

**PERANCANGAN STRATEGI PEMELIHARAAN *ENGINE* C32
BERBASIS *FISHBONE* DIAGRAM, FMEA, DAN RCM UNTUK
PENINGKATAN UMUR PAKAI PADA PT XYZ**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Gelar Sarjana (S1) Pada Program
Studi Teknik Industri Fakultas Sains, Teknologi dan Kesehatan Universitas Sahid
Surakarta



Disusun oleh:

NURIZAL DEO FANDI

NIM. 2024052007

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS, TEKNOLOGI, DAN KESEHATAN
UNIVERSITAS SAHID SURAKARTA
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN STRATEGI PEMELIHARAAN ENGINE C32 BERBASIS *FISHBONE* DIAGRAM, FMEA, DAN RCM UNTUK PENINGKATAN UMUR PAKAI PADA PT XYZ

Disusun Oleh:

NURIZAL DEO FANDI

NIM. 2024052007

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan dewan penguji
pada hari Jumat tanggal 26 Juni 2026

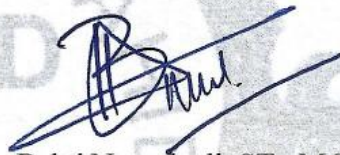
Pembimbing I



Agung Widiyanto Fajar S. S.T., M.T.

NIDN. 0618067603

Pembimbing II



Bakti Nugrahadi, ST., M.T.

NIDN. 0630109501

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri



Ir. Yunita Primasanti, S.T., M.T.

NIDN. 0627058101

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN STRATEGI PEMELIHARAAN ENGINE C32 BERBASIS *FISHBONE* DIAGRAM, FMEA, DAN RCM UNTUK PENINGKATAN UMUR PAKAI PADA PT XYZ

Disusun Oleh:

NURIZAL DEO FANDI

NIM. 2024052007

Skripsi ini telah Diperiksa dan Disahkan oleh Dosen Penguji Skripsi Program
Studi Teknik Industri Fakultas Sains, Teknologi, dan Kesehatan Universitas Sahid
Surakarta.

Pada Hari... *Selasa* Tanggal... *21 Juli 2026*

Dewan Penguji :

Penguji I Agung Widiyanto Fajar Sutrisno, S.T., M.T.

NIDN. 0618067603

(.....)

Penguji II Beki Nugrahadi, ST., M.T.

NIDN. 0630109501

(.....)

Penguji III Ir. Yunita Primasanti, S.T., M.T

NIDN. 0627058101

(.....)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Dekan Fakultas Sains, Teknologi, dan Kesehatan

Ir. Yunita Primasanti, S.T., M.T

NIDN. 0627058101

apt. Ahwan. S.Farm., M.Sc.

NIDN. 0626088401

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains, Teknologi, dan Kesehatan Universitas Sahid Surakarta. Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurizal Deo Fandi

Nim : 2024052007

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

**“PERANCANGAN STRATEGI PEMELIHARAAN ENGINE C32
BERBASIS *FISHBONE* DIAGRAM, FMEA, DAN RCM UNTUK
PENINGKATAN UMUR PAKAI PADA PT XYZ ”**

Merupakan benar-benar karya yang saya susun sendiri. Apabila kemudian terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin karya orang lain dan menjadikannya sebagai hasil pemikiran saya sendiri, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Sahid Surakarta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 20 Juli 2026



Nurizal Deo Fandi

SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai civitas akademik Universitas Sahid Surakarta saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Nurizal Deo Fandi
NIM : 2024052007
Program Studi : Teknik Industri
Fakultas : Sains, Teknologi Kesehatan
Jenis Ilmia : Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sahid Surakarta. Hak bebas *royalty* (*Non-Eksklusif Royalty Free Right*) atas Skripsi saya yang berjudul **“PERANCANGAN STRATEGI PEMELIHARAAN ENGINE C32 BERBASIS *FISHBONE* DIAGRAM, FMEA, DAN RCM UNTUK PENINGKATAN UMUR PAKAI PADA PT XYZ”**. Beserta/instrument, menyimpan, mengalihkan media, mengelola dalam bentuk pangkalan data atau (*data base*), merawat serta mempublikasikan karya ilmiah saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis (*author*) dan pembimbing sebagai (*co- author*) atau pencipta dan juga pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya secara sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun

Jakarta, 20 Juli 2026



Nurizal Deo Fandi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat serta karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Tujuan dari penulisan Skripsi ini sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Industri di Universitas Sahid Surakarta. Selama penyusunan Skripsi ini penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, Istri, Anak dan Kedua orang tua saya yang telah memberikan pertolongan, kasih sayang, nasehat, dukungan serta doa yang tiada henti.
2. apt. Ahwan, S.Farm. M.Sc. selaku Dekan Fakultas Sains, Teknologi, dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta.
3. Ir. Yunita Primasanti, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Industri.
4. Bapak Bakti Nugrahadi, S.T., M.T., dan Agung Widiyanto Fajar Sutrisno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan memberikan waktu dan bimbingan selama proses penyusunan Skripsi.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih memerlukan banyak perbaikan sehingga perlu adanya kritik dan saran. Semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Jakarta, Mei 2026

Nurizal Deo Fandi

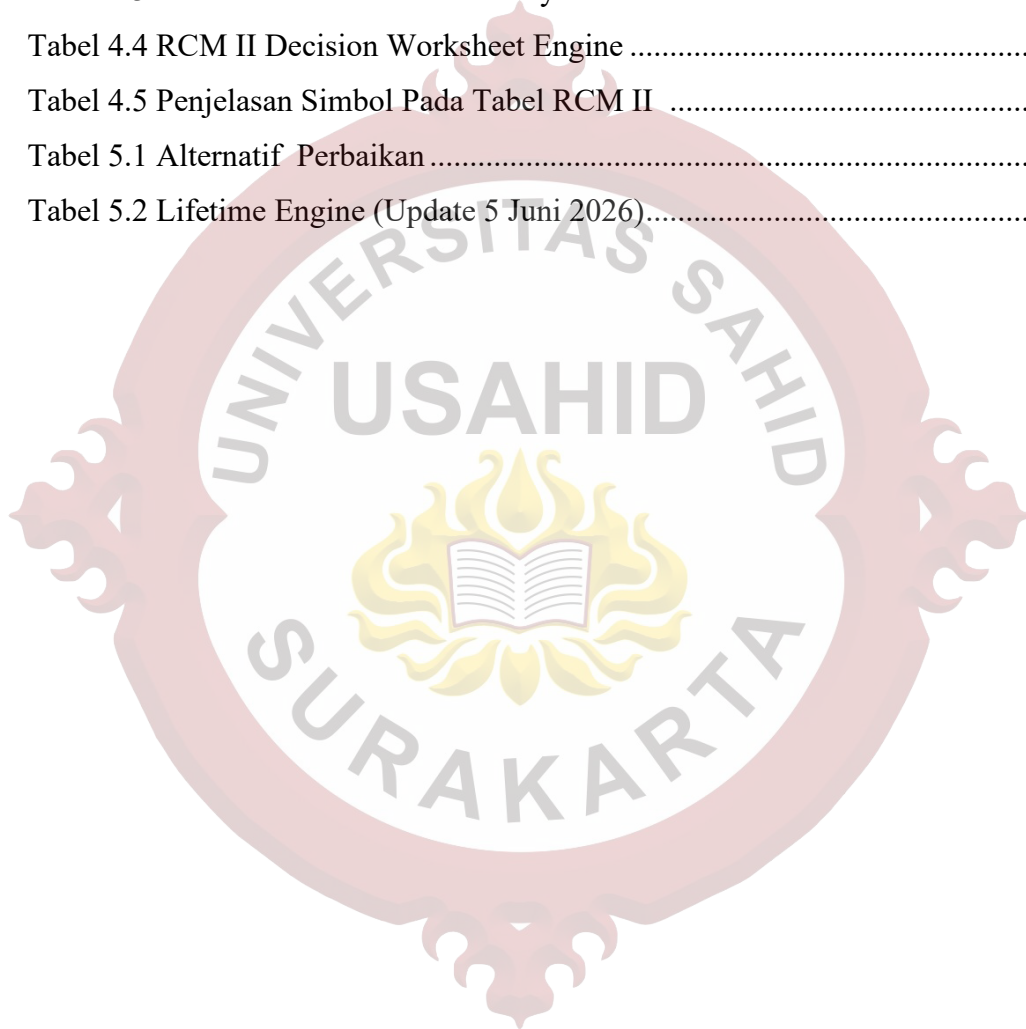
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
SURAT PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar.....	x
Abstrak	xi
Abstract	xii
BAB I Pendahuluan	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	3
1.3.Tujuan Penelitian	3
1.4.Batasan Penelitian	3
1.5.Manfaat Hasil Penelitian.....	4
1.6.Sistematika Penulisan	4
BAB II Tinjauan Pustaka	6
2.1. Konsep Dasar Pemeliharaan (Maintenance)	6
2.2. Engine Caterpillar C32 dan Karakteristik Operasionalnya	7
2.3. Mechanical Availability	7
2.4. FishBone Diagram (Cause-and-Effect Analysis).....	8
2.5. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	9
2.6. Reliability Centered Maintenance (RCM)	12
2.7. Penelitian Terdahulu	15
2.8. Kerangka Berpikir.....	16
BAB III Metode Penelitian	17
3.1. Alur Penelitian	17

3.2. Lokasi, Waktu dan Objek Penelitian.....	18
3.3. Jenis dan Sumber Data.....	19
BAB IV Pengumpulan Dan Pengolahan Data	20
4.1 Pengumpulan Data	20
4.1.1. Data Aktual List Strategi Task Proses Maintenance.....	20
4.1.2. Populasi Unit & Umur Rata - Rata Pergantian Engine	21
4.1.3. Diagram Persentase Pergantian Engine (Riwayat Penyebab Kerusakan)....	22
4.2 Pengolahan Data.....	22
4.2.1. Tahap 1 Penggunaan FishBone Diagram.....	23
4.2.2. Tahap 2. Penggunaan FMEA.....	27
4.2.3. Tahap 3. Penggunaan RCM II Diagram.....	32
4.2.4. Integrasi Fishbone Diagram, FMEA, dan RCM	38
BAB V Intepretasi Hasil Dan Pembahasan.....	39
5.1 Usulan Perbaikan Berdasarkan Hasil Analisi RCM II.....	39
5.2 Efektivitas Strategi Maintenance Berbasis RCM II.....	42
5.3 Implementasi Perbaikan	43
5.4 Evaluasi dan Validasi Hasil Implementasi.....	43
BAB VI Kesimpulan Dan Saran	45
6.1 Kesimpulan	45
6.2 Saran.....	46
Daftar Pustaka	47
Lampiran	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 List Penelitian Terdahulu	15
Tabel 4.1 List Aktual Perawatan	20
Tabel 4.2 Klasifikasi Penyebab Kerusakan.....	25
Tabel 4.3 Failure Mode and Effect Analys	30
Tabel 4.4 RCM II Decision Worksheet Engine	35
Tabel 4.5 Penjelasan Simbol Pada Tabel RCM II	37
Tabel 5.1 Alternatif Perbaikan	41
Tabel 5.2 Lifetime Engine (Update 5 Juni 2026).....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Template FishBone Diagram	8
Gambar 2.2 Kriteria dan skala ranking untuk Severity	11
Gambar 2.3 Kriteria dan skala ranking untuk Occurence	11
Gambar 2.4 Kriteria dan skala ranking untuk Detection.....	12
Gambar 2.6 RCM II Sample Works.....	14
Gambar 2.5 RCM II decision diagram	14
Gambar 2.7 Diagram Kerangka Berfikir.....	16
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	17
Gambar 4.1 Populasi & Kondisi Engine C32	21
Gambar 4. 2 Diagram Engine C32 Replacement	22
Gambar 4. 3 Fish Bone Diagram	23

ABSTRAK

Keandalan Engine Caterpillar C32 merupakan faktor penting dalam menjaga produktivitas operasi alat berat di PT XYZ. Namun, masih ditemukan 21 dari 105 unit mengalami premature failure sebelum mencapai target umur pakai perusahaan sehingga menyebabkan peningkatan downtime dan biaya pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan merancang strategi pemeliharaan yang mampu meningkatkan keandalan dan umur pakai Engine Caterpillar C32. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data historis kerusakan periode Januari 2023–Juli 2025. Analisis dilakukan melalui identifikasi akar penyebab menggunakan Fishbone Diagram, penilaian risiko menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), serta penyusunan strategi pemeliharaan menggunakan Reliability Centered Maintenance II (RCM II). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sekitar 90% kegagalan engine disebabkan oleh engine jammed akibat hydraulic lock yang dipicu kegagalan sistem pendingin. Analisis FMEA mengidentifikasi fan motor damage sebagai failure mode dengan nilai RPN tertinggi sebesar 576, diikuti radiator clogged dan aftercooler clogged dengan nilai RPN masing-masing sebesar 405. Berdasarkan hasil RCM II, strategi pemeliharaan yang direkomendasikan berupa condition-based maintenance pada komponen yang dapat dipantau kondisinya serta scheduled replacement pada komponen dengan pola kegagalan berbasis umur pakai. Implementasi awal menunjukkan peningkatan umur pakai engine dari kisaran 22.456–25.894 jam menjadi 28.120–29.450 jam sehingga mendekati target perusahaan sebesar 30.000 jam.

Kata kunci: Fishbone Diagram, FMEA, RCM II, Engine Caterpillar C32

ABSTRACT

The reliability of Caterpillar C32 engines plays a crucial role in maintaining the productivity of heavy equipment operations at PT XYZ. However, 21 out of 105 engines experienced premature failure before reaching the company's targeted service life, resulting in increased downtime and maintenance costs. This study aims to develop a maintenance strategy to improve the reliability and service life of Caterpillar C32 engines. A quantitative descriptive approach was employed using historical failure data collected from January 2023 to July 2025. The analysis consisted of root cause identification using the Fishbone Diagram, risk assessment through *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), and maintenance strategy development using *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II). The results showed that approximately 90% of engine failures were caused by engine seizure due to hydraulic lock resulting from cooling system failures. The FMEA identified *fan motor damage* as the highest-priority failure mode with a Risk Priority Number (RPN) of 576, followed by *radiator clogged* and *aftercooler clogged*, each with an RPN of 405. Based on the RCM II analysis, the proposed maintenance strategy consists of *condition-based maintenance* for components with measurable operating conditions and *scheduled replacement* for components exhibiting age-related failure patterns. The initial implementation increased engine service life from approximately 22,456–25,894 operating hours to 28,120–29,450 operating hours, bringing it closer to the company's target of 30,000 operating hours.

Keywords: Fishbone Diagram, Failure Mode and Effects Analysis, Reliability Centered Maintenance II, Caterpillar C32 Engine.

