikan mode kegagalan atau *failure mode* menjadi beberapa kategori sehingga pada akhirnya dapat digunakan untuk menentukan tingkat prioritas penanganan masing-masing sesuai dengan kategorinya.

4. *Task Selection*

Pada tahapan ini menentukan metode pemeliharaan yang tepat pada setiap komponen yang mengalami permasalahan yang dapat mengganggu operasional kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Functional Blok Diagram*



Gambar 1. *Functional Blok Diagram*

Sumber: (Andina N.S et al., 2014)

Dalam Depo Yogyakarta pekerjaan dibagi menjadi 4 jenis pekerjaan, yaitu angin, diesel, elektrik, dan mekanik. Kelompok angin bertanggung jawab pada sistem pneumatik dari kompresor hingga ke peralatan yang membutuhkan udara bertekanan. Kelompok diesel bertanggung jawab pada engine untuk menghasilkan putaran. Sedangkan kelompok elektrik bertanggung jawab memastikan peralatan yang menghasilkan listrik dapat berfungsi dengan baik. Sedangkan mekanik bertanggung jawab terhadap rangka atas dan rangka bawah.

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

Berikut ini merupakan hasil penilaian RPN melalui *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* untuk analisis gangguan lokomotif CC204 agar bisa dilakukan pengkategorian konsekuensi kegagalan yang terjadi pada setiap subsistem. Pada tabel *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* tertera setiap subsistem pada gangguan beserta kegagalan, efek kegagalan, dan kegagalan fungsi. Juga terdapat ranking dari tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk masing-masing subsistem tersebut untuk nilai ditentukan oleh pihak Depo Penentuan nilai tersebut berdasarkan tabel kriteria tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Dari nilai tersebut nantinya yang akan digunakan untuk melakukan kegiatan maintenance. Berikut ini merupakan tabel komponen gangguan dominan dengan menggunakan FMEA.

Tabel 1. Analisa FMEA untuk gangguan Lokomotif Mati

Komponen Kegagalan	Function	Potensial Failure Mode	Potensial Effect of Failure	Potensial Effect cause of Failure	Current Control	S	O	D	RPN
Sensor COP (Crackcase Over Pressure)	Pengamanan ini bekerja jika tekanan udara di dalam crankcase mencapai 1,9-2,1 kg/cm ²	Sensor COP rusak	Lokomotif mati	Tidak bisa mendeteksi tekanan udara berlebih diatas 2,1 kg/cm ² maka lokomotif akan mati	Ganti sensor COP, reset lokomotif dan atur penggunaan tenaga	6	2	2	24
Sensor LOP (Low Oil Pressure)	Sensor ini bekerja apabila tekanan minyak pelumas pada waktu idle kurang dari 12, dan not 8 kurang dari 46 psi.	Sensor LOP rusak	Lokomotif mati	Lokomotif mati bilamana tekanan oli kurang dari standarnya	Ganti sensor LOP, Tekan reset RELAY LOPHR sampai lampu indikator padam dan bel berhenti berbunyi	6	2	2	24
Sensor LWP (Low Water Pressure)	Alat ini bekerja apabila tekanan pada saluran sirkulasi air pendingin : a. Pada posisi idle kurang dari 8,5 Psi , b. Pada posisi notch 8 kurang dari 28 Psi	Sensor LWP rusak	Lokomotif mati	Lokomotif mati bilamana tekanan air kurang dari standarnya	Ganti sensor LWP, Periksa permukaan air pendingin, lokomotif hidupkan kembali dan atur penggunaan tenaga	6	2	2	24
Sistem Bahan bakar	Untuk mengamankan motor disel dari kerusakan akibat pembakaran tidak sempurna	Filter bahan bakar buntu	Lokomotif mati	Bahan bakar tidak dapat terisi	Flusing tanki bahan bakar, ganti filter bahan bakar	6	3	2	36

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Berikut ini hasil rekapitulasi perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) yang telah diurutkan dari tertinggi sampai terendah.

Tabel 2. Nilai RPN pada gangguan lokomotif mati

Komponen	RPN	Urutan
Sistem Bahan Bakar	36	1
Sensor COP	24	2
Sensor LOP	24	3
Sensor LWP	24	4

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Dari hasil rekapitulasi dari perhitungan risk priority number terdapat komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu komponen sistem bahan bakar. Berdasarkan analisa FMEA didapatkan masing-masing nilai RPN pada komponen lokomotif mati yang menunjukkan kepentingan dari komponen yang dianggap memiliki tingkat resiko tinggi mengalami kerusakan dan membutuhkan perlakuan perawatan yang khusus.

- a. Sistem Bahan Bakar
Sebab : Filter bahan bakar buntu
Akibat : Menyebabkan bahan bakar mampet / tidak terisi.
- b. Sensor COP
Sebab : Sensor COP rusak
Akibat : Tidak bisa mendeteksi tekanan berlebih diatas 2 ln HG maka lokomotif akan mati
- c. Sensor LOP
Sebab : Sensor LOP rusak
Akibat : Lokomotif mati bilamana tekanan oli kurang dari standarnya
- d. Sensor LWP
Sebab : Sensor LWP rusak
Akibat : Lokomotif mati bilamana tekanan air kurang dari standarnya.

Tabel 3. Analisa FMEA untuk gangguan tenaga lemah

Komponen kegagalan	Function	Potensial Failure Mode	Potensial Effect of Failure	Potensial Effect cause of Failure	Current Control	S	O	D	RPN
Rectifier blower	Output dari alternator adalah listrik AC.satu inverter bisa dipakai untuk mengontrol empat motor traksi dengan susunan paralel	DID menyala kecepatan hanya sampai not 1 sekitar 10 km/jam	Tenaga Lemah	Tekanan Udara Platform Rendah (E126)	Reset E126,tenaga lokomotif kembali normal	6	3	2	36

Komponen kegagalan	Function	Potensial Failure Mode	Potensial Effect of Failure	Potensial Effect cause of Failure	Current Control	S	O	D	RPN
Traksi Motor	Motor penggerak roda-roda lokomotif	Bel berbunyi Muncul di layar DID ground power TM hubung singkat dengan bodi	Tenaga Lemah	Terjadi ground pada traksi motor	Reset tombol ground, potong Traksi Motor melalui MCO secara berurutan	6	2	1	12

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Untuk tabel RPN pada gangguan tenaga lemah dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4. Akumulasi Nilai RPN Tenaga Lemah

Komponen	RPN	Urutan
Rectifier Blower	36	1
Traksi Motor	12	2

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Dari Hasil rekapitulasi dari perhitungan risk priority number terdapat komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu komponen Rectifier Blower. Berdasarkan analisa FMEA didapatkan masing-masing nilai RPN pada komponen tenaga lemah yang menunjukkan kepentingan dari komponen yang dianggap memiliki tingkat resiko tinggi mengalami kerusakan dan membutuhkan perlakuan perawatan yang khusus.

a. Rectifier Blower

Sebab : DID (*Demam Indikator Display*) menyala kecepatan hanya sampai not 1 sekitar 10 km/jam.

Akibat : Tekanan Udara Platform Rendah (E126) sehingga tidak terjadi pendinginan dalam ruang tersebut.

b. Traksi Motor

Sebab : Bel berbunyi muncul di layar DID ground power TM hubung singkat dengan bodi

Akibat : Terjadi ground pada traksi motor sehingga menghidupkan relay ground dan terjadi lompatan arus sehingga menyebabkan *flash over* maka dapat merusak komponen TM.

Tabel 5. Analisa FMEA untuk gangguan tenaga hilang

Komponen	Function	Potensial Failure Mode	Potensial Effect of Failure	Potensial Effect cause of Failure	Current Control	S	O	D	RPN
Alternator	Alternator mengubah putaran dari mesin diesel menjadi listrik	Ditemukan kabel brush holder alternator putus	Tenaga Hilang	Kabel didalam skun kendor akibat cramping yang tidak sempurna sehingga terjadi flash over	Ganti skun kabel F1 dan F2 alternator dan pasang kembali kabel yang putus.	6	2	1	12
Exciter	Memberi arus eksitasi pada kutub main generator agar terjadi pembangkitan lapang magnit pada kutub-kutub tersebut	Layar monitor muncul indikator E0E4	Tenaga Hilang	Kabel F1 pada exciter kondisi putus pada skun kabel	Ganti skun kabel F1, pemeriksaan lebih lanjut untuk setiap lok yang dirawat	6	2	1	12

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Untuk tabel RPN pada gangguan tenaga lemah dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 6. Akumulasi Nilai RPN Tenaga Hilang

Komponen	RPN	Urutan
Alternator	12	1
Exciter	12	1

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Dari Hasil rekapitulasi dari perhitungan *risk priority number* terdapat komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu komponen Alternator dan Exciter yang memiliki nilai RPN yang sama. Berdasarkan analisa FMEA didapatkan masing-masing nilai RPN pada komponen tenaga lemah yang menunjukkan kepentingan dari komponen yang dianggap memiliki tingkat resiko tinggi mengalami kerusakan dan membutuhkan perlakuan perawatan yang khusus.

a. Alternator

Sebab : Ditemukan kabel brush holder alternator putus

Akibat : *Cramping* yang tidak sempurna sehingga terjadi *flash over*.

b. Exciter

Sebab : Layar monitor muncul indikator E0E4.

Akibat : Jalur eksitasi ditemukan kabel F1 pada exciter kondisi putus pada skun kabe maka aliran listrik juga terhenti.

3. Logic Tree Analysis (LTA)

Setelah melakukan analisis dengan menggunakan pendekatan FMEA, tahap selanjutnya adalah menganalisis menggunakan *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menentukan jenis perawatan yang tepat, praktis, dan sesuai untuk menangani setiap mode

kerusakan. Komponen dengan nilai tertinggi pada gangguan lokomotif diidentifikasi menggunakan temuan FMEA. Berikut analisis di bawah ini menggunakan LTA.

Tabel 7. *Logic Tree Analysis* dan Gangguan dominan lokomotif

Komponen	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Evident</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<i>Category</i>
Sensor COP (Crankcase over pressure)	Sensor COP rusak	Tidak bisa mendeteksi tekanan udara berlebih diatas 2 In Hg maka lokomotif akan mati	Y	N	Y	B
Sensor LOP (Low Oil Pressure)	Sensor LOP rusak	Lokomotif mati bilamana tekanan oli kurang dari standarnya	Y	N	Y	B
Sensor LWP (Low Water Pressure)	Sensor LWP	Lokomotif mati bilamana tekanan air kurang dari standarnya	Y	N	Y	B
Sistem Bahan bakar	Filter bahan bakar buntu	Bahan bakar tidak dapat terisi	Y	N	Y	B
Rectifier blower	DID menyala kecepatan hanya sampai not 1 sekitar 10 km/jam	Tekanan Udara Platform Rendah (E126)	Y	N	N	C
Traksi Motor	Bel berbunyi Muncul di layar DID ground power TM hubung singkat dengan bodi	Terjadi ground pada traksi motor	Y	N	N	C
Alternator	Ditemukan kabel brush holder alternator putus	Kabel didalam skun kendor akibat cramping yang tidak sempurna sehingga terjadi flash over.	Y	N	Y	B
Exciter	Layar monitor muncul indikatar EOE4	Kabel F1 pada <i>exciter</i> kondisi putus pada skun kabel	Y	N	Y	B

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Berdasarkan penyusunan *logic tree analysis* diketahui hasil LTA: Menunjukkan ada 6 komponen dengan kategori B dan 2 komponen dengan kategori C.

4. Pemilihan tindakan (*Task Selection*)

Tahap terakhir dari metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah pemilihan tindakan. Dengan menggunakan peta jalan sebagai panduan, daftar tindakan potensial dibuat untuk setiap mode kegagalan yang telah diidentifikasi.

Berikut ini merupakan salah satu contoh penjelasan dari komponen kritis yaitu sensor COP pada lokomotif berdasarkan pada tabel *Task Selection* diatas:

- Komponen yang mengalami kerusakan adalah komponen sensor COP.
- Fungsi sensor COP pada lokomotif sebagai pengamanan yang bekerja jika tekanan udara di dalam crankcase mencapai 1,9-2,1 kg/cm²
- Mode kegagalan adalah sensor COP rusak
- Selection Guide (Mode Kerusakan):

- 1) Apakah hubungan dengan *age reliability* diketahui? Yes
- 2) Apakah tindakan TD bisa digunakan? Yes
- 3) Apakah tindakan CD dapat digunakan? Yes
- 4) Apakah termasuk dalam mode kerusakan? No
- 5) Apakah tindakan FF dapat digunakan? Yes
- 6) Apakah diantara tindakan yang dipilih efektif? Yes
- 7) Dapatkah desain dari modifikasi dapat menghilangkan mode kegagalan dan efeknya? -

Tabel 8. Pemilihan Tindakan

NO	Equipment	Function	Failure Mode	Critically Analysis							Selection Task
				1	2	3	4	5	6	7	
1	Sensor COP (Crankcase over pressure)	Pengamanan ini bekerja jika tekanan udara di dalam crankcase mencapai 1,9-2,1 kg/cm ²	Sensor COP rusak	Y	Y	Y	N	N	Y	-	TD
2	Sensor LOP (Low Oil Pressure)	Sensor ini bekerja apabila tekanan minyak pelumas pada waktu idle kurang dari 12, dan not 8 kurang dari 46 psi.	Sensor LOP rusak	Y	Y	Y	N	N	Y	-	TD
3	Sensor LWP (Low Water Pressure)	Alat ini bekerja apabila tekanan pada saluran sirkulasi air pendingin: a. Pada posisi idle kurang dari 8,5 Psi, b. Pada posisi notch 8 kurang dari 28 Psi	Sensor LWP rusak	Y	Y	Y	N	N	Y	-	TD
4	Sistem Bahan bakar	Untuk mengamankan motor disel dari kerusakan akibat pembakaran tidak sempurna	Filter bahan bakar buntu	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
5	Rectifier blower	Output dari alternator adalah listrik AC. Satu inverter bisa dipakai untuk mengontrol empat motor traksi dengan susunan paralel	DID menyala kecepatan hanya sampai not 1 sekitar 10 km/jam	N	Y	Y	N	Y	Y	-	TD
6	Traksi Motor	Motor penggerak roda-lokomotif	Bel berbunyi Muncul di layar DID ground power TM hubung singkat dengan bodi	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	TD
7	Alternator	Alternator mengubah putaran dari mesin diesel menjadi listrik	Ditemukan kabel brush holder alternator putus	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
8	Exciter	Untuk eksitasi alternator	Layar monitor muncul indikator EOE4	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD

Sumber: Hasil Analisa, 2023

Pemilihan tindakan perawatan dilakukan berdasarkan analisis dari *Failure Modfect and Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA). Hasil dari pemilihan tindakan untuk komponen gangguan dominan pada lokomotif.

1) *Time directed* (TD) Tindakan pencegahan langsung yang dilakukan terhadap sumber kerusakan dengan didasari pada waktu atau umur komponen yang diperlukan perawatan menggunakan *time directed* adalah komponen sensor COP, komponen sensor LOP, komponen sensor LWP, komponen Rectifier blower, dan komponen traksi motor.

2) *Condition Directed* (CD) Tindakan pencegahan yang dilakukan dengan memeriksa dan inspeksi, jika ditemukan kerusakan maka dapat langsung dilakukan atau penggantian komponen. Komponen yang memerlukan perawatan menggunakan *condition directed* yaitu komponen sistem bahan bakar, komponen alternator, dan komponen exciter.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Depo Lokomotif Yogyakarta dan dianalisa menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) maka didapatkan kesimpulan, yaitu:

1. Berdasarkan analisa dengan RCM terdapat 8 komponen dimana setiap komponen mempunyai kemungkinan penyebab kegagalan dan dampak yang ditimbulkan yaitu:
 - a. Komponen sensor COP memiliki kemungkinan penyebab kegagalan yaitu sensor COP rusak karena tidak bisa mendeteksi tekanan udara yang berlebih pada mesin diesel di atas $2,1 \text{ kg/cm}^2$ sehingga membuat motor diesel panas dan akhirnya lokomotif menjadi mati.
 - b. Komponen sensor LOP memiliki kemungkinan penyebab kegagalan yaitu sensor LOP rusak sehingga bilamana tekanan oli kurang dari standarnya sehingga membuat lokomotif idle atau lokomotif mati.
 - c. Komponen sensor LWP memiliki kemungkinan penyebab kegagalan yaitu sensor LWP rusak sehingga bila mana tekanan air melebihi standarnya pada 25 psi dan notch 8 pada psi sehingga bisa membuat lokomotif mati.
 - d. Komponen Sistem bahan bakar kemungkinan penyebab kegagalan yaitu bahan bakar tidak terisi atau mampet sehingga akhirnya bisa membuat lokomotif mati.
 - e. Komponen rectifier blower kemungkinan penyebab kegagalan yaitu DID menyala lokomotif bergerak dengan kecepatan sekitar 10 km/jam hanya dibatasi pada not 1. Hal ini membuat tenaga lokomotif menjadi lemah akibat terjadi tekanan udara di platform (ruang pendingin) rendah (E126).
 - f. Komponen traksi motor kemungkinan penyebab kegagalan yaitu bel berbunyi muncul di layar DID ground power TM hubung singkat dengan bodi terjadi lompatan arus yang tinggi. Hal ini membuat gound pada TM akibatnya tenaga lokomotif menjadi lemah.
 - g. Komponen alternator kemungkinan penyebab kegagalan yaitu kabel didalam skun kendor akibat cramping yang tidak sempurna sehingga terjadi *flash over*. Sehingga membuat aliran listrik terputus akibatnya tenaga lokomotif hilang.
 - h. Komponen exciter kemungkinan penyebab kegagalan yaitu kabel F1 pada ecxiter, kondisinya putus pada skun kabel. Hal tersebut dapat menyebabkan aliran listrik terhenti sehingga membuat lokomotif kehilangan tenaga.
2. Berdasarkan hasil analisa dengan RCM dilakukan tindakan perawatan terhadap 8 komponen tersebut:

- a. Komponen sensor COP dilakukan tindakan *time directed*.
- b. Komponen sensor LOP dilakukan tindakan *time directed*.
- c. Komponen sensor LWP dilakukan tindakan *time directed*.
- d. Komponen sistem bahan bakar dilakukan tindakan *condition directed*
- e. Komponen *rectifier blower* dilakukan tindakan *time directed*.
- f. Komponen traksi motor dilakukan tindakan *time directed*
- g. Komponen alternator dilakukan tindakan *condition directed*
- h. Komponen *exciter* dilakukan tindakan *condition directed*.

DAFTAR PUSTAKA

- ____, (2007). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 tahun 2007 Tentang Perkeretaapian*.
- ____, (2009). *Peraturan Pemerintah No. 56 tahun 2009 Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian*.
- ____, (2019). *Peraturan Menteri 18 Tahun 2019 Tentang Standar Tempat dan Peralatan Perawatan Sarana Perkeretaapian*.
- Andina N.S, Harsono, A., & Herni Mustofa, F. (2014). Usulan Kebijakan Perawatan Lokomotif Jenis CC201 Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Di PT. Kereta Api Indonesia DIPO Bandung. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional* , 02 (02).
- A.S., H. (2012). *Lokomotif dan Kereta Rel Diesel di Indonesia*. Depok: Ilalang Sakti Komunikasi.
- Azis, M. T., Suprawhardana, M. S., & Pudji Purwanto, T. (n.d.). *Penerapan Metode Reliability Centered Maintenance (Rcm) Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna Ga. Siwabessy*.
- Mufarikhah, N., Wuruk Pribadi, T., & Soejitno. (2016). Studi implementasi RCM untuk peningkatan produktivitas Dok Apung (Studi Kasus: PT. DOK dan Perkapalan Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*, 5 (2).
- Muhardono, & Erlangga Wahyu, A. (2019). *Problematic Perawatan Sarana*.
- Sayuti, M., & dan Muhammad Siddiq Rifa, M. (2013). Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada PT. Z. In *Malikussaleh Industrial Engineering Journal* (Vol. 2, Issue 1).
- Tyas Damayanti, A. (2021). Analisis Balancing Rotor Terhadap Resiko Kerusakan Turbocharger Lokomotif Diesel. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*, 5 (2).
- Wahyudi, D., Waziz Wildan, M., Pudji Purwanto, T., Setyanto Kresno Murti, dan, Pembangunan Jawa-Bali Unit Pembangunan Gresik Jl Harun Tohir No, P., & Timur, J. (2010). *Analisis Perawatan Unit Pembangunan Gresik Unit Iii Dengan Metode Reliability Centered Maintenance*.
- Zein, I., Mulyati, D., & Saputra, I. (2019). Perencanaan Perawatan Mesin Kompresor Pada PT. Es Muda Perkasa Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Serambi Engineering, IV* (1).