

---

## RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE: THE IMPLEMENTATION IN PREVENTIVE MAINTENANCE (CASE STUDY IN AN EXPEDITION COMPANY)

---

Submit: 25 Jun 2020; Review: 27 Aug 2020; Accepted: 06 Dec 2020; Publish: 08 Dec 2020

Fathurohman<sup>1</sup>; Slamet Triyono<sup>2</sup>

### ABSTRACT

*Expedition truck is a vehicle that serves to transfer goods from one place to another. Previously maintenance policy was periodic, depending on the run distance and Run To Failure, maintain the trucks after the occurrence of component damage then system failure. Analysis in maintenance management based on system and critical components do optimize truck performance by using RCM (Reliability Centered Management) method. There are 5 systems in a truck: electrical system, power steering system, cooling machine system, coupling system, and brake system. Interaction and function of the components from each system are analyzed, evaluated the failure mode (FMEA method), and categorized the level of critical damage and adjusted the maintenance time (LTA method).*

*The results of the RCM method for 16 component functions from the 5 systems are 5 component functions with Time Directed (TD), 6 Condition Directed (CD), 3 Failure Finding (FF), and 2 component functions by Run To Failure (RTF).*

**Keywords:** RCM, FMEA, LTA, preventive maintenance.

**JEL Codes:**

---

### ABSTRAK

*Truk Ekspedisi merupakan kendaraan yang berfungsi untuk memindahkan barang dari satu tempat ke tempat lain. Kebijakan perawatan sebelumnya bersifat periodik, tergantung pada jarak lari dan Run To Failure, memelihara truk setelah terjadinya kerusakan komponen kemudian kegagalan sistem. Analisis manajemen pemeliharaan berdasarkan sistem dan komponen kritis dilakukan untuk mengoptimalkan kinerja truk dengan menggunakan metode RCM (Reliability Centered Management). Terdapat 5 sistem dalam sebuah truk: sistem kelistrikan, sistem power steering, sistem mesin pendingin, sistem kopling, dan sistem rem. Interaksi dan fungsi komponen dari masing-*

---

<sup>1</sup> Universitas Pelita Bangsa; fathur.eng@pelitabangsa.ac.id

<sup>2</sup> Universitas Pelita Bangsa; slamettriyonoslamet@gmail.com

*masing sistem dianalisis, dievaluasi mode kegagalannya (metode FMEA), dan dikategorikan tingkat kerusakan kritis serta waktu pemeliharaannya disesuaikan (metode LTA).*

*Hasil metode RCM untuk 16 fungsi komponen dari 5 sistem yaitu 5 fungsi komponen dengan Time Directed (TD), 6 Condition Directed (CD), 3 Failure Finding (FF), dan 2 fungsi komponen oleh Run To Failure (RTF).*

**Kata kunci:** RCM, FMEA, LTA, Pemeliharaan Preventif

**Kode JEL:**

## 1. Pendahuluan

Transportasi memegang peranan penting dalam melakukan bisnis perdagangan internasional. Di dalam transportasi terjadi proses inbond dan outbound logistik untuk menyalurkan barang atau jasa kepada konsumen akhir. Bilamana proses penyaluran atau pendistribusian berjalan dengan baik maka masyarakat akan merasakan kemudahan dalam mendapatkan suatu produk kapan dan dimana saja.

Perusahaan yang melakukan proses distribusi adalah perusahaan ekspedisi. Transportasi menjadi core business bagi perusahaan ekspedisi jasa pengangkutan barang yang memiliki karakteristik berbeda dibandingkan jasa angkutan umum lainnya. Jasa ekspedisi merupakan usaha yang ditujukan untuk mewakili kepentingan pemilik barang dalam mengurus semua kegiatan yang dilakukan bagi terlaksananya pengiriman dan penerimaan barang melalui transportasi darat.

Sistem pemeliharaan armada transportasi yang tepat akan meningkatkan daya saing suatu perusahaan ekspedisi. Sebab dengan adanya sistem tersebut proses pengiriman bisa beroperasi lancar sesuai yang diharapkan. Efektifitas perawatan dan perbaikan truk, sebagai moda transportasi inti, sangatlah penting demi menjamin pengoperasian yang bebas dari kerusakan dan memperpanjang umur unit. Pemeliharaan dapat meminimalkan kerugian yang terjadi, operasional perusahaan menjadi lebih stabil, hasil dapat dimaksimalkan selama diterapkannya sistem, infrastruktur, proses dan prosedur yang benar dan konsisten (Mobley, 2008).

Secara tradisional persepsi pemeliharaan adalah untuk memperbaiki komponen peralatan yang rusak, sehingga kegiatan pemeliharaan terbatas pada tugas-tugas reaktif tindakan perbaikan atau penggantian komponen peralatan. Pandangan yang lebih baru mengenai pemeliharaan didefinisikan sebagai kegiatan yang ditujukan untuk menjaga suatu item atau mengembalikan ke keadaan fisik yang dianggap perlu untuk fungsi produksi (Smith & Hinchcliffe, 2004). Pandangan ini diimplementasikan dalam bentuk servis rutin berkala sesuai angka kilometer yang ditunjukkan.

Perbaikan truk setelah timbulnya kerusakan bukan merupakan kebijakan perawatan yang baik, karena biaya perawatan terbesar bukanlah biaya perbaikan melainkan biaya “berhenti beroperasi karena perbaikan”. Rusaknya truk akan dapat menghentikan proses pengiriman pada perusahaan ekspedisi yang dapat beresiko pada kelangsungan bisnis.

RCM (Reliability Centered Maintenance) merupakan pendekatan pengembangan program-program perawatan untuk pencegahan (preventive maintenance) dengan lebih fokus kepada fungsi sistem daripada suatu komponen tunggal. Pendekatan ini membuat fokus perawatan pada komponen-komponen yang kritis terhadap fungsi sistem. Hal ini membuat program perawatan lebih efisien dengan biaya yang lebih minim. (Kurniawan, 2013)

Anthony Smith (2004) mendefinisikan Reliability Centered Maintenance (RCM) sebagai suatu metode untuk mengembangkan, memilih dan membuat alternatif strategi perawatan berdasarkan kriteria operasional, ekonomi dan keamanan. Tujuan utama dari RCM adalah mempertahankan fungsi sistem dengan cara mengidentifikasi mode kegagalan (failure mode) dan memprioritaskan kepentingan dari mode kegagalan kemudian memilih tindakan perawatan pencegahan yang efektif.

Langkah pertama dalam menganalisis peralatan tertentu adalah mengidentifikasi item yang signifikan secara fungsional dari suatu sistem yang digunakan untuk mengidentifikasi fungsi dan potensi kegagalan fungsional. Setelah itu FMEA digunakan untuk mengevaluasi pengaruh kegagalan fungsional dan analisis kritikalitas untuk setiap FSI (Functionally Significant Item). Kemudian, keputusan logika RCM harus diterapkan untuk setiap tingkat kritikalitas dalam pemilihan strategi perawatan. (Nowland dalam Gupta, Mishra, & Singhvi, 2016)

Banyak penulis telah berupaya mengembangkan konsep RCM sejak tahun 1960. Nowlan dan Heap pertama kali memperkenalkan konsep RCM pada tahun 1978. Richet et al. menerapkan prinsip-prinsip dasar RCM ke sekitar 15 pabrik. Penrose menerapkan teknik RCM pada motor listrik. Liang et al. menerapkan konsep RCM untuk mengevaluasi kompresor bolak-balik. Gupta dan Mishra menerapkan konsep RCM untuk mengevaluasi mesin bubut konvensional menggunakan metode tradisional penghitungan RPN. (Gupta, Mishra, & Singhvi, 2016)

Bagaimana mengimplementasikan RCM dalam perawatan truk ekspedisi dan apa program perawatan pencegahan yang ditawarkan oleh RCM? Dua pertanyaan itu menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini.

## **2. Metodologi**

Reliability Centered Maintenance adalah kerangka kerja yang terstruktur dan proses logis untuk mengoptimalkan sumber daya perawatan aset fisik dalam konteks operasinya. RCM difokuskan pada pelestarian fungsi-fungsi sistem, daripada melestarikan aset fisik. RCM menganalisis fungsi, potensi kegagalan suku cadang, dan ini merupakan langkah tujuh tinjauan untuk mengevaluasi "reliability" dengan manajemen risiko (Samanta B, 2003). Selain tujuh langkah oleh (Samanta, 2003) tersebut, (Sri Hartini, 2006) mengurutkan langkahnya ke dalam lima tahapan yaitu (a) pemilihan sistem dan pengumpulan informasi, (b) identifikasi batasan system, (c) membuat uraian system dan blok diagram system, (d) mengidentifikasi fungsi system dan kegagalan fungsi, dan (e) analisis mode kegagalan.

Berdasarkan konsep tersebut maka metodologi analisa RCM dalam penelitian ini dilakukan dengan tujuh langkah dasar, yaitu: (a) Penentuan sistem dan pengumpulan informasi, (b) Menentukan batasan sistem, (c) Deskripsi fungsi

sistem dan Functional Block Diagram (FBD), (d) Menentukan fungsi sistem dan kegagalan fungsional, (e) Menentukan mode kegagalan dan dampak kegagalan (FMEA), (f) Menentukan kategori kegagalan (LTA), (g) Menentukan jenis perawatan.

### 3. Hasil

#### 3.1. Sampel Data Penelitian

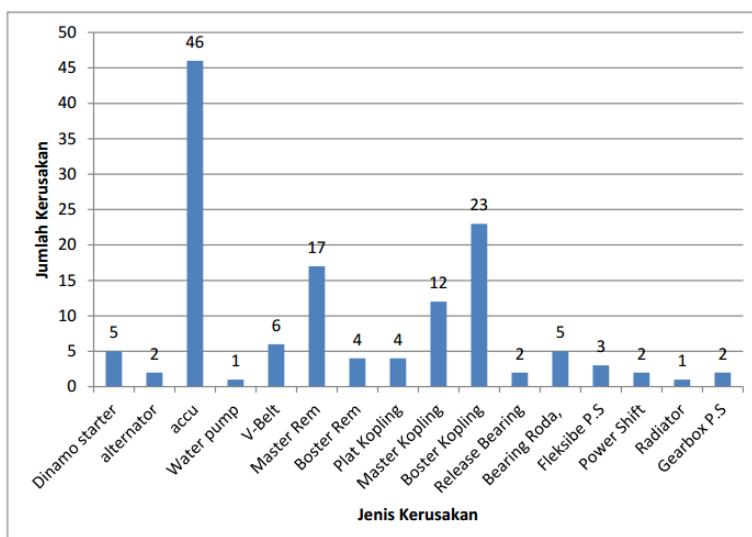
Di dalam perusahaan ekspedisi yang diteliti ini terdapat beberapa jenis truk, diantaranya Hino Lohan, Isuzu Giga, Nissan, Toyota Dyna dan Mitsubishi Colt Diesel. Hino Lohan digolongkan menjadi beberapa type yaitu FG 210 PS, FG 215 JP, FG 235 JP, FG 235 TI. Fokus penelitian hanya pada truk Hino Lohan karena mayoritas terbanyak truk pada jenis tersebut.

#### 3.2. Penentuan Sistem dan Pengumpulan Informasi

Truk ekspedisi memiliki beberapa sistem, diantaranya adalah sistem elektrik, sistem hidrolik (Wing Box), sistem pendingin, sistem power steering, sistem rem, sistem kopling. Kendaraan truk ekspedisi dapat bekerja jika semua sistem yang ada itu berfungsi dengan baik.

Pada penelitian ini sistem yang dipilih adalah sistem elektrik, sistem pendingin, sistem power steering, sistem rem dan sistem kopling. Pemilihan dilakukan karena mayoritas kerusakan ada pada sistem tersebut.

Berdasarkan tabel 1 pada Periode 1 Juni 2016 – 30 Mei 2018 terdapat beberapa kerusakan peralatan pada sistem tersebut, diantaranya : dinamo starter, alternator, accu, water pump, v-belt, master rem, boster rem, plat kopling, master kopling, boster kopling, release bearing, bearing roda, selang fleksible power steering, power shift, radiator dan gearbox power steering.



Gambar 1. Diagram batang jenis kerusakan (*Sumber: data diolah*)

Tabel 1.  
Data Truk dan Kerusakannya 1 Juni 2016 – 30 Mei 2018

No	Data Truk			Data Kerusakan												No	Data Truk			Data Kerusakan																	
	No Polisi	type	Tahun Pembuatan	Dinamo starter	Alternator	Accu	Water pump	V-Belt	Silinder Rem	Boster Rem	Plat Kopling	Master Kopling	Boster Kopling	Release Bearing	Bearing Roda	Fleksible	Power Shift	Radiator	Gearbox P.S	No Polisi	type	Tahun Pembuatan	Dinamo starter	Alternator	Accu	Water pump	V-Belt	Silinder Rem	Boster Rem	Plat Kopling	Master Kopling	Boster Kopling	Release Bearing	Bearing Roda	Fleksible	Power Shift	Radiator
1	B 9612 YM	FG235TI	2010	1	1	2			2									1	22	B 9325 YM	FG210TI	2012	1	1			1									1	
2	D 9999 BC	FG235TI	2010		2	1	3												23	D 9446 AD	FG235TI	2012													1		
3	B 9047 KXR	FG235TI	2010		1					1	2								24	D 9392 AD	FG235TI	2012		2													
4	D 9815 AC	FG235TI	2010		3		1											2	25	D 9408 AD	FG235TI	2012													1		
5	D 9816 AC	FG235TI	2010		1														26	B 9719 UXR	FG235TI	2012		3		3	1								1		
6	T 9178 E	FG235TI	2010		1	1					1								27	B 9720 UXR	FG235TI	2012			1		1	2									
7	B 9495 YN	FG235TI	2010		2					1	1								28	F 9505 FD	FG235TI	2012		2													
8	D 9060 AD	FG235TI	2011	1	1														29	B 9446 TGB	FG235TI	2012			1												
9	D 9061 AD	FG235TI	2011		4	1				2		1							30	T 9892 DA	FG235TI	2012			1			1									
10	D 9240 AD	FG235TI	2011		2		1				4								Jumlah kerusakan per komponen-komponen			16		17	12	23											
11	B 9207 KXR	FG235TI	2011		1																																
12	B 9124 KXR	FG235TI	2011	1					2	1	2																										
13	B 9095 KXR	FG235TI	2011	1	2				2	2	1																										
14	B 9110 KXR	FG235TI	2011		1																																
15	B 9047 KXR	FG235TI	2011		1						1	2																									
16	B 9053 KXR	FG235TI	2011		2						2	2		1																							
17	B 9226 TCC	FG235TI	2011		1	1	1	1	1	5	1																										
18	B 9404 TCC	FG235TI	2011	1	3	1	1				1																										
19	B 9049 UDE	FG235TI	2011		3	1	1											1	1	1																	
20	B 9440 KXR	FG235TI	2012		2																																
21	B 9442 KXR	FG235TI	2012		1					1																											

Dari Gambar 1 dan Tabel 1 dapat diketahui bahwa ada 46 jumlah kerusakan pada jenis accu dengan jumlah truk sebanyak 30 unit, kerusakan ini adalah kerusakan paling banyak dari jenis kerusakan yang lain. Kemudian diikuti oleh kerusakan pada booster kopling, master rem dan master kopling.

### 3.3. Definisi Batasan Sistem

Definisi batasan sistem ditetapkan untuk mengetahui batasan kerusakan pada komponen suatu sistem. Batasan sistem dalam penelitian ini adalah sistem elektrik, sistem pendingin, sistem power steering, sistem rem dan sistem kopling. Komponen-komponen yang terlibat dalam sistem tersebut adalah dinamo starter, alternator, accu, water pump, v-belt, silinder rem, boster rem, plat kopling, master kopling, boster kopling, release bearing, bearing roda, selang fleksible power steering, power shift, radiator dan gearbox power steering. Tahapan ini akan menghasilkan informasi mengenai In/Out interface dari sistem tersebut. Berikut adalah batasan sistem yang didefinisikan. Hasil penelitian bukan ajang untuk menampilkan banyak tabel atau gambar tetapi batasi pada tabel dan gambar yang penting-penting saja. Tiap tabel/gambar harus diberi keterangan yang ringkas, lugas dan jelas dalam bentuk narasi. Seluruh data dan

(Sumber: data diolah)

hasil pengolahan lainnya yang tidak terlalu substantif cukup dilampirkan sebagai file supplement.

Tabel 2.  
Batasan Sistem

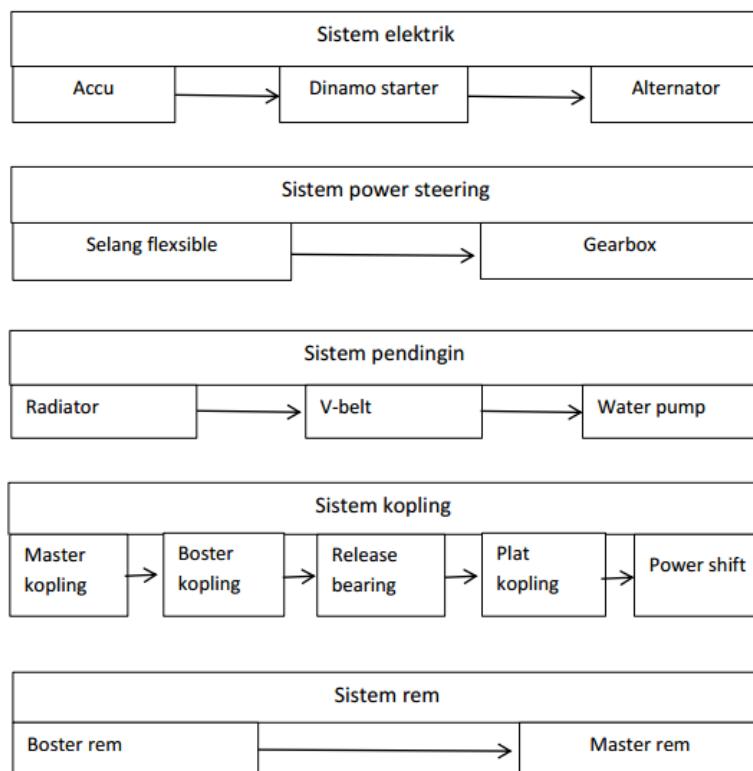
No.	Batasan Sistem	Type	Definisi
1	Elektrik	IN	Sumber arus listrik dari accu digunakan untuk menyalakan sistem kelistrikan truk dan menggerakkan dinamo starter, memutarkan fly wheel pertama kali sehingga truk dapat hidup. Proses pengisian berjalan dan arus listrik keluar dari alternator masuk ke accu
2	Power steering	OUT	Tenaga dari mesin memompa sistem hidrolik, menekan oli power steering ke gearbox dengan melewati selang flexible yang nantinya akan memberikan tenaga tambahan dalam mengemudikan stir (kemudi)
3	Pendingin	IN	Ketika mesin menyala, water pump berputar memompa cairan pendingin untuk mensirkulasikannya di blok mesin. Ketika suhu mencapai angka 80-100°C, thermostat akan terbuka, cairan pendingin yang panas di mesin akan keluar menuju radiator untuk didinginkan.
4	Kopling	OUT	Fly wheel meneruskan sekaligus menyimpan energi dari crank shaft pada saat mesin hidup (berputar), tenaga ini akan diteruskan ke roda melalui plat kopling dengan tekanan dekrup ketika pelat kopling diinjak. Untuk pemindahan gigi persneling menggunakan tuas dengan bantuan power shift.
5	Rem	OUT	Tekanan dari pedal rem akan membuka angin melalui brake valve, angin tersebut akan mendorong minyak rem pada booster sehingga minyak rem dari reservoir akan tertekan menuju master rem. Dengan adanya tekanan minyak master rem akan bekerja untuk proses penggereman.

(Sumber: data peneliti)

Dari tabel Batasan Sistem di atas dapat dipahami mekanisme kerja sistem, jenis komponen utama dan fungsi dari komponen tersebut.

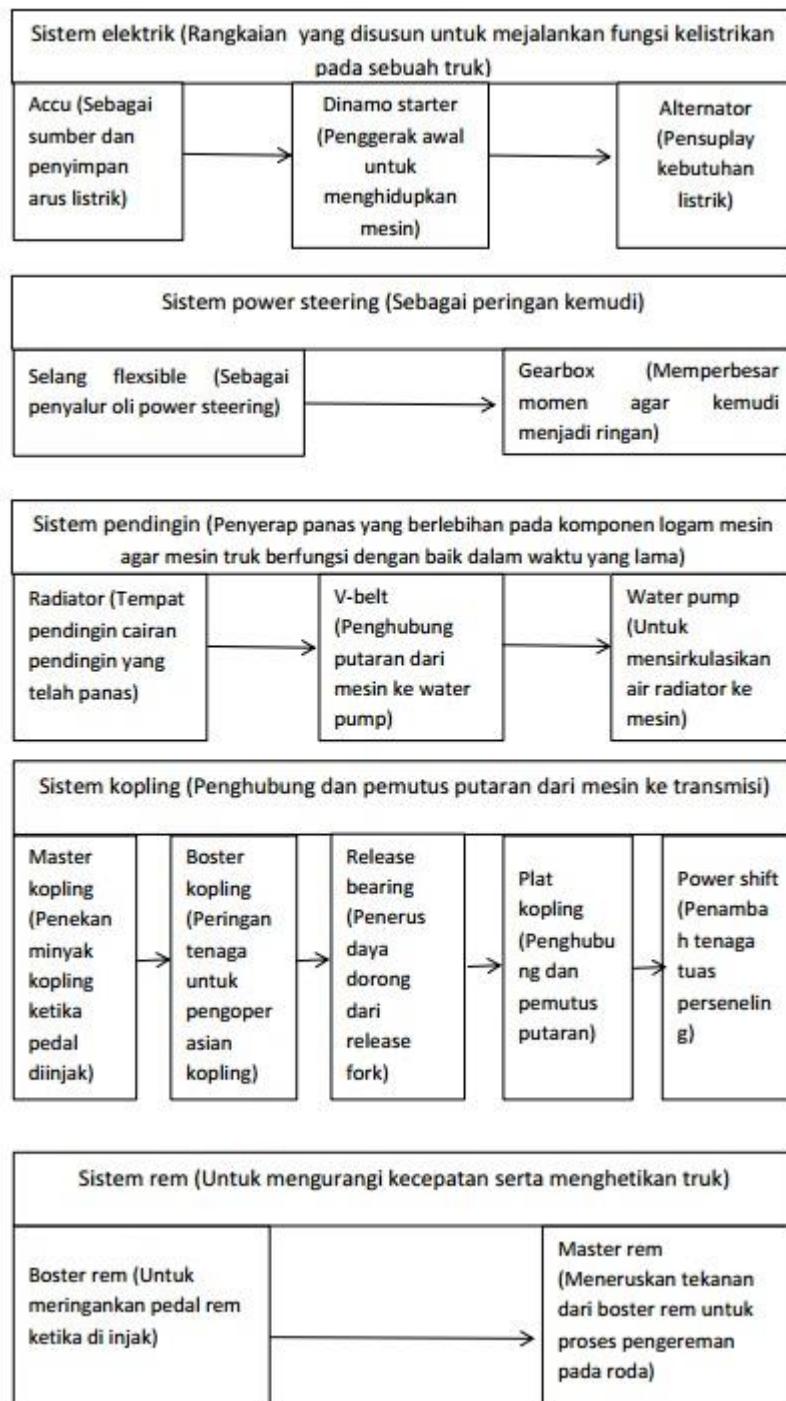
### 3.4. Deskripsi Fungsi Sistem dan Functional Block Diagram

Penggambaran sistem sangat penting untuk mengidentifikasi desain sistem yang kritis, hubungan antar komponen dan kontribusinya terhadap kinerja sistem. Functional Block Diagram (FBD) merupakan representasi dari fungsi utama sistem yang merupakan blok atau kotak berisi fungsi-fungsi dari subsistem yang menyusun sistem tersebut. Sedangkan Asset Block Diagram (ABD) dibuat untuk memudahkan dalam pemahaman FBD, terutama untuk memahami urutan proses sistem.



Gambar 2 Asset Block Diagram

Berbeda dengan Asset Block Diagram (ABD) yang menggambarkan sistem melalui partnya, maka Functional Block Diagram (FBD) menggambarkan sistem dengan penambahan penjelasan fungsi dari setiap part yang terlibat.



Gambar 3 Functional Block Diagram (*Sumber: data peneliti*)

Penjelasan yang sudah diterima pada Tabel 2, dirincikan dengan lebih detil pada FBD sehingga lebih dipahami fungsi dan komponen utama yang terlibat dalam sistem tersebut.

### 3.5. Penentuan Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

Pada tahapan ini dilakukan analisis mengenai kegagalan fungsional yang terjadi pada sistem yang diteliti, penjelasan mengenai kegagalan, komponen yang terkait serta hubungan antar komponen pada sistem tersebut. Hasil yang didapatkan adalah informasi mengenai jenis kegagalan atau kerusakan yang terjadi pada sistem. Fungsi sistem dan kegagalan fungsional dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3.  
Fungsi sistem dan Kegagalan Fungsional

No	Nama Fungsi	Deskripsi Fungsional	Kegagalan fungsional
1	Dinamo Starter	Untuk memutarkan flywheel agar poros engkol dapat berputar pada gerakan awal kendaraan, sehingga mesin bisa hidup.	Mesin tidak hidup
2	Alternator	Sebagai pembangkit tenaga listrik yang digunakan untuk mensuply kebutuhan listrik yang ada pada kendaraan seperti menyalaan AC, memutarkan radio tape dan lampu-lampu pada truk serta untuk mencarger accumulator atau accu untuk tetap memberikan tegangan yang stabil sehingga accu tidak drop.	-Tidak kuat starter -Lampu-lampu pada redup
3	Accu	Sebagai penyimpan arus listrik yang biasa digunakan untuk menyalaan sebuah rangkaian kelistrikan di tempat dimana tidak ada sumber listrik.	-Tidak bisa starter -Lampu-lampu pada mati
4	Water Pump	Digunakan sebagai alat pendingin untuk mensirkulasikan air radiator ke mesin.	Air cepat berkurang/bisa menyebabkan overheat
5	V-belt	Sebagai penggerak atau penghubung beberapa komponen di mesin truk seperti water pump dan alternator.	-Kelistrikan pada truk tidak stabil -Bisa mengakibatkan overheat
6	Master Rem	Meneruskan tekanan dari boster rem untuk proses penggereman pada roda.	Tidak bisa di rem/ rem blong
7	Boster Rem	Untuk meringankan pedal rem ketika di injak dengan cara memberikan tekanan pada master rem sehingga pengremen truk bisa lebih ringan.	Tidak bisa di rem/ rem blong

Lanjutan Tabel 3

No	Nama Fungsi	Deskripsi Fungsional	Kegagalan fungsional
8	Plat Kopling	Untuk menghubungkan tenaga mesin atau putaran mesin ke transmisi dan mengurangi putaran mesin saat akan dilakukan perpindahan gigi transmisi, agar gigi transmisi bisa masuk dengan mudah.	-Truk tidak ada tenaga -Truk tidak bisa berjalan (selip)
9	Master Kopling	Memberikan tekanan pada minyak kopling menuju boster kopling ketika pedal kopling diinjak .	Tuas perseneling susah masukkan gigi transmisi maju ataupun mundur
10	Boster Kopling	Sebagai peringan tenaga untuk pengoperasian kopling.	Tuas perseneling susah masukkan gigi transmisi maju ataupun mundur
11	Release Bearing	Sebagai penerus gaya dorong dari release fork kemudian kepegas diaphragm pada saat pedal kopling ditekan.	Suara gemuruh ketika pedal kopling di injak
12	Bearing Roda	Menjaga agar poros ban atau as roda tidak langsung bergesekan dengan rumah roda.	-Terasa tidak stabil jika truk jalan -Suara gemuruh pada roda
13	Selang Fleksible Power Steering	Sebagai jalan atau saluran oli power steering dari pompa power ke gearbox.	Oli power steering sering berkurang
14	Power Shift	Sebagai penambah tenaga dari tuas perseneling ke transmisi ketika mau memindahkan gigi kecepatan.	Tuas perseneling susah masukkan gigi transmisi maju ataupun mundur
15	Radiator	Untuk mendinginkan cairan pendingin yang telah menjadi panas setelah melalui saluran water jacket.	Temperatur mesin cepet naik/ menyebabkan overheat
16	Gearbox Power steering	Untuk mengarahkan jalanya kendaraan sekaligus sebagai roda gigi reduksi untuk memperbesar momen agar kemudi menjadi ringan.	Sistem kemudi berat

Dari tabel 3 ini diperoleh bahan untuk analisa mode atau tipe kegagalan dan penggolongan atas efek dari kegagalan komponen tersebut.

### 3.6. Failure Mode Effect Analysis

Mode kegagalan dan analisis efek merupakan pendekatan langkah demi langkah untuk mengidentifikasi semua kegagalan yang mungkin terjadi. Apabila mode kegagalan dapat diketahui maka dampak kegagalan dari suatu sistem dapat tergambaran.

Mode kegagalan yang terjadi akan dilihat apakah memberikan kegagalan pada tingkat lokal, sistem dan fasilitas. Efek kegagalan pada tingkatan lokal akan

menyebabkan komponen tidak dapat memenuhi fungsinya dengan baik. Efek kegagalan pada tingkatan sistem akan menyebabkan fungsi sistem tidak bekerja. Sedangkan efek kegagalan pada tingkatan fasilitas akan menyebabkan kegagalan pada fasilitas atau peralatan.

Tabel 4. Failure Mode Effect Analysis

No	Komponen	Mode kegagalan	Penyebab kegagalan	Efek kegagalan yang timbul jika komponen rusak		
				Kegagalan lokal	Kegagalan sistem	Kegagalan fasilitas
1	Dinamo starter	Tidak berfungsi	-Carbon brush aus -Armatur rusak -Yoke rusak -Switch solenoid rusak	Tidak dapat digunakan	Tidak dapat menghidupkan mesin	Mesin tidak hidup
2	Alternator	Tidak berfungsi	-Regulator rusak -Carbon brush aus	Tidak dapat digunakan	Sistem pengisian pada accu tidak berjalan	-Tidak kuat starter -Lampu-lampu pada redup
3	accu	Tidak berfungsi	-Kepala accu keropos -sel-sel di dalam accu rusak	Tidak dapat digunakan	Accu tidak dapat menyimpan arus listrik	-Tidak bisa starter -Lampu-lampu pada mati
4	V-belt	V-belt putus	V-belt aus	Tidak dapat digunakan	Sistem pengisian dan pendingin tidak dapat berjalan	-Kelistrikan pada truk tidak stabil -Bisa mengakibatkan overheat
5	Master rem	Berfungsi tidak sempurna	Master rem rembes/ seal piston udah aus	Tidak dapat digunakan	Sistem penggereman tidak berjalan dengan semestinya	Tidak bisa di rem/ rem blong
6	Boster rem	Berfungsi tidak sempurna	-Bocor minyak rem/ Seal piston aus -Bocor udara/ seal piston aus	Tidak dapat digunakan	Sistem penggereman tidak berjalan dengan semestinya	Tidak bisa di rem/ rem blong
7	Plat kopling	Tidak berfungsi	Plat kopling tipis	Tidak dapat digunakan	Tidak bisa menghantarkan putaran dari mesin ke transmisi	-Truk tidak ada tenaga -Truk tidak bisa berjalan

Lanjutan Tabel 4.

No	Komponen	Mode kegagalan	Penyebab kegagalan	Efek kegagalan yang timbul jika komponen rusak			No	Komponen	Mode kegagalan	Penyebab kegagalan	Efek kegagalan yang timbul jika komponen rusak		
				Kegagalan lokal	Kegagalan sistem	Kegagalan fasilitas					Kegagalan lokal	Kegagalan sistem	Kegagalan fasilitas
8	Master kopling	Berfungsi tidak sempurna	Master kopling rembes/ seal aus	Tidak dapat digunakan	Proses pemindahan susah masukkan gigi transmisi maju ataupun mundur	Tuas perseneling susah masukkan gigi transmisi maju ataupun mundur	12	Bearing roda	Bearing rusak	-Grease/ pelumas bearing mencair -Grease/ pelumas bearing campur air	Tidak dapat digunakan	poros ban atau as roda akan langsung bergesekan dengan rumah roda.	-Terasa tidak stabil jika truk jalan -Suara gemuruh pada roda
9	Boster kopling	Tidak berfungsi	Boster kopling bocor/ seal piston aus	Tidak dapat digunakan	Tidak bisa memasukan gigi perseneling	Tuas perseneling susah masukkan gigi transmisi maju ataupun mundur	13	Water pump	Water pump rusak	Bocor air	Tidak dapat digunakan	Proses sirkulasi air di mesin tidak stabil	Air cepet berkurang/ bisa menyebabkan overheat
10	Power sift	Power shift rusak	Bocor angin	Tidak bisa digunakan	Tenaga buat pemindahan gigi transmisi berkurang	Tuas perseneling susah masukkan gigi transmisi maju ataupun mundur	14	Radiator	Tidak berfungsi	-Radiator mampet -Radiator bocor	Tidak dapat digunakan	Air tidak bisa sirkulasi	Temperatur mesin cepet naik /menyebabkan overheat
11	Release bearing	Release bearing rusak	-Suara gemuruh/ abnormal ketika pedal kopling diinjak -Putaran release bearing kasar	Tidak dapat digunakan	Sistem abnormal /Putaran release bearing kasar	Suara gemuruh ketika pedal kopling diinjak	15	Gearbox	Berfungsi tidak sempurna	Gearbox bocor / seal atas pada gearbox aus	Tidak dapat digunakan	Oli power steering sering berkurang/ gearbox cepet rusak	Sistem kemudi berat
							16	Selang fleksible Power steering	Selang fleksible rusak	Selang Bocor/ oli power steering rembes	Tidak dapat digunakan	Sistem saluran oli power steering dari pompa power ke gearbox terhambat.	Oli power steering sering berkurang

### 3.7. Logic Tree Analysis

Logic tree analysis merupakan suatu alat pengukuran secara kualitatif yang bertujuan untuk menekankan suatu prioritas. Pada proses ini diajukan tiga pertanyaan kritis terhadap setiap mode kegagalan kemudian mengkategorikan jawabannya dalam hal safety (kategori A), operasional (kategori B), ekonomi (kategori C), atau tersembunyi (kategori D).

### 3.8. Task Selection

Pada tahap ini setiap mode kegagalan telah diketahui. Task selection dilakukan untuk menentukan kebijakan yang paling mungkin untuk diterapkan dan memilih task yang efektif untuk setiap mode kegagalan yang ada. Pada task selection ini dilakukan penentuan hubungan kegagalan dengan jenis task yang ada, apakah kegagalan yang ada berhubungan langsung dengan Time Directed (TD), Condition Directed (CD), Failure Finding (FF), dan Run to Failure (RTF). Serta mengelompokkan mode kegagalan ke dalam kategori Hidden Failure (D) atau ekonomi (C). Sehingga pada akhirnya didapatkan jenis perawatan yang efektif.

#### 4. Pembahasan

Mode kegagalan yang terjadi pada setiap komponen berbeda-beda, sehingga tindakan perawatanya pun berbeda. Kondisi ini sebagaimana yang dilakukan oleh Lukodono (2013) yang menganalisis penerapan RCM pada perawatan mesin gula. Berdasarkan hasil pengolahan data mode kegagalan untuk setiap komponen dari sistem elektrik, sistem pendingin, sistem power steering, sistem rem, dan sistem kopling pada truk ekspedisi sudah dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori.

Tabel 5.  
Task Selection

No	Komponen	Mode kegagalan	Task Kebijakan dari Hasil Motode RCM
1	Master kopling	Berfungsi tidak sempurna	<i>Time Directed</i>
2	Boster kopling	Berfungsi tidak sempurna	
3	Boster rem	berfungsi tidak sempurna	
4	Gearbox	Berfungsi tidak sempurna	
5	Radiator	Tidak berfungsi	
6	Accu	Tidak berfungsi	<i>Condition Directed</i>
7	V-belt	V-belt putus	
8	Dinamo starter	Tidak berfungsi	
9	Alternator	Tidak berfungsi	
10	Plat kopling	Tidak berfungsi	
11	Selang fleksible power stering	Rusak	<i>Failure Finding</i>
12	Bearing roda	Baring rusak	
13	Release bearing	Release bearing rusak	
14	Master rem	Berfungsi tidak sempurna	
15	Power shift	Rusak	<i>Run to Failure</i>
16	Water pump	Rusak	

Kebijakan perawatan yang ada pada saat ini adalah Run to Failure (RTF), truk dioperasikan sampai rusak sehingga kebijakan perawatan mesin lebih cenderung corrective maintenance. Sedangkan berdasarkan kebijakan perawatan menggunakan metode RCM didapatkan adanya perubahan task yang signifikan , yaitu 5 Time Directed (TD), 6 Condition Directed (CD), 3 Failure Finding (FF), dan 2 Run to Failure (RTF). Hasil ini sejalan dengan penelitian dari Rachmat Hidayat (2010) yang menjadikan komponen kritis sebagai prioritas dalam menilai resiko kerusakan mesin compressor screw.

## 5. Kesimpulan

Implementasi metode RCM dalam manajemen perawatan truk ekspedisi terdiri dari tujuh langkah yaitu (1) pengumpulan informasi kerusakan part untuk menentukan sistem yang diteliti; (2) definisi sistem untuk membatasi lingkup penelitian; (3) membuat ABD (Asset Block Diagram) dan FCD (Functional Block Diagram) untuk mendapatkan keterkaitan komponen sistem dan menilai komponen yang kritis; (4) menentukan fungsi sistem dan kegagalan fungsionalnya; (5) membuat FMEA untuk menilai level kegagalannya; (6) membuat LTA untuk menentukan prioritas berdasarkan kategori; (7) menentukan kebijakan perawatan setiap komponen.

Kegiatan perawatan truk yang umumnya berlaku adalah corrective maintenance yaitu kebijakan pengoperasian truk hingga mengalami kerusakan (Run to Failure). Dari penelitian ini kebijakan perawatan 16 komponen yang berasal dari 5 sistem utama truk dengan metode RCM adalah time directed, condition directed, failure finding dan run to failure. Pada time directed ada 5 komponen diantaranya radiator dan master kopling, bentuk perawatan radiator adalah penggantian cairan pendingin (engine coolant) setiap 300.000 km, sedangkan master kopling bentuk perawatannya yaitu penggantian minyak kopling (brake fluid) setiap 60.000 km. Condition directed ada 6 komponen diantaranya accu, bentuk perawatan pada accu yang diambil seperti pembersihan kotoran pada kepala accu dan pengecekan air accu. Failure finding ada 3 komponen diantaranya bearing roda, bentuk perawatan adalah pergantian pelumas (grease) bila ditemukan keabnormalan yang terdeteksi secara inderawi. Sementara ada 2 komponen yang masuk kategori Run to Failure (RTF), antara lain water pump dan power shift.

Rekomendasi penelitian ini tentu memerlukan evaluasi setelah diterapkan dan perlu dihitung pengaruhnya terhadap efisiensi biaya perawatan.

## Daftar Pustaka

- Gupta, G., Mishra, R., & Singhvi, P. (2016). An Application of RCM Using RPN Mean and Range on Conventional Lathe Machine. *International Journal of Reliability, Quality, and Safety Engineering*, 1640010-1.
- Kurniawan, F. (2013). Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri Implementasi TPM, Preventive Maintenance dan RCM . Yogyakarta: Graha Ilmu .
- Mobley, K. (2008). Aktifitas Maintenance. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Rachmat Hidayat, N. A. (2010). PERENCANAAN KEGIATAN MAINTENANCE DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) II . MAKARA, TEKNOLOGI, VOL. 14, NO.1, 7.
- Rio Prasetyo Lukodono, P. R. (2013). Analisis Penerapan Metode RCM Dan MVSM Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Sistem Maintenance (Studi Kasus PG. X). *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol.4, 43.

- Samanta B, e. (2003). RCM Strategy for Heavy earth Moving Machinery in Coal Mine. *Industrial Engineering Journal*, 15-20.
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. (2004). *RCM - Gateway to World Class Maintenance*. Oxford: Elsevier.
- Sri Hartini, S. A. (2006). ANALISIS MODA KEGAGALAN DENGAN PENDEKATAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)(Studi kasus Baking Section Mesin Imfori PT Nissin Biskuit Indonesia). *Jati Undip*.