



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**ANALISIS PENYEBAB ENGINE OVERHEATING
PADA UNIT MINI EXCAVATOR CATERPILLAR 302.5:
STUDI KASUS KERUSAKAN CYLINDER HEAD**

SKRIPSI

Oleh:

Aldi Abdillah

NIM. 2202441028

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



ANALISIS PENYEBAB ENGINE OVERHEATING PADA UNIT MINI EXCAVATOR CATERPILLAR 302.5: STUDI KASUS KERUSAKAN CYLINDER HEAD

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Aldi Abdillah
NIM. 2202441028

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN ALAT BERAT
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2026



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN SKRIPSI

**ANALISIS PENYEBAB ENGINE OVERHEATING PADA UNIT MINI
EXCAVATOR CATERPILLAR 302.5: STUDI KASUS KERUSAKAN
CYLINDER HEAD**

Oleh:

Aldi Abdillah

NIM. 2202441028

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat
Laporan skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si.
NIP. 197602252000121002

Pembimbing 2

Muhammad Todaro, S.T., MTr.T.
NIP. 199105012024061003

Kepala Program Studi
Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Muhammad Todaro, S.T., MTr.T.
NIP. 199105012024061003



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI

**ANALISIS PENYEBAB ENGINE OVERHEATING PADA UNIT MINI
EXCAVATOR CATERPILLAR 302.5: STUDI KASUS KERUSAKAN
CYLINDER HEAD**

Oleh:

Aldi Abdillah

NIM. 2202441028

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan dihadapan Dewan
Penguji pada tanggal 30 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa
Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T. NIP. 199105012024061003	Ketua		04/08/2026
2.	Budi Yuwono, S.T. NIP. 196306191990031002	Anggota		04/08/2026
3.	Dedi Junaedi, S.S., M.Hum. NIP. 197205022008121003	Anggota		04/08/2026

Depok, 4:08... 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zamuri, S.T., M.Si.

NIP. 197602252000121002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldi Abdillah
NIM : 2202441028
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas Akhir (atau Skripsi) telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 4 Agustus 2026





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENYEBAB ENGINE OVERHEATING PADA UNIT MINI EXCAVATOR CATERPILLAR 302.5: STUDI KASUS KERUSAKAN CYLINDER HEAD

Aldi Abdillah¹⁾, Fuad Zainuri²⁾, Muhammad Todaro³⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus Universitas Indonesia, Depok, 16424

Email: fuad.zainuri@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Engine overheating merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi pada alat berat dan dapat menyebabkan kerusakan serius, salah satunya pada cylinder head. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi faktor penyebab engine overheating, menganalisis hubungan sebab-akibat yang mengarah pada kerusakan cylinder head, menentukan akar penyebab menggunakan metode Fishbone Diagram dan 5 Why Analysis, serta menyusun rekomendasi tindakan perbaikan dan pencegahan. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan pemeriksaan komponen sistem pendingin pada Mini Excavator Caterpillar 302.5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan air biasa sebagai media pendingin serta tidak dilaksanakannya preventive maintenance sesuai Operation and Maintenance Manual (OMM) menyebabkan terbentuknya korosi dan endapan pada thermostat serta penyumbatan pada radiator. Kondisi tersebut mengakibatkan thermostat mengalami delay opening dan radiator mengalami clogging, sehingga pelepasan panas tidak berlangsung optimal dan memicu engine overheating. Dampak yang ditimbulkan adalah terjadinya warp pada cylinder head yang ditunjukkan oleh hasil pengukuran kerataan melebihi batas standar Caterpillar. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan coolant sesuai spesifikasi pabrikan, penerapan preventive maintenance secara berkala, serta inspeksi rutin terhadap komponen sistem pendingin untuk mencegah terulangnya kerusakan.

Kata Kunci: *engine overheating, cylinder head, sistem pendingin, Fishbone Diagram, 5 Why Analysis, preventive maintenance.*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALYSIS OF THE CAUSES OF ENGINE OVERHEATING ON A CATERPILLAR 302.5 MINI EXCAVATOR UNIT: A CASE STUDY OF CYLINDER HEAD DAMAGE

Aldi Abdillah¹⁾, Fuad Zainuri²⁾, Muhammad Todaro³⁾

¹⁾Study Program in Heavy Equipment Maintenance Engineering Technology, Department of Mechanical Engineering, Jakarta State Polytechnic, UI Campus Depok, 16424

Email: fuad.zainuri@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

Engine overheating is one of the most common problems encountered in heavy equipment and may lead to severe damage, particularly to the cylinder head. This study aims to identify the factors causing engine overheating, analyze the cause-and-effect relationships leading to cylinder head failure, determine the root cause using the Fishbone Diagram and 5 Why Analysis methods, and propose corrective and preventive actions. This research employed a descriptive qualitative approach through observation, interviews, documentation, and inspection of the cooling system components of a Caterpillar 302.5 mini excavator. The results indicate that the use of plain water instead of the manufacturer-recommended coolant, combined with the failure to perform preventive maintenance in accordance with the Operation and Maintenance Manual (OMM), resulted in corrosion and scale formation on the thermostat as well as clogging within the radiator. These conditions caused delayed thermostat opening and reduced radiator heat dissipation efficiency, leading to engine overheating. As a consequence, the cylinder head experienced warpage, as confirmed by flatness measurements exceeding Caterpillar's allowable tolerance. The study recommends using coolant that meets the manufacturer's specifications, implementing scheduled preventive maintenance, and conducting routine inspections of cooling system components to prevent similar failures.

Keywords: engine overheating, cylinder head, cooling system, Fishbone Diagram, 5 Why Analysis, preventive maintenance.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT., Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisis Penyebab Engine Overheating Pada Unit Mini Excavator Caterpillar 302.5: Studi Kasus Kerusakan Cylinder Head”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, kesehatan, serta kemudahan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.
2. Ayah, Ibu, Adik, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, serta bantuan moril dan materiil kepada penulis, sehingga proses penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Dr. Syamsurizal, S.E., M.M. selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta
4. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta serta selaku dosen pembimbing pertama penulis yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T. selaku Kepala Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta serta selaku dosen pembimbing kedua penulis yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama pelaksanaan penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini
6. Keluarga Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat yang telah membantu memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis berharap hasil penelitian dalam skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif serta menambah wawasan bagi pihak-pihak yang berkepentingan, terutama di bidang alat berat.

Depok, 30 Juli 2026

Aldi Abdillah
NIM 2202441028





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Landasan Teori	9
2.1.1 Analisis.....	9
2.1.2 Mini Excavator Caterpillar 302.5	9
2.1.3 Engine Diesel.....	11
2.1.4 Cooling System.....	13
2.1.5 Radiator.....	14
2.1.6 <i>Water Pump</i>	15
2.1.7 Thermostat	15
2.1.8 Fan	16
2.1.9 <i>Water Jacket</i>	16
2.1.10 Engine Overheating	17
2.1.11 Cylinder Head	18
2.1.12 Root Cause Analysis (RCA)	19



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.13 Fishbone Diagram.....	19
2.1.14 Analisa 5 why.....	20
2.2 Kajian Literatur	21
2.3 Kerangka Pemikiran	30
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Diagram Alir.....	32
3.1.1 Penjelasan Alir Penelitian	33
3.2 Jenis Penelitian	35
3.3 Objek Penelitian	36
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	36
3.4.1 Jenis Data	36
3.4.2 Sumber Data	37
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian	37
3.6 Metode Analisis Data	38
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Pengumpulan Data	40
4.1.1 Mengumpulkan Informasi Unit	40
4.1.2 Dokumen Pendukung	41
4.2 Memastikan Permasalahan Yang Terjadi.....	42
4.2.1 Temuan Observasi Awal.....	42
4.2.2 Wawancara Teknisi	43
4.3 Hasil Pemeriksaan Cooling System	45
4.3.1 Coolant.....	45
4.3.2 Radiator.....	45
4.3.3 Hose	46
4.3.4 Thermostat	47
4.3.5 Fan	49
4.3.6 Waterpump	50
4.3.7 Pemeriksaan Cylinder Head.....	50
4.4 Analisis Menggunakan Fishbone.....	55
4.4.1 Diagram Fishbone.....	55
4.4.2 Verifikasi Faktor Penyebab Berdasarkan Fishbone Diagram	55



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5 Analisis Menggunakan Metode 5 Why	58
4.6 Rekomendasi Tindakan Perbaikan dan Pencegahan.....	63
4.6.1 Tindakan Perbaikan (<i>Corrective Action</i>).....	63
4.6.2 Tindakan Pencegahan (<i>Preventive Action</i>)	64
BAB V KESIMPULAN & SARAN.....	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN.....	72





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mini Excavator Caterpillar 302.5.....	9
Gambar 2. 2 Prinsip Kerja Engine Diesel	12
Gambar 2. 3 Cooling System	13
Gambar 2. 4 Radiator	14
Gambar 2. 5 Water Pump	15
Gambar 2. 6 Thermostat.....	15
Gambar 2. 7 Fan.....	16
Gambar 2. 8 Water Jacket	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 4. 1 Foto Nameplate Unit	40
Gambar 4. 2 Nameplate Engine	40
Gambar 4. 3 Service Manual Book.....	41
Gambar 4. 4 Temuan 1	42
Gambar 4. 5 Temuan 2	42
Gambar 4. 6 Temuan 3	43
Gambar 4. 7 Kondisi Radiator	45
Gambar 4. 8 Kondisi Hose	46
Gambar 4. 9 Kondisi Thermostat	47
Gambar 4. 10 Pengujian Thermostat.....	48
Gambar 4. 11 Diagram Hasil Pengujian Thermostat	49
Gambar 4. 12 Kondisi Fan	49
Gambar 4. 13 Kondisi Waterpump.....	50
Gambar 4. 14 Kondisi Cylinder Head.....	50
Gambar 4. 15 Pengukuran kerataan permukaan cylinder head.....	51
Gambar 4. 16 Area kebocoran yang menyebabkan pencampuran oli dan coolant	51
Gambar 4. 17 Grafik Hasil Pengukuran Kerataan Permukaan Cylinder Head.....	52
Gambar 4. 18 Diagram Fishbone	55



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Mini Excavator 302.5	10
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu	21
Tabel 4. 1 Wawancara Teknisi	43
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Thermostat	48
Tabel 4. 3 Verifikasi Faktor Penyebab Berdasarkan Fishbone Diagram	55
Tabel 4. 4 Analisis 5 Why – Thermostat	58
Tabel 4. 5 Analisis 5 Why – Radiator	60
Tabel 4. 6 Analisis 5 Why – Cylinder Head	61





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Excavator merupakan salah satu alat berat yang memiliki peran penting dalam mendukung berbagai kegiatan konstruksi, pertambangan, perkebunan, maupun pekerjaan pemindahan tanah. Tingginya intensitas penggunaan excavator mengharuskan setiap komponen bekerja secara optimal agar produktivitas alat tetap terjaga. Salah satu komponen utama yang menentukan kinerja excavator adalah engine diesel sebagai sumber tenaga untuk menggerakkan sistem hidrolik dan seluruh mekanisme kerja alat. Oleh karena itu, keandalan engine menjadi faktor yang sangat penting dalam menunjang kontinuitas operasi dan meminimalkan terjadinya downtime (Sari et al., 2023).

Selama beroperasi, engine diesel menghasilkan energi panas yang sangat tinggi sebagai akibat dari proses pembakaran di dalam ruang bakar. Agar temperatur kerja engine tetap berada pada batas yang diizinkan, diperlukan sistem pendinginan (*cooling system*) yang mampu menyerap dan melepaskan panas secara efektif. Sistem pendinginan berfungsi menjaga temperatur kerja engine pada kondisi optimum sehingga pembakaran berlangsung secara efisien, pelumasan tetap optimal, dan komponen-komponen engine terlindungi dari kerusakan akibat temperatur yang berlebihan. Apabila sistem pendinginan tidak bekerja dengan baik, maka panas yang dihasilkan engine tidak dapat dilepaskan secara optimal sehingga temperatur engine meningkat dan berpotensi menimbulkan kondisi *engine overheating* (Thorriq et al., 2025).

Engine overheating merupakan salah satu permasalahan yang sering dijumpai pada engine diesel, khususnya pada alat berat yang bekerja dalam waktu lama dengan beban operasi yang tinggi. Kondisi ini terjadi ketika temperatur engine melebihi batas temperatur kerja normal yang telah ditetapkan oleh pabrikan. Apabila overheating tidak segera ditangani, maka dapat menyebabkan penurunan performa engine, meningkatnya konsumsi bahan bakar, menurunnya efisiensi pembakaran, serta mempercepat keausan berbagai komponen mesin. Dalam kondisi



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

yang lebih parah, *overheating* dapat mengakibatkan kerusakan pada komponen utama seperti *cylinder head*, *cylinder head gasket*, *piston*, *liner*, maupun blok silinder sehingga biaya perbaikan menjadi lebih besar dan waktu henti alat semakin meningkat (Wicaksana et al., 2025).

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, penyebab *engine overheating* tidak hanya berasal dari satu faktor, tetapi merupakan hasil interaksi berbagai faktor yang saling berkaitan. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan *coolant* yang tidak sesuai spesifikasi dapat menurunkan kemampuan perpindahan panas serta mempercepat terbentuknya korosi pada komponen sistem pendinginan (Purwono, 2025). Penelitian lain menunjukkan bahwa *thermostat* yang mengalami kerusakan atau terlambat membuka dapat menghambat sirkulasi *coolant* sehingga temperatur engine meningkat (Haryono et al., 2025). Selain itu, radiator yang tersumbat oleh kotoran atau endapan, *water pump* yang tidak bekerja secara optimal, *radiator cap* yang kehilangan kemampuan mempertahankan tekanan, *cooling fan* yang mengalami gangguan, kebocoran sistem pendingin, serta kurangnya pelaksanaan *preventive maintenance* juga merupakan faktor-faktor yang sering dikaitkan dengan terjadinya *engine overheating* (Thorriq et al., 2025).

Beberapa penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa kerusakan pada sistem pendinginan umumnya tidak disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan rangkaian penyebab yang saling berkaitan hingga akhirnya memicu terjadinya *engine overheating*. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu menelusuri hubungan sebab-akibat secara bertahap hingga diperoleh akar penyebab (*root cause*) yang sebenarnya. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam analisis kegagalan adalah kombinasi Fishbone Diagram dan 5 Why Analysis. Fishbone Diagram digunakan untuk mengelompokkan dan memetakan faktor-faktor yang berpotensi menjadi penyebab permasalahan ke dalam beberapa kategori, sedangkan 5 Why Analysis dilakukan dengan mengajukan pertanyaan "mengapa" secara berulang terhadap suatu permasalahan hingga ditemukan penyebab paling mendasar. Pendekatan ini dinilai efektif karena tidak hanya mengidentifikasi gejala kerusakan, tetapi juga mengungkap penyebab



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

utama yang menjadi sumber terjadinya masalah sehingga tindakan perbaikan yang dilakukan dapat lebih tepat sasaran dan mampu mencegah terulangnya kegagalan yang sama.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul "Analisis Penyebab *Engine Overheating* Pada Unit Mini Excavator Caterpillar 302.5 : Studi Kasus Kerusakan Cylinder Head" Penelitian ini menggunakan Fishbone Diagram dan 5 Why Analysis untuk mengidentifikasi dan menganalisis akar penyebab terjadinya *engine overheating* pada sistem pendingin excavator Caterpillar 302.5. Melalui pendekatan tersebut diharapkan dapat diketahui hubungan sebab-akibat dari setiap faktor yang memengaruhi terjadinya *overheating* hingga diperoleh akar penyebab yang paling mendasar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan tindakan perbaikan (*corrective action*) dan strategi pemeliharaan (*maintenance strategy*) yang lebih efektif guna meningkatkan keandalan, kinerja, serta umur pakai engine excavator.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana hubungan antar penyebab yang mengakibatkan terjadinya *engine overheating* hingga menyebabkan kerusakan pada *cylinder head*?
2. Bagaimana hasil analisis akar penyebab (*root cause*) *engine overheating* pada unit Mini Excavator Caterpillar 302.5 menggunakan fishbone diagram dan 5 Why Analysis?
3. Bagaimana usulan tindakan perbaikan (*corrective action*) dan upaya pencegahan (*preventive action*) berdasarkan hasil analisis fishbone diagram dan 5 Why Analysis untuk meminimalkan terjadinya *engine overheating* dan kerusakan *cylinder head* pada unit Mini Excavator Caterpillar 302.5?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut :



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Penelitian dilakukan pada satu unit Mini Excavator Caterpillar 302.5 yang mengalami *engine overheating* dan kerusakan pada *cylinder head*.
2. Penelitian hanya membahas sistem pendingin (*cooling system*) yang berkaitan dengan terjadinya *engine overheating*.
3. Analisis difokuskan pada penyebab terjadinya *engine overheating* yang berkontribusi terhadap kerusakan *cylinder head*, tanpa membahas secara mendalam kerusakan komponen engine lainnya seperti piston, connecting rod, crankshaft, liner, maupun sistem bahan bakar.
4. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah Fishbone Diagram (Ishikawa) dan 5 Why Analysis untuk mengidentifikasi dan menentukan akar penyebab (*root cause*) terjadinya *engine overheating*.
5. Hasil penelitian dibatasi pada identifikasi akar penyebab, pembahasan hubungan sebab-akibat, serta penyusunan rekomendasi tindakan perbaikan (*corrective action*) dan tindakan pencegahan (*preventive action*) untuk mengurangi risiko terjadinya *engine overheating*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis hubungan sebab-akibat antar faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya *engine overheating* hingga menyebabkan kerusakan pada *cylinder head*.
2. Menentukan akar penyebab (*root cause*) *engine overheating* pada unit Mini Excavator Caterpillar 302.5 menggunakan fishbone diagram dan 5 Why Analysis.
3. Menyusun rekomendasi tindakan perbaikan (*corrective action*) dan tindakan pencegahan (*preventive action*) berdasarkan hasil analisis fishbone diagram dan 5 Why Analysis untuk meminimalkan terjadinya *engine overheating* dan mencegah kerusakan *cylinder head* pada unit Mini Excavator Caterpillar 302.5.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis sebagai berikut :

1.5.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang pemeliharaan alat berat (*heavy equipment maintenance*), sistem pendingin (*cooling system*), serta analisis kegagalan (*failure analysis*) pada engine diesel. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang membahas penyebab *engine overheating*, kerusakan *cylinder head*, dan penerapan metode fishbone diagram dan 5 Why Analysis dalam mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) suatu permasalahan pada alat berat.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Teknisi dan Personel Pemeliharaan : Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam proses inspeksi, diagnosis, dan penanganan gangguan pada sistem pendingin engine. Selain itu, hasil penelitian dapat membantu teknisi memahami hubungan sebab-akibat yang menyebabkan *engine overheating* sehingga proses *troubleshooting* dapat dilakukan secara lebih sistematis dan tepat sasaran.
2. Bagi Institusi Pendidikan : Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi ilmiah mengenai analisis penyebab *engine overheating* pada alat berat, khususnya Mini Excavator Caterpillar 302.5. Hasil penelitian juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembelajaran, studi kasus, maupun referensi bagi mahasiswa yang melakukan penelitian pada bidang pemeliharaan alat berat, sistem pendingin engine, dan analisis kegagalan.
3. Bagi Peneliti : Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan, pemahaman, dan pengalaman dalam menganalisis



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penyebab *engine overheating* menggunakan metode fishbone diagram dan 5 Why Analysis. Selain itu, penelitian ini menjadi sarana untuk menerapkan teori yang diperoleh selama perkuliahan ke dalam permasalahan nyata di lapangan, khususnya pada bidang pemeliharaan dan analisis kerusakan alat berat.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun dalam lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Bab ini memberikan gambaran umum mengenai pentingnya keandalan sistem pendingin pada engine diesel excavator, permasalahan *engine overheating*, dampaknya terhadap kerusakan *cylinder head*, serta pentingnya analisis akar penyebab menggunakan metode fishbone diagram dan 5 Why Analysis sebagai dasar dalam penyusunan tindakan perbaikan dan pencegahan kerusakan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep dasar mini excavator, engine diesel, sistem pendingin (*cooling system*), komponen sistem pendingin seperti radiator, *coolant*, thermostat, *water pump*, *cooling fan*, *radiator cap*, serta konsep *engine overheating* dan *cylinder head*. Selain itu, bab ini juga membahas teori Root Cause Analysis (RCA), metode fishbone diagram dan 5 Why Analysis, penelitian terdahulu yang relevan, kerangka pemikiran, dan kerangka analisis penelitian sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, meliputi desain penelitian, diagram alir penelitian, lokasi dan waktu penelitian, objek penelitian, jenis dan sumber data, teknik pengumpulan data, instrumen penelitian, teknik



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

pengolahan data, serta teknik analisis data menggunakan metode fishbone diagram dan 5 Why Analysis untuk mengidentifikasi akar penyebab (*root cause*) terjadinya *engine overheating* yang menyebabkan kerusakan pada *cylinder head* unit Mini Excavator Caterpillar 302.5.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian berdasarkan data yang diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara, dokumentasi, serta pemeriksaan komponen sistem pendingin. Pembahasan meliputi kondisi dan hasil pemeriksaan komponen seperti coolant, thermostat, radiator, water pump, radiator cap, selang (hose), cylinder head gasket, cylinder block, dan cylinder head. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode fishbone diagram dan 5 Why Analysis untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat hingga diperoleh akar penyebab (*root cause*) terjadinya *engine overheating*. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rekomendasi tindakan perbaikan (*corrective action*) dan tindakan pencegahan (*preventive action*) guna mencegah terulangnya kerusakan serupa.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat dijadikan rekomendasi bagi perusahaan maupun penelitian selanjutnya. Kesimpulan memuat faktor-faktor penyebab, akar penyebab (*root cause*) *engine overheating*, serta kaitannya dengan kerusakan *cylinder head*. Sementara itu, saran berisi rekomendasi perbaikan pada sistem pendingin, peningkatan pelaksanaan *preventive maintenance*, penggunaan *coolant* sesuai spesifikasi pabrikan, serta usulan penelitian lanjutan yang berkaitan dengan analisis kegagalan pada sistem pendingin engine diesel.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat seluruh referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi, meliputi buku, jurnal ilmiah, artikel, standar, manual servis, dan sumber ilmiah lainnya yang relevan dengan topik penelitian.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Bagian ini berisi data pendukung penelitian, dokumentasi, serta informasi tambahan lain yang berkaitan dengan penelitian namun terlalu rinci untuk dimasukkan ke dalam bab utama. Sistematika penulisan ini disusun secara terstruktur untuk memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian serta hasil analisis yang dilakukan pada penelitian ini.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V KESIMPULAN & SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan terhadap Unit Mini Excavator Caterpillar 302.5 yang mengalami engine overheating dan kerusakan cylinder head, menggunakan metode Root Cause Analysis (RCA) dengan pendekatan Fishbone Diagram dan 5 Why Analysis, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hubungan antar penyebab yang mengakibatkan terjadinya engine overheating hingga menyebabkan kerusakan pada cylinder head berawal dari penggunaan air biasa sebagai media pendingin yang tidak mengandung corrosion inhibitor maupun anti-scaling additive. Kondisi ini memicu dua jalur kegagalan yang berlangsung secara bersamaan: pertama, terbentuknya kerak dan korosi pada thermostat yang menyebabkan thermostat mengalami keterlambatan membuka (delay opening) sehingga sirkulasi coolant terhambat; kedua, terbentuknya endapan pada saluran internal radiator yang menyebabkan radiator mengalami penyumbatan (clogged) sehingga pelepasan panas ke lingkungan menurun. Kombinasi kedua jalur kegagalan tersebut menyebabkan panas hasil pembakaran terakumulasi di dalam sistem pendingin. Akumulasi panas mengakibatkan temperatur mesin meningkat hingga melebihi temperatur kerja normal, yaitu di atas rentang kerja temperatur kerja normal engine berada pada kisaran 85–95°C dan terus meningkat karena proses pelepasan panas tidak berlangsung secara optimal. Kondisi tersebut menyebabkan engine overheating sehingga terjadi pemuatan termal yang berlebihan pada *cylinder head*. Berdasarkan hasil pengukuran kerataan yang telah dilakukan, beberapa titik pengukuran menunjukkan nilai kerataan melebihi batas maksimum 0,05 mm, sehingga mengindikasikan bahwa permukaan *cylinder head* telah mengalami deformasi (*warpage*). Deformasi tersebut selanjutnya menurunkan kemampuan *cylinder head*



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

gasket dalam menjaga kedekatan sehingga berpotensi menyebabkan kebocoran antara *oil gallery* dan *coolant passage* yang mengakibatkan oli mesin bercampur dengan *coolant*.

2. Hasil analisis akar penyebab (root cause) engine overheating pada unit Mini Excavator Caterpillar 302.5 menggunakan metode Fishbone Diagram dan 5 Why Analysis, yang dilakukan secara terpisah pada jalur thermostat dan jalur radiator, menunjukkan bahwa kedua jalur tersebut bermuara pada root cause yang sama, yaitu penggunaan media pendingin yang tidak sesuai spesifikasi pabrikan (air biasa), yakni tidak memenuhi konsentrasi glycol minimum 30% (Caterpillar merekomendasikan 50%) sesuai standar ASTM D6210-06 sebagaimana ditetapkan dalam General Coolant Information (SEBU6250-36), akibat tidak dilaksanakannya preventive maintenance sesuai OMM. Root cause tunggal ini merupakan penyebab paling mendasar yang memicu kegagalan thermostat dan penyumbatan radiator secara bersamaan hingga menyebabkan kerusakan pada cylinder head.
3. Usulan tindakan perbaikan (corrective action) yang disusun berdasarkan hasil analisis Fishbone Diagram dan 5 Why Analysis meliputi flushing sistem pendingin, pembersihan dan pengujian ulang thermostat, pengukuran ulang dan perbaikan/penggantian cylinder head, penggantian cylinder head gasket beserta penggantian oli mesin yang telah terkontaminasi coolant, pembersihan radiator, serta pengisian ulang coolant sesuai spesifikasi disertai prosedur bleeding. Adapun tindakan pencegahan (preventive action) yang diusulkan meliputi penggunaan coolant sesuai rekomendasi pabrikan, pelaksanaan preventive maintenance secara berkala sesuai OMM, serta pelaksanaan daily check terhadap kondisi sistem pendingin sebelum unit dioperasikan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut.



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1. Penggunaan coolant pada Mini Excavator Caterpillar 302.5 hendaknya selalu mengikuti spesifikasi yang direkomendasikan oleh pabrikan. Penggunaan coolant yang tidak sesuai spesifikasi perlu dihindari karena dapat menyebabkan terbentuknya korosi dan endapan pada sistem pendingin, yang pada akhirnya mengganggu sirkulasi coolant dan meningkatkan risiko terjadinya engine overheating.
2. Pelaksanaan preventive maintenance pada cooling system perlu dilakukan secara konsisten sesuai interval yang ditetapkan dalam Operation and Maintenance Manual (OMM). Kegiatan pemeliharaan sebaiknya mencakup pemeriksaan kondisi coolant, pembersihan sistem pendingin, serta inspeksi terhadap komponen-komponen seperti radiator, thermostat, water pump, hose, dan cooling fan untuk memastikan seluruh komponen bekerja secara optimal.
3. Apabila ditemukan gejala engine overheating, seperti meningkatnya temperatur engine atau keluarnya coolant dari sistem pendingin, unit sebaiknya segera dihentikan untuk dilakukan pemeriksaan. Pengoperasian unit secara terus-menerus pada kondisi overheating dapat menyebabkan kerusakan yang lebih serius, seperti deformasi pada cylinder head serta kebocoran yang mengakibatkan tercampurnya coolant dengan oli pelumas.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Yani. (2022). 35-Article Text-65-1-10-20230102-1. *Analisis Putaran Mesin Diesel 16 Silinder Menggunakan Alat Dynamometer Terhadap Torsi Mesin, Daya Mesin Dan Komsumsi Bahan Bakar*, 2(10), 162–174.
- Alex Bima Rodhi, Eka Darmana, & Fajar Pujiyanto. (2025). Analisis Masuknya Air Pendingin kedalam Cylinder Main Engine di Kapal MT. Transko Bima. *Marine Science and Technology Journal*, 2(1), 24–35. <http://e-journal.ivet.ac.id/index.php/maristec>
- Caterpillar Inc. (2025). General Coolant Information (SEBU6250-36) [Special Publication]. Caterpillar Inc.
- Chand, S. P. (2025). Methods of Data Collection in Qualitative Research: Interviews, Focus Groups, Observations, and Document Analysis. *Advances in Educational Research and Evaluation*, 6(1), 303–317. <https://doi.org/10.25082/aere.2025.01.001>
- Gunawan. (2020). Identifikasi Kerusakan Tutup Radiator Terhadap Suhu Engine Toyota Kijang 5K. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 4(1), 24–30. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v4i1.3535>
- Hendro Purwono, R. (2018). Analisis kebocoran air pendingin dari radiator pada bulldozer tipe D375A-5. *Toab - 002*, 1–7.
- Kristanto. (2022). ANALISIS SISTEM PENDINGIN MENGGUNAKAN THERMOSTAT DAN TANPA THERMOSTAT DALAM PENCAPAIAN PANAS MESIN PADA ALAT UJI PRESTASI. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(3), 637–646. <https://doi.org/10.21776/JRM.V13I3.757>
- Malik, A., & Apriana, A. (2025). *Analisa Penyebab Overheat Pada Engine Cummins*. 124–132.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Marshelino Chandra Suhartono, Aziz Nugroho, Trisnowati Rahayu, Antonius Edy Kristiyono, Shofa Dai Robbi, & Imam Sutrisno. (2025). Analysis of Overheating On Auxiliary Engine Cat 18 On Ahts Ship Logindo Stamina. *Asian Journal Science and Engineering*, 4(1 SE-Articles), 1–17. <https://doi.org/10.51278/ajse.v4i1.1891>

Mufti, M., & Wahid, I. (2020). *ANALISA PENGARUH VARIASI PUTARAN DAN COOLANT TERHADAP PERFORMA MESIN DIESEL ISUZU 4JB1*. 6(2).

Prasetyo, D., Apriana, A., & Hidayatullah, D. M. (2022). Analisa Engine Overheating Unit Excavator HX210S Hyundai. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 1414–1421. <http://prosiding.pnj.ac.id>

Prasetyo, P., Seno, A., Pelayaran, P., & Barat, S. (2022). *Jurnal Cakrawala Bahari*. 5(2), 5–10.

Ramadhan, G., Todaro, M., & Yusyama, Y. (2025). *Analisis Peningkatan Coolant Temperature pada Engine Diesel Cat C-15 Akibat Kontaminasi Oli Engine dengan Air Radiator Serta Efisiensi Overhaul*. 2, 478–487.

Ramli, I. (2021). *Analisa Kerusakan Cylinder Head pada Diesel Engine QSK 50 MCRS Di Bengkel Sungai Sembilan Nunukan*. 3(7), 6. <https://doi.org/10.46799/syntax-idea.v3i7.1381>

Saputra, F. A., & Santoso, D. T. (2024). Analysis of Production Defects Using The 5 WHYS and RCA Method at PT. X. *Transmisi*, 20(2), 52–59. <https://doi.org/10.26905/jtmt.v20i2.13012>

Sawaludin, M., Maksum, H., & Wagino, W. (2021). The Comparison of Water Cooling Media Against Radiator Heat Dissipation Rate in Diesel Engines. *MOTIVECTION : Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 3(1), 19–26. <https://doi.org/10.46574/motivection.v3i1.80>

Tanadi, D. (2022). *Jurnal Dinamis*. *Jurnal Dinamis*, 19(2), 28–34.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tasuni, M. L. M., Latiff, Z. A., Nasution, H., Perang, M. R. M., Jamil, H. M., & Misseri, M. N. (2016). Performance of a water pump in an automotive engine cooling system. *Jurnal Teknologi*, 78(10–2), 47–53.
<https://doi.org/10.11113/jt.v78.9667>

Wahyudinata, M. E., Noval, R., & Susanto, I. (2024). Analisa Overheating Engine Whell Loader 835 H Liugong Studi Kasus Pada Waterpump. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 1473–1482.
<https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/3533%0Ahttps://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/download/3533/2116>

Yang, L., Lu, G., & Wang, T. (2024). Structure Improvement of Two-Cylinder Engine Cooling Water Jacket Based on Flow Field Simulation. *Sustainability (Switzerland)*, 16(24). <https://doi.org/10.3390/su162411092>

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Pengukuran Kerataan Cylinder Head



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengujian Thermostat



Perbandingan Cylinder Head Abnormal dan Normal





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Nama Lengkap : Aldi Abdillah
2. NIM : 2202441028
3. Tempat, Tanggal Lahir : Bekasi, 28 Maret 2004
4. Jenis Kelamin : Laki-laki
5. Alamat : Jl. Angkasa 1 RT.005/RW.003 N0.90, Kel. Ujung Menteng, Kec. Cakung, Kota Jakarta Timur, Provinsi DKI Jakarta
6. Email : abdillahaldi163@gmail.com
7. Pendidikan
 - SD (2010-2016) : SDN Ujung Menteng 01
 - SMP (2016-2019) : SMPN 256 Jakarta
 - SMA (2019-2022) : SMAN 102 Jakarta
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat
9. Bidang Peminatan : Teknik Alat Berat
10. Tempat/Topik OJT : PT. Sany Makmur Perkasa / Preventive Maintenance 2000 KM Pada Unit Sany Dump Truck Type SYZ324C