

Kajian Perawatan Pada Pintu Penumpang Kereta *Light Rail Vehicle* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)**Dimas Adi Perwira, Akbar Zulkarnain, Henry Widya Prasetya, Reka Patria Raflyliano**

Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun

Email : dimas@ppi.ac.id, akbar@ppi.ac.id, henry@ppi.ac.id,
reka.tmp1944@taruna.ppi.ac.id**Abstrak**

PT. LRT Jakarta merupakan salah satu penyedia jasa transportasi dibidang perkeretaapian yang berada di daerah Jakarta. LRT Jakarta memiliki 8 *trainset* kereta. Pada 1 *trainset* kereta memiliki 8 pintu penumpang yang memiliki dua tipe yaitu tipe A dan B. Getaran pada kereta menimbulkan pintu sedikit demi sedikit mengalami penurunan. Kerusakan sering terjadi saat kereta sedang beroperasi seperti *error system* dan *failure system*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui tindakan perawatan sistem penumpang dengan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan untuk mengetahui kemungkinan penyebab kegagalan dan akibat yang ditimbulkan pada sistem pintu penumpang kereta LRV. Penelitian ini menggunakan *reliability centered maintenance* dimana analisa yang dilakukan yaitu berupa analisa dari pengolahan data yang dimulai dari *functional block diagram*. selanjutnya yaitu penentuan sistem dan kegagalan fungsional, dengan mencari nilai *risk priority number* dan *failure mode and effect analysis*. Setelah itu *logic tree analysis* yang berfungsi memberikan prioritas tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dari fungsi, dan yang terakhir memberikan usulan kebijakan tindakan perawatan. Hasil dari penelitian dapat dilakukan tindakan pada komponen sistem pintu penumpang kereta LRV dimana terdapat 7 komponen yang dapat dilakukan tindakan perawatan dengan *condition directed* dan 1 komponen dilakukan tindakan *time directed*. selanjutnya hasil dari penelitian ini juga menjelaskan tentang kemungkinan kegagalan dan akibat yang ditimbulkan pada setiap komponen yang telah dibahas.

Kata kunci: Perawatan, *Reliability Centered Maintenance*, Sistem Pintu Penumpang**Abstract**

PT. LRT Jakarta is one of the transportation service providers in the rail sector in the Jakarta area. LRT Jakarta has 8 trainsets of trains. In 1 trainset, the train has 8 passenger doors which have two types, namely type A and B. Vibration on the train causes the door to decrease gradually. Damaging often occurs when the train is operating, such as system errors and system failures. This study has the purpose to know the maintenance actions

of the passenger system with Reliability Centered Maintenance (RCM) and to know the possible causes of failure and the effects of the passenger door system of LRV train. This research uses Reliability Centered Maintenance. where the analysis has been done in the form of analysis of data processing starting from the functional block diagram. the next is the determination of the system and functional failure, by looking for the value of the risk priority number and failure mode and effect analysis. After that, the logic tree analysis prioritizes each mode of damage and performs a review of the functions; the last one provides a proposed maintenance action policy. The results of the research can be carried out actions on the components of the LRV train passenger door system where 7 components can be carried out maintenance actions with condition directed conditions and 1 component is carried out time directed actions. furthermore, the results of this study also explain about the possible failures and consequences caused to each component that has been discussed.

Keywords: Maintenance, Reliability Centered Maintenance, Passenger Door System

PENDAHULUAN

Kereta Api menjadi salah satu transportasi yang memiliki keunggulan yang signifikan dalam dunia transportasi karena kereta api menggunakan konsumsi energi yang lebih rendah, memiliki tingkat keamanan yang baik dan ramah terhadap lingkungan. PT. LRT Jakarta merupakan salah satu penyedia jasa transportasi dibidang perkeretaapian yang berada di daerah DKI Jakarta. LRT Jakarta melewati 6 stasiun dari stasiun Pegangsaan Dua sampai stasiun Velodrome dengan panjang 5,8 km dan setiap stasiun terhubung dengan jalur integritas Transjakarta. LRT Jakarta dikembangkan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta. Pembangunan LRT dimulai pada bulan Juni 2016 dan beroperasi penuh pada tanggal 1 Desember 2019. PT. LRT Jakarta mengoperasikan 8 *trainset* kereta. Dengan pengoperasian dalam satu minggu adalah 4 hari operasi, 2 cadangan dan 1 hari perawatan. Sarana kereta *Light Rail Vehicle* merupakan perkembangan teknologi perkeretaapian yang baru dan satu satunya yang diterapkan di Indonesia hingga saat ini.

Sarana kereta *Light Rail Vehicle* memiliki susunan rangkaian pada tiap *trainset* kereta terdiri 2 kereta, dengan kemampuan dapat dirangkaikan hingga 4 *trainset* (8 kereta) sekaligus dalam satu rangkaian. Pada 1 *trainset* kereta memiliki 8 pintu penumpang yang memiliki dua tipe yaitu tipe A dan B, dimana tipe A menggunakan *emergency handle* internal dan kru *emergency handle* eksternal. Pintu memiliki fungsi yang sama yaitu secara umum untuk keluar dan masuk penumpang yang dapat dioperasikan secara bersama sama melalui tombol yang ada pada kabin masinis. Sistem pintu pada kereta LRT memiliki komposisi yang terdiri dari 1 *door engine*, 2 daun pintu dan 2 *emergency device*. Pintu merupakan salah satu komponen yang ada pada badan sarana kereta. Apabila terjadi kerusakan pada sistem pintu dapat mengganggu operasional kereta. Kerusakan pada pintu kereta dapat terjadi sewaktu waktu. Untuk perawatan sarana kereta LRT Jakarta dilakukan perawatan harian yang dilakukan pada 2 *trainset* kereta 1 harinya.

Berdasarkan hasil observasi selama PKL Utama di Depo PT. LRT Jakarta untuk perawatan pada sistem pintu kereta di PT. LRT Jakarta dilakukan pemeriksaan setiap perawatan mingguan, 4 bulanan dan 4 tahunan untuk melihat fungsi dari sistem pintu dapat berkerja dengan baik atau tidak. Kendala pada sistem pintu penumpang kereta LRV yaitu terjadi ketika memasang pintu dimana posisi pintu yang harus presisi jika tidak presisi maka otomatis akan terkendala ketika buka dan tutup pintu. Kemudian permasalahan pada pintu kereta yaitu juga terjadi getaran ketika pengoperasian kereta yang menimbulkan pintu sedikit demi sedikit mengalami penurunan selain itu karena kereta yang beroperasi setiap hari menyebabkan sistem pada pintu akan berkerja terus menerus yang berdampak pada terjadinya perbedaan ketinggian pada pintu. Kerusakan yang terjadi pada sistem pintu penumpang kereta LRV dikategorikan pada kategori sedang. Kerusakan pada pintu sering terjadi, baik itu dari kerusakan ringan maupun kerusakan yang sedang. Untuk kerusakan sedang pada sistem pintu yaitu terjadi kerusakan pada *guide rail* yang mengalami patah atau retak. Kerusakan lainnya pada sistem pintu yaitu kereta yaitu terjadi *error system* dan *failure system*. Kerusakan karena *error system* dan *failure system* pada pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle* yang membuat pintu tidak dapat terbuka.

Kerusakan pada pintu penumpang dapat mengganggu jam operasional kereta. Selain itu, jika kondisi pintu yang tidak baik atau mengalami kerusakan dapat membahayakan penumpang. Selain dari kondisi yang kurang baik juga terkait persediaan suku cadang jika ketika dilakukan perawatan pergantian komponen kemudian suku cadang tidak tersedia akan menghambat perawatan yang berdampak pada kereta menjadi tidak siap beroperasi. Penelitian ini diharapkan memberi manfaat untuk memaksimalkan umur komponen-komponen pada sistem pintu kereta *Light Rail Vehicle*. Dapat digunakan sebagai perencanaan dalam melakukan perawatan dan pemeliharaan pada pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle*. Dan meminimalisir pergantian komponen pada setiap perawatan pada pintu.

METODE PENELITIAN

1. Diagram Alir

Pekerjaan penyusunan penelitian ini sesuai dengan diagram alir yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1
Diagram Alir

Sumber: Dokumen Pribadi, 2022

2. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer peneliti ini yaitu tentang cara kerja dari proses sistem pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle*, komponen-komponen pada sistem pintu kereta yang diperoleh secara observasi secara langsung di Depo LRT Jakarta. Data sekunder berupa data-data kerusakan yang terjadi pada sistem pintu, data perawatan harian, bulanan, 4 tahunan pada sistem pintu kereta LRV, dan data manual prosedur pemeliharaan sistem pintu penumpang kereta LRV.

3. Metode Pengolahan Data

1. *Functional Block Diagram*

Dalam *functional block diagram* ini digunakan untuk memberikan informasi terkait alur sistem mesin pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle* (LRV) bagaimana sistem pintu bekerja dari awal pintu terbuka sampai pintu menutup.

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

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan macam-macam 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.

4. Metode Analisis Data

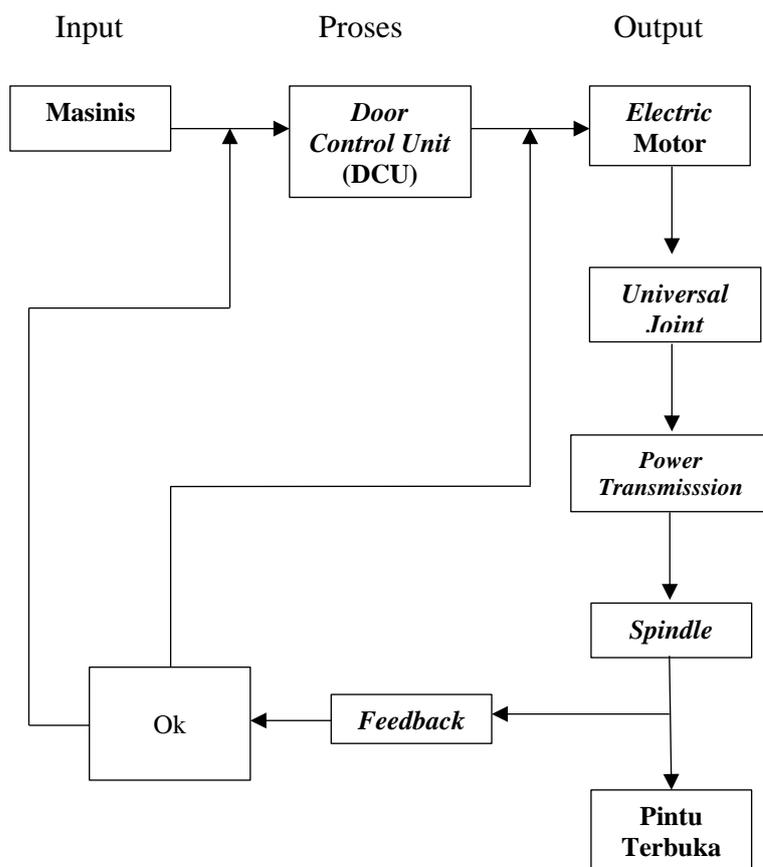
Analisa yang dilakukan yaitu berupa analisa dari pengolahan data yang dimulai dari *functional block diagram* yang menjelaskan tentang alur dari sistem kerja pintu penumpang beserta fungsi dari komponen yang ada. Selanjutnya yaitu penentuan sistem dan kegagalan fungsional dengan mencari nilai RPN dan FMEA untuk mengetahui seberapa jauh berpengaruh terhadap sistem sehingga dapat dilakukan perlakuan terhadap komponen kritis. Setelah itu, LTA yang berfungsi memberikan prioritas tiap mode kerusakan dan melakukan tinjauan dari fungsi dan yang terakhir memberikan usulan kebijakan perawatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengolahan Data

a. Penyusunan *Functional Block Diagram*

Berikut ini merupakan alur dari sistem kerja pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle*.



Gambar 2 Diagram Functional pada Pintu Kereta LRV
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2022)

Gambar 2 merupakan urutan dari sistem kerja pada pintu dimana dimulai dari masinis yang menekan tombol buka pintu yang terdapat pada meja pelayanan masinis kemudian proses dilakukan oleh *Door Control Unit* (DCU) yang kemudian mengeluarkan output. Pada output ini lah dilakukan proses pembukaan dan penutupan pintu dimana motor akan menggerakkan *universal joint* kemudian *spindle* diputar oleh *power transmission gear* yang terhubung oleh *universal joint* jika *spindle* diputar, maka *cam flower bearing* bergerak disepanjang rel pemandu. *Spindle* bergerak secara linear ke sisi kanan atau kiri di sepanjang *spindle* yang akan membuat pintu terbuka dan menutup.

Penguncian mekanis pintu penumpang yaitu ketika pintu terkunci *cam follower bearing* berada dalam posisi mengunci rel pemandu ketika *cam follower* dalam posisi mengunci maka tidak dapat bergerak ke samping karena rel pemandu memblokir *cam follower bearing*. Jika DCU mendapatkan sinyal untuk membuka pintu maka *cam follower bearing* bergerak ke posisi *sliding* pada rel pemandu. Jika DCU mendapatkan sinyal untuk menutup pintu maka *cam follower bearing* bergerak ke posisi penguncian rel pemandu (*plug-in* dari pintu).

b. Failure Mode and Effect Analysis

Berikut ini merupakan hasil penilaian RPN melalui *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk sistem pada pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle* (LRV) agar bisa dilakukan pengkategorian konsekuensi kegagalan yang terjadi pada setiap subsistem. Pada tabel *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) tertera setiap subsistem pada pintu kereta *Light Rail Vehicle* beserta kegagalan, efek kegagalan, dan kegagalan fungsi. Juga terdapat rangking dari tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk masing-masing subsistem tersebut untuk nilai ditentukan oleh pihak perusahaan. Penentuan nilai tersebut berdasarkan tabel kriteria tingkat *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Dari nilai tersebut nantinya yang akan digunakan untuk melakukan kegiatan *maintenance*.

Tabel 5 Analisa FMEA pada Komponen Pintu

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Kegagalan Fungsi	S	O	D	RPN
1	<i>Door control unit</i> (DCU)	Untuk mengontrol sistem operasi pintu dan manajemen informasi, penyimpanan dan verifikasi catatan kesalahan, serta	Tidak adanya komunikasi ke TCMS	Terjadi <i>error system</i> pada DCU	TCMS tidak dapat membaca kesalahan yang terjadi pada DCU	6	3	1	18

Kajian Perawatan Pada Pintu Penumpang Kereta *Light Rail Vehicle* Dengan Metode
Reliability Centered Maintenance (RCM)

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Kegagalan Fungsi	S	O	D	RPN
		mengatur buka dan menutup pintu dan untuk <i>restart</i> sistem pada pintu kereta <i>Light Rail Vehicle</i>							
2	<i>Electric motor</i>	Merubah energi listrik menjadi mekanik yang terkoneksi dengan kabel konektor DCU dan dikontrol oleh DCU	<i>Error system</i>	Karena tegangan yang masuk ke <i>electric motor</i> berlebih	Pintu tidak dapat terbuka secara otomatis	6	2	1	12
3	<i>Universal joint</i>	Sebagai penghubung dengan <i>power transmission gear</i> yang nantinya akan berputar dan putaran itu yang akan membantu dalam membuka dan menutup	Tidak dapat bergerak dengan sempurna	Putaran dari motor yang terlalu besar	Pintu tidak dapat terbuka	6	2	5	60
4	<i>Guide rail</i>	Sebagai lintasan untuk Bergeraknya <i>cam follower bearing</i>	Baut <i>guide rail</i> kendur atau tidak kencang	Efek <i>adjust</i> pintu	Pintu tidak dapat terbuka	6	3	5	90
5	<i>Spindle</i>	Sebagai lintasan untuk Bergeraknya motor <i>gear</i> dalam proses buka dan menutup pintu	Retak atau patah	Karena terjadi gesekan pada <i>spindle</i>	Pintu tidak dapat terbuka	7	1	7	49
6	<i>Converter MVB</i>	Sebagai perantara komunikasi antara sistem pintu dan TCMS kendaraan	<i>Error system</i>	MVB rusak	Sistem pintu tidak dapat terbaca oleh TCMS	6	2	1	12

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Kegagalan Fungsi	S	O	D	RPN
7	<i>Cam follower bearing</i>	Sebagai penggerak untuk membantu pergeseran pada saat ke kiri maupun ke kanan pada pintu	<i>Cam follower bearing</i> macet atau tidak dapat bergerak dengan sempurna	Terjadi kerenggangan atau penurunan	Pintu tidak lancar ketika terbuka	6	2	5	60
8	<i>Power transmission gear</i>	Berfungsi untuk membantu memutar <i>spindle</i> dan membantu menghubungkan dengan <i>universal joint</i>	<i>Gear</i> rusak atau patah	Karena pengoperasian pintu setiap hari	Pintu tidak dapat terbuka	7	2	1	14

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

Tabel 6 Akumulasi Nilai RPN

Komponen	RPN	Urutan
<i>Guide rail</i>	90	1
<i>Cam follower bearing</i>	60	2
<i>Universal joint</i>	60	3
<i>Spindle</i>	49	4
<i>Door control unit (DCU)</i>	18	5
<i>Power transmission gear</i>	14	6
<i>Converter MVB</i>	12	7
<i>Electric motor</i>	12	8

Dari hasil rekapitulasi dari perhitungan *risk priority number* terdapat komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu komponen *guide rail*. Berdasarkan analisa FMEA didapatkan masing-masing nilai RPN pada komponen sistem pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle* yang menunjukkan kepentingan dari komponen yang dianggap memiliki tingkat resiko tinggi mengalami kerusakan dan membutuhkan perlakuan perawatan yang khusus.

1. *Guide Rail*

Sebab: Efek dari *adjust* pintu.

Akibat: Menyebabkan baut *guide rail* menjadi kendur dan tidak kencang yang menyebabkan pintu menjadi tidak dapat terbuka.

2. *Cam Follower Bearing*

Sebab: Terjadi kerenggangan dan penurunan.

Akibat: Menyebabkan *cam follower bearing* tidak dapat bergerak dengan sempurna yang berdampak pada pintu ketika membuka dan menutup tidak lancar.

3. *Universal Joint*

Sebab: Karena *universal joint* bergerak setiap hari.

Akibat: Putaran dari motor yang terlalu besar yang berdampak pintu menjadi tidak dapat membuka dan menutup dengan sempurna.

4. *Spindle*

Sebab: *Spindle* terus berkerja dan terus bergesekan ketika pintu beroperasi.

Akibat: Menyebabkan *Spindle* menjadi rusak atau patah sehingga pintu tidak dapat terbuka.

5. *Door Control Unit (DCU)*

Sebab: Tidak adanya komunikasi ke TCMS, *error system*.

Akibat: Karena *error system* pada sistem DCU yang menyebabkan TCMS tidak dapat membaca kesalahan yang terjadi pada DCU.

6. *Converter MVB*

Sebab: *Converter MVB* Rusak.

Akibat: Kerusakan pada *converter MVB* dapat menyebabkan sistem pintu menjadi tidak dapat terbaca oleh TCMS.

7. *Power Transmission Gear*

Sebab: *Gear* rusak atau patah.

Akibat: *Gear* yang rusak atau patah disebabkan karena pengoperasian pintu setiap hari yang berdampak menjadi pintu tidak dapat terbuka.

8. *Electric Motor*

Sebab: Arus yang masuk kelebihan atau berat.

Akibat: Arus yang masuk berlebih atau berat pada *electric motor* dapat menyebabkan pada saat proses buka tutup pintu akan mengalami kendala.

2. **Logic Tree Analysis**

Setelah melakukan analisis dengan menggunakan metode FMEA, langkah selanjutnya yaitu menentukan jenis perawatan yang sesuai, layak dan cocok untuk menangani masing-masing mode kerusakan, menganalisa menggunakan *Logic Tree Analysis* (LTA). Berdasarkan kesimpulan dari FMEA maka ditentukan komponen yang memiliki nilai yang tertinggi pada sistem pintu kereta. Berikut merupakan Analisa dengan menggunakan LTA.

Tabel 7 Logic Tree Analysis dari Komponen Pintu

Komponen	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Causes</i>	<i>Evident</i>	<i>Safety</i>	<i>Outage</i>	<i>Category</i>
----------	---------------------	-----------------------	----------------	---------------	---------------	-----------------

<i>Door control unit (DCU)</i>	<i>Close obstacle</i>	Karena terdapat <i>obstacle</i> pada pintu	Y	Y	Y	B
<i>Electric motor</i>	<i>Error system</i>	Karena mesin beroperasi setiap hari	Y	Y	Y	B
<i>Universal joint</i>	Tidak dapat bergerak dengan sempurna	<i>Universal joint</i> berkerja setiap hari	N	Y	Y	B
<i>Guide rail</i>	Baut <i>guide rail</i> kendor atau tidak kencang	Efek <i>adjust</i> pintu	N	Y	Y	B
<i>Spindle</i>	Retak atau patah	Karena terjadi gesekan	N	Y	Y	B
<i>Converter MVB</i>	<i>Error system</i>	MVB rusak	Y	Y	Y	B
<i>Cam follower bearing</i>	Tidak dapat bergerak dengan sempurna	Terjadi kerenggangan atau penurunan	N	Y	N	A
<i>Power transmission gear</i>	<i>Gear</i> rusak atau patah	Karena pengoperasian pintu setiap hari	N	Y	Y	B

Keterangan tabel:

- Evident*: Apakah perawat mengetahui dalam kondisi normal telah terjadi sebuah gangguan *system*?
- Safety*: Apakah mode kerusakan menyebabkan masalah pada keselamatan?
- Outage*: Apakah mode kegagalan menyebabkan semua atau beberapa bagian mesin berhenti?
- Category*: Pengkategorian yang digunakan setelah menjawab pertanyaan yang telah diajukan.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka *failure mode* dapat digolongkan menjadi beberapa kategori tersebut:

a. Kategori A

Apabila *failure mode* memiliki efek terhadap lingkungan memiliki efek terhadap keselamatan.

b. Kategori B

Apabila *failure mode* menyebabkan sistem kerja berhenti sebagian atau keseluruhan sehingga dapat mempengaruhi terhadap operasional.

c. Kategori C

Apabila *failure mode* tidak berpengaruh pada *safety* dan tidak berpengaruh terhadap ekonomi.

d. Kategori D

Apabila *failure mode* tergolong sebagai *hidden failure* atau kegagalan tersembunyi.

4.2.4 Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan ini merupakan langkah terakhir dari metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Setiap mode kerusakan (*failure mode*) yang telah didapat selanjutnya dibuat daftar tindakan yang mungkin akan dilakukan tindakan tersebut dapat digunakan dengan berbagai cara melihat dari *road map*.

Tabel 4. 1 Tabel Pemilihan Tindakan

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Kegagalan Fungsi	Pemilihan Tindakan
1	<i>Door control unit</i> (DCU)	Untuk mengontrol sistem operasi pintu dan manajemen informasi, penyimpanan dan verifikasi catatan kesalahan, serta mengatur buka dan menutup pintu dan untuk <i>restart</i> sistem pada pintu kereta <i>Light Rail Vehicle</i>	Tidak adanya komunikasi ke TCMS	Terjadi <i>error system</i> pada DCU	TCMS tidak dapat membaca kesalahan yang terjadi pada DCU	CD
2	<i>Electric motor</i>	Merubah energi listrik menjadi mekanik yang terkoneksi	<i>Error system</i>	Karena tegangan yang masuk ke	Pintu tidak dapat terbuka	CD

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Kegagalan Fungsi	Pemilihan Tindakan
		dengan kabel konektor DCU dan dikontrol oleh DCU		<i>electric</i> motor berlebih	secara otomatis	
3	<i>Universal joint</i>	Sebagai penghubung dengan <i>power transmission gear</i> yang nantinya akan berputar dan putaran itu yang akan membantu dalam membuka dan menutup pada sistem pintu	Tidak dapat bergerak dengan sempurna	<i>Universal joint</i> berkerja setiap hari	Pintu tidak dapat terbuka	CD
4	<i>Guide rail</i>	Sebagai lintasan untuk bergeraknya <i>cam follower bearing</i>	Baut <i>guide rail</i> kendor atau tidak kencang	Efek <i>adjust</i> pintu	Pintu tidak dapat terbuka	CD
5	<i>Spindle</i>	Sebagai lintasan untuk bergeraknya motor <i>gear</i> dalam proses buka dan menutup pintu	Retak atau patah	Karena terjadi gesekan	Pintu tidak dapat bergerak ke kiri dan ke kanan untuk membuka	CD
6	<i>Converter MVB</i>	Sebagai perantara komunikasi antara sistem pintu dan TCMS kendaraan	<i>Error system</i>	MVB rusak	Sistem pintu tidak dapat terbaca oleh TCMS	TD
7	<i>Cam follower bearing</i>	Sebagai penggerak untuk membantu pergeseran pada saat ke kiri	Tidak dapat bergerak dengan sempurna	Terjadi kerenggangan atau penurunan	Pintu tidak lancar ketika terbuka	CD

No	Komponen	Fungsi	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Kegagalan Fungsi	Pemilihan Tindakan
		maupun ke kanan pada pintu				
8	<i>Power transmission gear</i>	Berfungsi untuk membantu memutar <i>spindle</i> dan membantu menghubungkan dengan <i>universal joint</i>	<i>Gear</i> rusak atau patah	Karena pengoperasian pintu setiap hari	Pintu tidak dapat terbuka	CD

Pemilihan tindakan perawatan dilakukan berdasarkan analisis dari *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) dan *Logic Tree Analysis* (LTA). Hasil dari pemilihan tindakan untuk komponen sistem pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle*.

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 *converter* MVB.

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 *universal joint*, komponen *guide rail*, komponen *spindle*, komponen *cam follower bearing*, komponen *power transmission gear*, komponen *door control unit*, dan komponen *electric motor*.

3. **4.3 Analisa Pemilihan Tindakan**

Setelah melakukan Analisa menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) langkah pertama yaitu *Functional Block Diagram* (FBD) dari sistem yang dianalisa kemudian menganalisa fungsi dan kegagalan fungsi dari sistem yang dianalisa. Setelah mengidentifikasi fungsi dan kegagalan fungsi dari sistem tersebut maka diidentifikasi menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk menganalisis *failure mode* dan akibat dari setiap kegagalan yang ditimbulkan dari masing-masing komponen, serta kemudian mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang tertinggi yang akan dilakukan tindakan perawatan karena merupakan komponen kritis. Selanjutnya hasil dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) akan dianalisa menggunakan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk menganalisa kekritisan kegagalan setelah itu kemudian menentukan tindakan perawatan. Berikut analisa hasil dari Pemilihan Tindakan dengan metode RCM:

1. *Guide Rail*

Pada komponen *guide Rail* berdasarkan hasil dari pemilihan tindakan dapat dilakukan dengan pemilihan tindakan berdasarkan *condition directed*. Digunakan *condition directed* karena ketika *guide rail* mengalami kendor dapat mengganggu buka tutup pintu yang dapat menyebabkan kereta harus dilakukan perawatan yang dapat membuat kereta menjadi tidak siap operasi.

2. *Cam Follower Bearing*

Pada komponen *Cam follower bearing* berdasarkan hasil dari pemilihan tindakan berdasarkan *condition directed*. Karena ketika *cam follower bearing* retak atau patah dapat membuat kereta menjadi tidak dapat beroperasi. Sehingga pemilihan tindakan dengan *condition directed* sesuai digunakan pada komponen *cam follower bearing*.

3. *Universal Joint*

Komponen *universal joint* berdasarkan hasil dari pemilihan tindakan berdasarkan *condition directed*. karena ketika *universal joint* tidak dapat berputar dengan sempurna dapat menyebabkan pintu dalam buka maupun tutup tidak dapat bergerak dengan sempurna yang membuat pergerakan dari *power transmission gear* menjadi terganggu dan ketika sedang beroperasi jika terjadi kejadian tersebut maka perlu dilakukan perawatan secara langsung karena jika pekerjaan ditunda maka dapat menyebabkan kereta menjadi tidak siap operasi.

4. *Spindle*

Komponen *spindle* berfungsi sebagai lintasan untuk Bergeraknya motor *gear* kerusakan pada *spindle* yaitu dapat mengalami patah atau retak. Patah atau retak ini jika terjadi seketika pada saat beroperasi dapat membuat pintu tidak dapat terbuka atau menutup yang dapat membuat kereta harus berhenti di salah satu stasiun untuk dilakukan pengecekan kemudian dilakukan perawatan. Maka pemilihan tindakan yaitu dengan *condition directed* supaya mencegah terjadinya retak atau patah pada *spindle*.

5. *Door Control Unit (DCU)*

Komponen *Door Control Unit (DCU)* sesuai dengan pemilihan tindakan maka dilakukan dengan *condition directed* dimana jika terjadi kerusakan pada DCU dapat membuat pintu menjadi tidak dapat bekerja karena DCU mengontrol semua aktivitas sistem pintu. Maka dari itu, dipilih tindakan berdasarkan *condition directed* untuk memastikan agar komponen DCU dalam kondisi yang selalu baik. Dipilih CD karena jika pada DCU terdeteksi terdapat *obstacle* tetapi pada TCMS tidak terdeteksi maka dapat membahayakan penumpang.

6. *Power Transmission Gear*

Power transmission gear merupakan komponen yang memiliki fungsi untuk membantu memutar *spindle* dan membantu menghubungkan dengan *universal joint*. Jadi ketika *power transmission gear* mengalami kerusakan maka akan membuat *spindle* tidak dapat berputar sehingga jika komponen ini rusak dapat menimbulkan kerusakan komponen yang lainnya maka dilakukan pemilihan tindakan secara

condition directed yang berguna jika pada saat inspeksi mengalami kerusakan dapat langsung ditangani dan tidak menyebabkan kerusakan pada komponen lainnya.

7. *Converter* MVB

Converter MVB merupakan perantara komunikasi dengan TCMS yang menunjukkan tentang keadaan sistem pintu pada TCMS jika MVB mengalami kerusakan maka dari TCMS tidak dapat mencatat keadaan sistem pintu tetapi untuk pintu masih dapat beroperasi untuk buka tutup dengan lancar yang berarti kondisi ini dapat dilakukan perawatan berdasarkan *time directed* yang berarti dilakukan berdasarkan waktu atau umur komponen yang kemudian dapat dilakukan perawatan secara langsung.

8. *Electric Motor*

Electric motor merupakan komponen yang berdasarkan hasil pemilihan tindakan dapat dilakukan secara *condition directed* dimana ketika komponen *electric motor* mengalami kerusakan dapat diatasi secara langsung sehingga permasalahan dapat diatasi. Pemilihan secara *condition directed* didasari karena jika tidak diatasi secara langsung maka dapat membuat pintu tidak bisa buka dan tutup.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan pada sistem pintu penumpang kereta *Light Rail Vehicle* dapat ditarik kesimpulan bahwa berdasarkan hasil analisa dengan RCM dilakukan tindakan perawatan terhadap 8 komponen. Pertama, komponen *Door Control Unit* (DCU) dilakukan tindakan *condition directed*. Kedua komponen *electric motor* dilakukan tindakan *condition directed*. Ketiga, komponen *universal joint* dilakukan tindakan *condition directed*. Keempat, komponen *guide rail* dilakukan tindakan *condition directed*. Kelima komponen *spindle* dilakukan tindakan *condition directed*. Keenam, komponen *converter* MVB dilakukan tindakan *time directed*. Ketujuh, komponen *cam follower bearing* dilakukan tindakan *condition directed*. Kedelapan, komponen *power transmission gear* dilakukan tindakan *condition directed*.

Dan berdasarkan analisa dengan RCM terdapat 8 komponen dimana setiap komponen mempunyai kemungkinan penyebab kegagalan dan dampak yang ditimbulkan. Komponen *Door Control Unit* (DCU) memiliki kemungkinan penyebab kegagalan yaitu tidak adanya komunikasi ke TCMS dan *error system*. Hal tersebut menyebabkan TCMS tidak dapat membaca kesalahan yang terjadi pada DCU. Komponen *electric motor* memiliki kemungkinan penyebab kegagalan yaitu arus yang berlebih. Hal tersebut dapat menyebabkan pada saat proses buka tutup pintu akan mengalami kendala. Komponen *universal joint* memiliki kemungkinan penyebab kegagalan yaitu tidak dapat berputar dengan sempurna. Hal tersebut menyebabkan pintu menjadi tidak dapat terbuka dan menutup. Komponen *guide rail* memiliki kemungkinan kegagalan yaitu baut *guide rail* kendor. Hal tersebut mengakibatkan pintu kereta tidak dapat terbuka. Komponen *spindle* memiliki kemungkinan penyebab kegagalan yaitu retak atau patah. Hal tersebut mengakibatkan pintu tidak dapat terbuka. Komponen *converter* MVB memiliki kemungkinan penyebab kegagalan yaitu terjadi *error system*. Hal tersebut mengakibatkan

tidak adanya komunikasi ke TCMS. Komponen *cam follower bearing* kemungkinan penyebab kegagalan yaitu terjadi macet. Hal tersebut dapat menghambat ketika buka dan menutup pintu. Komponen *power transmission gear* kemungkinan penyebab kegagalan yaitu *gear* rusak atau patah. Hal tersebut mengakibatkan pintu tidak dapat terbuka dan menutup.

BIBLIOGRAFI

- Andina, N. S., Harsono, A., & Mustofa, F. H. (2014). Usulan kebijakan perawatan lokomotif jenis CC201 dengan menggunakan metode reliability centered maintenance Di PT. kereta api Indonesia DIPO Bandung. *Online Institut Teknologi Nasional*, 2(2).
- Ardhikayana, I. B. G., Wiyana, I. N. S., & Priambadi, I. (2015). Analisa perawatan pada komponen kritis mesin pembersih botol 5 gallon PT. X dengan menggunakan metode reliability centered maintenance (RCM). *Jurnal Mettek*, 1(2).
- Azis, M. T., Suprawhardana, M. S., & Purwanto, T. P. (2013). Penerapan metode reliability centered maintenance (Rcm) berbasis web pada sistem pendingin primer di reaktor serba guna ga. siwabessy. *Jurnal Forum Nuklir*, 4(1). <https://doi.org/10.17146/jfn.2010.4.1.225>
- Hidayah, N. Y., & Ahmadi, N. (2017). Analisis pemeliharaan mesin blowmould dengan metode RCM di PT. CCAI. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 16(2). <https://doi.org/10.25077/josi.v16.n2.p167-176.2017>
- Mattjik, M. (2015). Analisis perawatan komponen kereta api dipo rangkasbitung. *Seminar Nasional IENACO*.
- Mufarikhah, N. (2016). Studi implementasi RCM untuk peningkatan produktivitas dok apung (studi kasus: PT. dok dan perkapalan Surabaya). *Jurnal Teknik ITS*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17032>
- Sariyusda, S. (2018). Analisis reliability centered maintenance (RCM) rel conveyor pada mesin oven BTU pyramax 150N di PT. flextronics teknologi Indonesia - Batam. *Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy*, 2(1). <https://doi.org/10.31289/jmemme.v2i1.1656>
- Sayuti, M., Muhammad, & Rifa'i, M. S. (2013). Evaluasi manajemen perawatan mesin dengan menggunakan metode reliability centered maintenance pada PT. Z. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 2(1).
- Shinta, H. D. W., Yanti, R., & Qurtubi. (2021). Analisis perawatan mesin dengan metode reliability centered maintenance (RCM) terhadap mesin air jet loom (AJL). *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC, Juli*.
- Susanto, A. D., & Azwir, H. H. (2018). Perencanaan perawatan pada unit kompresor tipe screw dengan metode RCM di industri otomotif. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 17(1). <https://doi.org/10.23917/jiti.v17i1.5380>
- Wahyudi, D., Wildan, M. W., Purwanto, T. P., & Murti, S. K. (2010). Analisis perawatan unit pembangkitan gresik unit iii dengan metode. *Seminar Nasional VI SDM*

Kajian Perawatan Pada Pintu Penumpang Kereta *Light Rail Vehicle* Dengan Metode
Reliability Centered Maintenance (RCM)

Teknologi Nuklir Yogyakarta, November.

Zein, I., Mulyati, D., & Saputra, I. (2019). Perencanaan perawatan mesin kompresor Pada PT. es muda perkasa dengan metode reliability centered maintenance (RCM). *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1). <https://doi.org/10.32672/jse.v4i1.848>

Copyright Holder:

Dimas Adi Perwira, Akbar Zulkarnain, Henry Widya Prasetya, Reka Patria Raflyliano
(2023)

First publication right:

[Syntax Idea](#)

This article is licensed under:

