



***PREVENTIVE MAINTENANCE Pada
SLAG HAULER Dengan METODE
RELIABILITY CENTERED
MAINTENANCE (RCM) Dan
FAILURE MODE And EFFECT
ANALYSIS (FMEA)***

SKRIPSI

MIRPAN

NIM: 20241331017

Dosen Pembimbing :

Nama : Hadi Kusnanto ST, MT

NIP: 012.03.1.1977.08.247

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
SURABAYA
2026**

SKRIPSI

Preventive Maintenance pada Slag Hauler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)



Disusun oleh :

**Nama : Mirpan
NIM : 20241331017**

Dosen Pembimbing :

**Nama : Hadi Kusnanto, ST, MT
NIP : 012.03.1.1977.08.247**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mirpan

Nim : 20241331017

Program Studi: S1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

menyatakan bahwa Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar dalam daftar pustaka.

Surabaya, 20 Januari 2026



MIRPAN

NIM. 20241331017

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

Preventive Maintenance pada Slag Hauler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

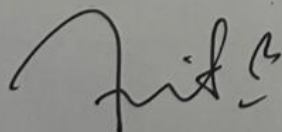
Sarjana Teknik (ST)

Disusun Oleh :

Mirpan
20241331017

Menyetujui,

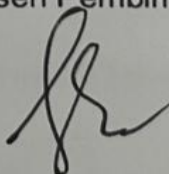
Kaprodi Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT..IPM
NIDN : 0707067402

Mengetahui,

Dosen Pembimbing



Hadi Kusnanto, ST, MT
NIP : 012031197708247



LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi telah diujikan dan dipertahankan di hadapan tim penguji dalam sidang pada tanggal 18 januari 2026 oleh mahasiswa atas nama Mirpan, NIM 20241331017 dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di terima sebagai kelengkapan mendapat gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya.

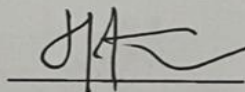
Dosen Penguji

Tanda tangan

1. Ir. Suhariyanto, M.Sc

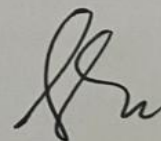


2. Solikin, ST, MT



Dosen Pembimbing

1. Hadi Kusnanto, ST, MT

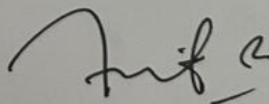


Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars.

NIDN.0725096402

Menyetujui,

Kaprodi Teknik Mesin



Dr. M. Arif Batutah, ST, MT

NIDN.0707067402

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi beserta karya tulis ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi teknik mesin di Universitas Muhammadiyah Surabaya tepat pada waktunya.

Skripsi ini membahas mengenai “*Preventive maintenance* pada *Slag Hauler* dengan *Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)* dan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*” yang menjadi judul Skripsi. Dasar teori, proses, cara Pengambilan data, dan hasil pemeriksaan ini di bahas sebagai bahan Skripsi penulis.

Dalam penyelesaian Skripsi ini, Penulis banyak menemui berbagai hambatan dan tantangan, baik dari segi keterbatasan waktu, kesibukan, bekerja, maupun keterbatasan materi yang diperoleh, dan lain sebagainya. Namun berkat bantuan, bimbingan dan dorongan serta kerja sama yang baik dari berbagai pihak, sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan yang tak terhingga kepada:

1. Orang tua tercinta yang senantiasa mendidik, membimbing, dan memberikan dukungan baik moral, material dan tak henti-hentinya mendoakan sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan.
2. Istri dan anak tercinta yang senantiasa mendukung, dan menjadi penyemangat untuk menyelesaikan kuliah.
3. Bapak Dr. M. Arif batutah, ST, MT..IPM selaku Kaprodi Teknik Mesin atas segala kebijakan dan regulasi sehubungan dengan terselenggaranya proses perkuliahaan di Prodi teknik mesin.
4. Bapak Hadi Kusnanto, ST, MT, selaku pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu dan memberikan banyak

bantuan pikiran, saran dan tenaga serta arahan sehubungan penyelesaian Skripsi ini.

5. Teman-teman di *departement maintenance* yang banyak membantu saat proses *Preventive maintenance* dan pengambilan data.
6. Segenap dosen, instruktur, atas segala bentuk dukungan dan bantuan selama proses perkuliahan.
7. Rekan–rekan mahasiswa kelas karyawan atas segala bantuan dan dukungan dalam proses perkuliahan maupun dalam penyelesaian Skripsi.
8. Segenap pengurus Kelas karyawan, yang telah banyak membantu dan mendukung proses administrasi mahasiswa kelas karyawan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Skripsi ini masih banyak kekurangan yang harus dilengkapi dari segi isi maupun sistematik penulisan. Untuk itu segala kritik dan saran yang sifatnya membangun senantiasa penulis terima dengan terbuka guna perbaikan penulisan selanjutnya. Semoga Skripsi dan karya tulis ini bermanfaat bagi pembaca.

ABSTRAK

PREVENTIVE MAINTENANCE Pada SLAG HAULER Dengan METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) Dan FAILURE MODE And EFFECT ANALYSIS (FMEA)

Nama Mahasiswa : Mirpan

NRP/NIM : 20241331017

Jurusan : Teknik Mesin FT-UM Surabaya

Dosen Pembimbing : Hadi Kusnanto, ST, MT

Abstrak

Dalam industri *smelter*, keandalan alat berat seperti *Slag Hauler* sangat berpengaruh terhadap kontinuitas produksi. Kegagalan alat ini dapat menyebabkan *downtime* yang tinggi dan potensi kerugian besar. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas perawatan *Slag Hauler* dengan menerapkan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) pada unit SH-001.

Penelitian dilakukan melalui pengumpulan data *downtime* dan riwayat kerusakan komponen dari tim *maintenance* selama periode operasi 3.600 jam. Analisis RCM digunakan untuk menentukan strategi perawatan berdasarkan fungsi dan konsekuensi kegagalan, sedangkan FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan menghitung *Risk Priority Number* (RPN) sebagai dasar prioritas perawatan. Perhitungan keandalan dilakukan dengan pendekatan distribusi eksponensial menggunakan parameter *Mean Time To Failure* (MTTF) dan laju kegagalan (λ).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen kritis penyebab utama *downtime* adalah Pegas *Injektor Fuel*, *Bearing*

Tensioner, dan *Seal O-Ring* Silinder Kabin, dengan kontribusi lebih dari 65% terhadap total *downtime*. Nilai keandalan rata-rata unit SH-001 setelah 1.000 jam operasi sebesar 66%. Berdasarkan perhitungan, interval *Preventive Maintenance* (PM) optimal untuk Pegas *Injektor Fuel* adalah 1.819 jam, *Bearing Tensioner* 1.271 jam, dan *Seal O-Ring* Silinder Kabin 1.371 jam. Hasil FMEA menunjukkan nilai RPN tertinggi pada Pegas *Injektor Fuel* (32), *Bearing Tensioner* (24), dan *Seal O-Ring* Silinder Kabin (16).

Rekomendasi strategi perawatan berbasis RCM mencakup tiga kategori utama: *Scheduled Restoration Task* untuk penggantian periodik komponen utama, *On-Condition Task* untuk inspeksi kebocoran sistem hidrolik, dan *Failure Finding Task* untuk pemeriksaan komponen listrik serta sistem proteksi. Implementasi strategi ini diharapkan dapat menurunkan *downtime* hingga 30%, meningkatkan *availability* alat di atas 90%, serta menekan biaya perawatan reaktif sebesar 20–25%.

Kata kunci: *Preventive Maintenance*, *Reliability Centered Maintenance* (RCM), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), Keandalan, *Slag Hauler*.

ABSTRACT

PREVENTIVE MAINTENANCE on A SLAG HAULER with the RELIABILITY- CENTERED MAINTENANCE (RCM) and FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) METHOD

Student's Name : Mirpan

Student's ID Number : 20241331017

Study Program : Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Surabaya

Supervisor : Hadi Kusnanto, ST, MT

Abstract

In the smelter industry, the reliability of heavy equipment such as slag haulers significantly impacts production continuity. Failure of this equipment can lead to high downtime and potentially significant losses. This study aims to improve the effectiveness of slag hauler maintenance by applying the Reliability-Centered Maintenance (RCM) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methods to the SH-001 unit.

The study was conducted by collecting downtime data and component failure history from the maintenance team over a 3,600-hour operating period. RCM analysis was used to determine maintenance strategies based on function and failure consequences, while FMEA was used to identify failure modes and calculate the Risk Priority Number (RPN) as the basis for maintenance priorities. Reliability calculations were performed using an exponential distribution approach using the Mean Time To Failure (MTTF) and failure rate (λ) distribution.

The results showed that the critical components causing downtime were the Fuel Injector Spring, Tensioner Bearing, and Cabin Cylinder O-Ring Seal, contributing more than 65% of the total downtime. The average reliability value for the SH-001 unit after 1,000 hours of operation was 66%. Based on the

calculations, the optimal Preventive Maintenance (PM) interval for the Fuel Injector Spring was 1,819 hours, the Tensioner Bearing 1,271 hours, and the Cabin Cylinder O-Ring Seal 1,371 hours. The FMEA results showed the highest RPN values for the Fuel Injector Spring (32), the Tensioner Bearing (24), and the cabin cylinder O-ring seal (16).

The recommended RCM-based maintenance strategy covers three main categories: Scheduled Restoration Tasks for periodic replacement of major components, On-Condition Tasks for hydraulic system leak inspections, and Failure Finding Tasks for electrical component and protection system inspections. Implementing this strategy is expected to reduce downtime by up to 30%, increase equipment availability above 90%, and reduce reactive maintenance costs by 20-25%.

Keywords: *Preventive Maintenance, Reliability Centered Maintenance (RCM), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Reliability, Slag Hauler.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Perawatan (Maintenance)	6

2.2.	Jenis-jenis Perawatan	6
2.2.1.	Corrective maintenance (CM).....	6
2.2.2.	Preventive maintenane (PM)	7
2.2.3.	Prediktif Maintenance.....	9
2.3.	RCM (Reliability Centered Maintenance).....	10
2.3.1.	Teori Keandalan	11
2.3.2.	Menghitung Keandalan	12
2.3.3.	Failure Mode Effect Analysis (FMEA)	16
2.4.	Laju Kegagalan / Kerusakan	19
2.5.	Diagram Pareto	19
2.6.	Slag Hauler	20
BAB III		23
METODE PENELITIAN		23
3.1.	Diagram Alir Penelitian	23
3.2.	Objek Penelitian	24
3.3.	Lokasi dan Waktu Penelitian	24
3.4.	Studi Literatur.....	24
3.5.	Pengumpulan Data.....	24
3.6.	Pengolahan Data.....	24
BAB IV		26
ANALISIS DAN PEMBAHASAN		26
4.1.	Pendahuluan	26
4.2.	Perhitungan MTTF dan λ	30
4.3.	Analisis Keandalan (Realibility) SH-001	32

4.4.	Interval Preventive Maintenance	33
4.5.	Kesimpulan Nilai Reliability Unit SH-001	34
4.6.	Analisis FMEA.....	35
4.7.	Rekomendasi Preventive maintenance (berbasis RCM) 38	
4.8.	Implementasi dan Evaluasi RCM.....	40
4.9.	Pembahasan	40
BAB V		41
KESIMPULAN DAN SARAN.....		41
5.1.	Kesimpulan	41
5.2.	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....		44
LAMPIRAN 1		48
LAMPIRAN 2		52
LAMPIRAN 3		55
LAMPIRAN 4		60
LAMPIRAN 5		63
LAMPIRAN 6		68
LAMPIRAN 7		74
LAMPIRAN 8		77
BIODATA PENULIS		78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Nilai Parameter Bentuk (β) Distribusi Weibull	13
Tabel 2. 2. Tingkat keparahan (severity)	17
Tabel 2. 3. Tingkat kemungkinan (Occurence)	18
Tabel 2. 4. Tingkat kemungkinan kegagalan terdeteksi (Detection).....	18
Tabel 2. 5. Spesifikasi Umum Slag Hauler	21
Tabel 4. 1. Komponen mengalami kegagalan	27
Tabel 4. 2. Data Downtime SH-001.....	28
Tabel 4. 3. Laju kerusakan SH-001.....	31
Tabel 4. 4. Interval Preventive maintenance SH-001	34
Tabel 4. 5. FMEA SH-001	36
Tabel 4. 6. Rekomendasi Preventive maintenance Slag Hauler SH-001.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Slag Hauler	21
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 4. 1. Diagram Pareto komponen Kritis SH-001	29