

Analisa Maintenance Differential Pada Unit Dump Truck

Kiraldi Nandito Arung Putra¹, Salma Salu², Agustina Kasa³

¹Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 Daya Makassar, 90243
Email korespondensi: 202027kiraldi@gmail.com

Abstrak

PT Win Wahana Cipta Marga adalah perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi infrastruktur, dimana alat berat seperti dump truck berperan penting dalam operasionalnya. Penelitian ini mengkaji penerapan Reliability Centered Maintenance (RCM) dalam menganalisis mode kegagalan pada sistem Differential. Dengan menggunakan RCM information worksheet untuk analisis Failure mode dan efek analisis, ditemukan 5 mode kegagalan pada sub sistem final gear dan 8 mode kegagalan pada komponen pendukung differential. Berdasarkan RCM decision worksheet, strategi pemeliharaan yang ditentukan meliputi tugas pemeliharaan terjadwal untuk mencegah kegagalan pada sub sistem final gear, dimana 3 dari 5 mode kegagalan dapat dicegah dengan scheduled discard task dan 2 mode kegagalan dengan scheduled on condition task. Pada komponen pendukung differential, 8 mode kegagalan dapat dicegah dengan kombinasi tugas terjadwal dan run to failure maintenance, dengan lima mode kegagalan dicegah melalui scheduled discard task. Penelitian ini memberikan panduan komprehensif dalam menentukan tugas pemeliharaan yang tepat guna meningkatkan keandalan dan keselamatan operasional sistem differential.

Kata Kunci: Perawatan , Dump Truck, Gardan, Reliability Centered Maintenance

Abstract

PT Win Wahana Cipta Marga is a company engaged in infrastructure construction, where heavy equipment such as dump trucks play an important role in its operations. This study examines the application of Reliability Centered Maintenance (RCM) in analyzing failure modes in differential systems. By using the RCM information worksheet for failure mode analysis and effect analysis, 5 failure modes were found in the final gear subsystem and 8 failure modes in the differential support components. Based on the RCM decision worksheet, the maintenance strategy established includes scheduled maintenance tasks to prevent failure in the final gear subsystem, where 3 of the 5 failure modes can be prevented by scheduled disposal tasks and 2 failure modes with scheduled condition tasks. In the differential support components, 8 failure modes can be prevented by a combination of scheduled tasks and run to failure maintenance, with five failure modes prevented through scheduled disposal tasks. This study provides a comprehensive guideline in determining the right maintenance tasks to improve the reliability and operational safety of the differential system..

Keywords: Maintenance, Dump Truck, Differential, Reliability Centered Maintenance

I. PENDAHULUAN

Sejak era revolusi industri, perawatan industri telah menghasilkan beberapa teori perawatan dan model perawatan. Sebagian besar penulis dalam literatur manajemen pemeliharaan, setuju untuk mendefinisikan pemeliharaan sebagai serangkaian aktivitas yang diperlukan untuk menjaga aset fisik dalam kondisi operasi yang diinginkan atau mengembalikannya ke kondisi awal [1]. *Differential* atau gardan merupakan bagian penting yang sering dilupakan untuk perawatan. *differential* merupakan salah satu komponen penting yang berguna untuk meneruskan tenaga putar dari mesin menuju poros penggerak dan membedakan putaran roda kiri dan kanan saat mobil berbelok [2]. *Reliability Centered*

Maintenance (RCM) merupakan suatu teknik perawatan yang menggunakan informasi keandalan untuk mendapatkan suatu perencanaan perawatan yang optimal. Ide dasar dari teknik perawatan ini adalah memelihara fungsi dan menemukan mode-mode kegagalan sistem. Strategi *maintenance* akan memberikan jenis perawatan yang optimal bagi suatu komponen, sehingga aktivitas perawatan akan dilakukan sesuai dengan kebutuhan [3].

II. Tinjauan Pustaka

Reliability Centered Maintenance

Mengingat definisi pemeliharaan sebelumnya, definisi RCM lebih lengkap dapat menjadi sebuah proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan untuk memastikan bahwa setiap aset

fisik beroperasi dengan baik sesuai dengan desain dan fungsinya. Tujuan utama dari RCM, yaitu Mempertahankan fungsi dengan identifikasi prioritas mode kegagalan (*failure mode*) sebagai dasar penentuan tindakan perawatan yang efektif untuk diterapkan [4].

Pemilihan dan penentuan prioritas sistem merupakan langkah awal untuk mendefinisikan batasan sistem yang diamati. Definisi batasan sistem yang diamati dilakukan dengan menyusun *functional block diagram* (FBD) dan *system work breakdown system* (SWBS) untuk menangkap semua sistem dan subsistem.

1. Mendefinisikan Fungsi dan Standar Kinerja

Fungsi mesin dalam analisis RCM perlu untuk didefinisikan sebagai parameter yang menentukan apakah mesin beroperasi secara normal sesuai fungsinya.

2. Mendefinisikan kegagalan fungsional.

Kegagalan fungsional perlu didefinisikan sebagai batasan. Kerusakan yang dimaksud ialah ketika mesin beroperasi di luar parameter normalnya. Definisi kegagalan fungsional menjelaskan batasan apakah kerusakan sistem dialami ketika mesin dalam keadaan hidup, mati, terbuka, tertutup, tidak stabil, macet, dan sebagainya.

3. Mengidentifikasi mode kegagalan.

Mode kegagalan didefinisikan bagaimana mesin gagal dalam menjalankan fungsinya. Langkah ini mengidentifikasi rangkaian peristiwa yang memicu terjadinya kerusakan pada mesin.

4. Menentukan efek dan konsekuensi kegagalan.

Langkah ini menentukan dampak akibat kegagalan fungsional yang terjadi lalu membuat dan memberi penilaian terkait tingkat keparahan akibat dampak yang diberikan baik pada keselamatan operator, lingkungan kerja, serta proses operasi.

5. Menentukan Tindakan Perawatan.

Tindakan perawatan dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi terjadinya kegagalan fungsional. Langkah ini bertujuan untuk memilih strategi perawatan yang sesuai untuk berbagai kegagalan fungsional. Penentuan tindakan perawatan yang sesuai untuk mesin dapat dibantu dengan menggunakan RCM *decision diagram*. Tindakan perawatan dalam RCM terbagi menjadi dua kategori, yaitu:

a. *Proactive task* dalam RCM meliputi *scheduled restoration task*, *scheduled discard task*, dan *on-*

condition maintenance,

b. *Default action* meliputi *failure-finding*, *redesign*, dan *no scheduled maintenance*. Tindakan ini dipilih jika tidak ditemukan *proactive task* yang efektif.

Metodologi RCM mengembangkan strategi perawatan yang tepat melalui proses pengambilan keputusan yang cermat, sebagai berikut [4] :

6. Memilih dan menentukan prioritas sistem.

FMEA dan FMECA

Seringkali ada anggapan keliru bahwa FMEA (*Failure Mode and Effect Analisis*) dan FMECA (*Failure Mode, Effect and Critical Analisis*) adalah keduanya analisis yang dilakukan secara independen, atau sebagai pengganti RCM. Sebaliknya, empat langkah pertama dari proses RCM menghasilkan FMEA Selain itu, lima langkah pertama dari proses RCM menghasilkan FMECA [5]. FMECA merupakan hasil dari dua langkah dari:

1. *Failure Mode Dan Effect Analisis* (FMEA).

2. *Criticality Analisis* (CA).

RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect* (*severity*), kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effect* (*occurrence*), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi (*detection*). Untuk menghitung risiko dalam metode FMEA, risiko ada tiga komponen yang dikalikan untuk menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN) [6], yaitu:

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

1. Keparahan atau *severity*(S): *severity* dijelaskan pada skala 10 poin dimana 10 adalah yang tertinggi seperti pada Lampiran 1. [7]

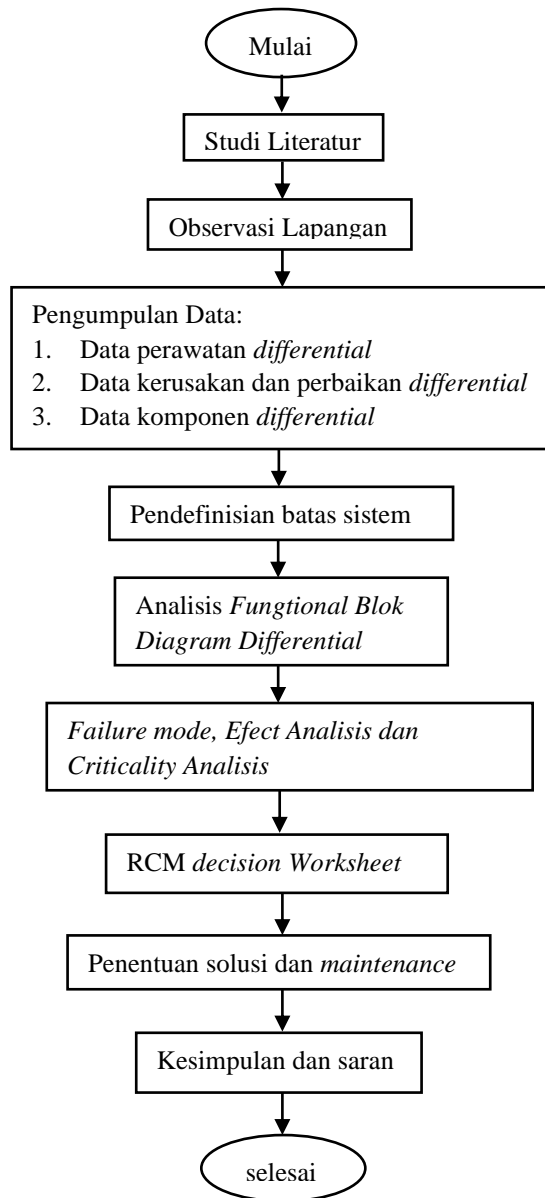
2. Kejadian atau *occurance*(O): Kejadian dijelaskan pada 10 poin skala dimana 10 adalah yang tertinggi seperti Lampiran 2. [7]

3. Deteksi atau *detection*(D): Deteksi dijelaskan pada 10 poin skala dimana 10 adalah yang tertinggi seperti Lampiran 3. [7]

4. $RPN_{\text{minimal}} = 1$ dan $RPN_{\text{maksimal}} = 1000$

3. Metode

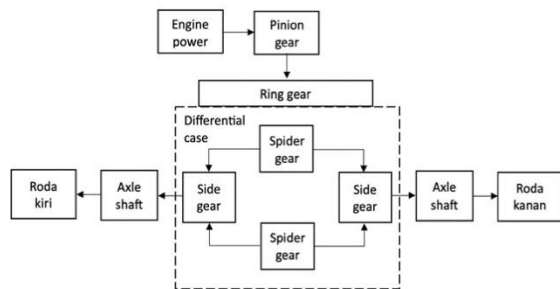
Penelitian ini menggunakan data tahun 2024 dengan metode observasi langsung, dan wawancara langsung dengan kepala teknisi pemeliharaan di PT Win Wahana Cipta Marga, Makassar.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Functional Block Diagram Differential

Langkah *Functional Block Diagram* (FBD) sebagai dasar informasi dan acuan untuk melakukan tindakan perawatan melalui parameter operasi. Berikut merupakan identifikasi ilustrasi diagram alir pada sistem kerja *differential*:



Gambar 1. *Functional Blok Diagram Differential Failure Mode dan Effect Analisis Dan Criticality Analisis*

Setelah menentukan *failure* dan *functional failure* tahap selanjutnya adalah menganalisa *Failure mode, effect* dan *Criticality Analisis* menggunakan *Information WorkSheet*. *Information Worksheet* atau lembar informasi RCM merupakan dokumen yang berisi informasi rinci tentang fungsi dan kinerja standar sistem (*functional*), bagaimana sistem gagal menjalankan fungsinya, bentuk kemungkinan kegagalannya, dan efek dari kegagalan tersebut. Penilaian *severity, occurrence, detection*

pada sub sistem *final gear* terdapat 5 *failure mode*. Berdasarkan analisa *Criticality*-Nya, muatan berlebih memiliki nilai RPN tertinggi yaitu 75 dan jalan licin yang memiliki nilai RPN 72, dimana keduanya yang paling beresiko untuk merusak gardan dan keselamatan operator.

Tabel 1. FMEA *Final Gear*

FMEA/RCM Information worksheet			
Sistem <i>Differential</i> (gardan)			
Sub Sistem <i>Final gear</i>			
F	FF	Failure Mode	Efek Analisis
1.	A	1 <i>pinion gear/ring gear</i> aus	Gardan menghasilkan suara berdengung
		2 <i>Pinion gear/ring gear</i> rompal	Gardan Menghasilkan suara berjeduk dari gardan

		3 Jalan licin/berlumpur	<i>Gigi pinion</i> dan <i>ring gear</i> tersentak menyebabkan gigi-gigi <i>differential</i> rompal
4.	A	1 <i>Pinion gear/ring gear</i> aus	Gardan menghasilkan suara berdengung
		2 Muatan berlebihan	Beban berlebih menyebabkan gear bekerja terlalu keras sehingga dapat mempercepat keausan

Tabel 2. *Criticality Analisis Final Gear*

F	FF	Failure Mode	Criticality Analisis			
			S	O	D	RPN
1.	A	1 <i>Pinion gear/ring gear</i> aus	3	3	3	27
		2 <i>Pinion gear/ring gear</i> rompal	4	3	3	36
		3 Jalan licin/berlumpur	6	3	4	72
4.	A	1 <i>Pinion gear/ring gear</i> aus	3	3	3	27
		2 Muatan berlebihan	5	3	5	75

Pada analisa sub sistem komponen pendukung *differential* ditemukan 8 *failure mode*. Berdasarkan analisa *Criticality*-nya, *differential case* aus memiliki nilai RPN paling tinggi yaitu 40, *bearing* aus memiliki nilai RPN 32 dan *Thrust Washer* Aus memiliki nilai RPN yaitu 30. *Differential case* yang aus menyebabkan *backlash* sehingga *Thrust washer* tidak dapat melakukan fungsinya secara normal.

Tabel 3. FMEA Komponen Pendukung *Differential*

RCM II Information worksheet			
Sistem <i>Differential</i> (gardan)			
Sub Sistem Komponen pendukung			
F	FF	Failure Mode (FM)	Efek Analisis

1	A	1	Seal pinion gear aus (umur)	Oli merembes dari <i>pinion gear</i>
		2	Seal pinion sobek/aus/bocor	Oli gardan berkurang karena adanya kebocoran, dapat berpotensi merusak komponen lain karena kekurangan oli
		3	Kesalahan pemasangan seal	Pemasangan yang salah dapat menyebabkan seal robek atau lecet
2	A	1	Thrust Washer side gear Aus	Celah atau <i>backlash</i> antara <i>side gear</i> dan <i>spider gear</i>
		2	Differential case Aus	membesar Potensial Failure: menyebabkan suara berdengung dan keausan pada <i>side gear</i> dan <i>spider gear</i>
3	A	1	Bearing aus	Putaran poros <i>pinion</i> tidak stabil menyebabkan gesekan lebih antara <i>pinion gear</i> dengan <i>ring gear</i>
4	A	1	Universal Joint Flange aus normal (umur)	Muncul bunyi berdenting saat awal mobil maju atau mundur
		2	Kurangnya pelumas Universal Joint Flange	Umur <i>universal joint flange</i> berkurang

Tabel 4. Criticality Analisis Sub Sistem Komponen pendukung *differential*

F	FF	Failure Mode (FM)	Criticality Analisis				
			S	O	D	RPN	
1	A	1	Seal pinion aus (umur)	2	2	2	8
		2	Seal pinion sobek/aus/bocor	2	3	2	12

		3	Kesalahan pemasangan seal	5	2	2	20
2	A	1	Thrust Washer side gear Aus	3	2	5	30
		2	Differential case Aus	4	2	5	40
3	A	1	Bearing aus	4	2	4	32
4	A	1	Universal Joint Flange aus normal (umur)	3	2	2	12
		2	Kurangnya pelumas Universal Joint Flange	3	3	2	18

Penentuan Solusi Dan *Maintenances*

Pada tahap ini *maintenance task* ditentukan menggunakan RCM *Decision Worksheet* berdasarkan informasi dari RCM *Information Worksheet* yang telah di definisikan sebelumnya. Untuk menentukan *consequence evaluation*, proaktif *task* dan *default action* menggunakan bantuan RCM *decision diagram*

Dari 5 *failure mode* yang terjadi pada sub sistem *final gear* [lampiran 4], terdapat 3 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task* dan dapat diselesaikan oleh mekanik dengan mengganti komponen yang rusak atau aus, dan 2 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*, 1 *task* dapat diselesaikan rutin oleh Operator *dump truck* dan 1 *task* dapat diselesaikan oleh tim penimbang.

Pada sub sistem komponen pendukung *differential* terdapat 8 *failure mode* yang terjadi [lampiran 5], 3 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*, terdapat 2 *task* dapat diselesaikan oleh operator. 5 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task*, dan 1 *failure mode* dengan *task no scheduled maintenance* atau *run to failure*.

Kesimpulan

Dari hasil analisa dengan metode RCM dapat disimpulkan pada sub sistem *final gear* terdapat 5 *failure mode*. Berdasarkan analisa *Criticality*-Nya, muatan berlebih memiliki nilai RPN tertinggi yaitu 75 dan jalan licin memiliki nilai RPN 72. Berdasarkan RCM *decision worksheet*, 3 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task* dan 2 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*

Pada sub sistem komponen pendukung *differential* terdapat 8 *failure mode* yang terjadi, 3 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled on condition task*. 3 *failure mode* dapat dicegah dengan *scheduled discard task*, dan 1 *failure mode* dengan *task no scheduled maintenance* atau *run to failure*. Berdasarkan analisa *Criticality*-nya, *Differential Case Aus* memiliki nilai RPN paling tinggi yaitu 40 dan *Thrust Washer Aus* memiliki nilai RPN yaitu 30.

Dari hasil analisis, FMECA mendeteksi bahwa muatan berlebih memiliki nilai RPN yang tertinggi yaitu 75. Muatan yang berlebih merupakan penyebab paling tinggi yang menyebabkan kegagalan *differential* karena membebani kerja *differential* terutama komponen *Final gear* sehingga mempercepat laju kegagalan. Selain itu, muatan berlebih juga berpotensi menyebabkan kegagalan komponen lain *differential* yang lebih besar karena menyebabkan kontaminasi oli.

Daftar Pustaka

- [1] Mulyono, T. (2017). Perawatan Fasilitas Pelabuhan. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- [2] Wuling.Id. (2022, september 20). Seputar Gardan Mobil : Fungsi, Komponen Sampai Cara Kerjanya. Diambil kembali dari Wuling.id: <https://wuling.id/id/blog/autotips/seputar-gardan-mobil-fungsi-komponen-sampai-cara-kerjanya>
- [3] Mufarikhah, N. (2016). Studi implementasi RCM untuk peningkatan produktivitas dok apung (studi kasus: PT. dok dan perkapalan Surabaya). Jurnal Teknik ITS, 5(2), G136-G141.
- [4] Cheili, A. Y. R. (2020). Perancangan sistem perawatan mesin pada cfsmi kemasan yogyakarta (*Doctoral dissertation*, Universitas Atma Jaya Yogyakarta).
- [5] Regan, N. (2012). The RCM solution: a practical guide to starting and maintaining a successful RCM program. Industrial Press, Incorporated.
- [6] Lipol, L. S., & Haq, J. (2011). *Risk analysis method: FMEA/FMECA in the organizations. International Journal of Basic & Applied*
- [7] Cahyabuana, B. D., & Pribadi, A. (2015). Konsistensi Penggunaan Metode FMEA (*Failure Mode Effects and Analysis*) terhadap Penilaian Risiko Teknologi Informasi (Studi kasus: Bank XYZ). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 9