



© 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 KERUSAKAN *DIESEL ENGINE CAT 3512C* DENGAN METODE *TROUBLESHOOTING*

SKRIPSI

Oleh
Dewadaru Haikal Akbar
NIM: 2102331032

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

2025



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 KERUSAKAN *DIESEL ENGINE CAT* 3512C DENGAN METODE *TROUBLESHOOTING*

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan program studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin.

Oleh:

Dewadaru Haikal Akbar

NIM: 2102331032

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA PEMELIHARAAN
ALAT BERAT**

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© 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



“Tujuan hidup saya, pendidikan saya, serta penelitian saya, saya dedikasikan penuh kepada orang tua saya. Tidak yang lain.”



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 SKRIPSI

ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN *DIESEL ENGINE CAT 3512C* DENGAN METODE *TROUBLESHOOTING*

Oleh:

Dewadaru Haikal Akbar
NIM. 2102331032

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Asep Apriana, S.T., M.Kom

NIP. 196211101989031004

Pembimbing 2

Dedi Junaedi, S.S., M.Hum.

NIP. 197205022008121003

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Dr. Fuad Zainuri, 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 PENGESAHAN
SKRIPSI

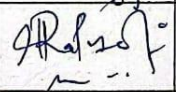
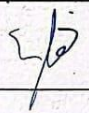
ANALISIS PENYEBAB KERUSAKAN *DIESEL ENGINE CAT 3512C* DENGAN
METODE *TROUBLESHOOTING*

Oleh:
Dewadaru Haikal Akbar
NIM. 2102331032

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Sarjana Terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal. 22 Juli.....2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dedi Junaedi, S.S., M.Hum. NIP. 197205022008121003	Ketua Penguji		22 Juli 2025
2.	Tia Rahmiati, S.T., M.T. NIP. 198001252006042001	Dosen Penguji 1		22 Juli 2025
3.	Rahmat Noval, S.T., M.T. NIP. 199011032024061003	Dosen Penguji 2		22 Juli 2025

Depok, 22 Juli.....2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Ir. Mubandari, S.T., M.T., IWE.

NIP. 197707142008121005



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dewadaru Haikal Akbar

NIM : 2102331032

Program Studi : Sarjana Terapan - Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam 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 Skripsi telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.





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 KERUSAKAN *DIESEL ENGINE CAT 3512C* DENGAN METODE *TROUBLESHOOTING*

Dewadaru Haikal Akbar, Asep Apriana, Dedi Junaedi

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik

Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: asep.apriana@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab kerusakan pada *Diesel Engine CAT 3512C* dengan metode *troubleshooting*. Fokus penelitian difokuskan pada kerusakan komponen *valve* di *cylinder* nomor 9 yang berdampak pada kerusakan komponen lain seperti *connecting rod*, *piston*, dan *cylinder block*. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan observasi langsung, wawancara dengan teknisi, dan studi literatur. Data dikumpulkan melalui pengamatan visual, dokumen perawatan, serta analisis komponen yang rusak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan adalah kegagalan mekanisme *valve* akibat cacat material dan ketidaksejajaran *valve bridge* dengan *valve tip*, yang menyebabkan tekanan samping berlebih dan patahnya *valve head*. Serpihan patahan masuk ke ruang bakar dan menimbulkan benturan keras pada *piston*, sehingga merusak *connecting rod* dan komponen lainnya. Selain itu, ditemukan kontaminasi partikel asing pada oli mesin yang memperparah kerusakan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa perbaikan harus dilakukan dengan mengganti komponen yang rusak dan memastikan prosedur perakitan sesuai standar. Rekomendasi untuk mencegah kerusakan serupa meliputi pemantauan rutin, *preventive maintenance*, serta penggunaan komponen berkualitas. Hasil perbaikan diuji melalui *dyno test*, menunjukkan performa mesin mencapai 94,8% dari spesifikasi teknis, yang membuktikan efektivitas perbaikan yang dilakukan.

Kata kunci: *Diesel Engine CAT 3512C*, kerusakan *valve*, *troubleshooting root cause 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALYSIS OF FAILURE CAUSES IN CAT 3512C DIESEL ENGINE USING TROUBLESHOOTING METHOD

Dewadaru Haikal Akbar, Asep Apriana, Dedi Junaedi

¹Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: asep.apriana@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the causes of damage in the CAT 3512C Diesel Engine using a troubleshooting approach. The research focuses on valve component failure in cylinder number 9, which subsequently damages other components such as the connecting rod, piston, and cylinder block. The research method employed is qualitative descriptive, utilizing direct observation, interviews with technicians, and literature review. Data was collected through visual inspection, maintenance documentation, and analysis of damaged components. The results indicate that the primary cause of failure was a malfunction in the valve mechanism due to material defects and misalignment between the valve bridge and valve tip, leading to excessive lateral pressure and fracture of the valve head. The broken fragments entered the combustion chamber, causing severe impact on the piston, which subsequently damaged the connecting rod and other components. Additionally, foreign particle contamination in the engine oil was found to exacerbate the damage. The study concludes that repairs should be conducted by replacing the damaged components and ensuring proper assembly procedures in accordance with technical standards. Recommendations to prevent similar failures include routine monitoring, preventive maintenance, and the use of high-quality components. Post-repair performance was evaluated through a dyno test, showing that the engine achieved 94.8% of its technical specifications, confirming the effectiveness of the repairs.

Keywords: Diesel Engine CAT 3512C, valve damage, troubleshooting root cause 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

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Analisis Penyebab Kerusakan Diesel Engine Cat 3512C dengan Metode Troubleshooting**". Penelitian ini merupakan salah satu persyaratan akademik untuk meraih gelar Sarjana Terapan di Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Dr. Syamsurizal, S.E., M.M. selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta
4. Bapak Asep Apriana, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing 1 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dedi Junaedi, S.S., M.Hum. selaku dosen pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan skripsi ini.
7. Rekan-rekan Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat khususnya angkatan 21 yang telah membantu dan berjuang bersama dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Seluruh karyawan PT Trakindo Utama yang telah memberikan penulis pandangan dan diskusi terkait penyusunan skripsi 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

9. Teman – teman saya yang mungkin lelah menemani saya sejak duduk dibangku Sekolah Menengah Atas sampai saat ini. Dea Amalia, Amartian Bagus Pratama, Nasrullah Alhaq, Aurelia Savitri, Azhelia Savitri, Abdullah Danny Almaghribi, Nurul Maulina Putri, Leia Hazar, Fadhila Atika Ningrum, Alfi Syahrul Ramadhan. Terima kasih telah menjadi keluarga dan rumah bagi penulis.
10. Tentu saja, penulis berterima kasih kepada diri sendiri sudah mampu bertahan dan melewati kehidupan selama 4 tahun perkuliahan. Ini bukan sebuah akhir bahagia bagi penulis, melainkan adalah sebuah awal yang penuh harapan dan cita-cita dari orang terdekat penulis.

Dengan kerendahan hati, penulis mengakui bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan memiliki berbagai keterbatasan. Kritik dan saran yang membangun dari para pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan di kemudian hari.

Depok, 1 Juli 2025

Dewadaru Haikal Akbar
NIM. 2102331032

POLITEK
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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Batasan Masalah	3
1.7 Sistematika Penulisan Proposal Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Analisis	6
2.1.2 <i>Diesel Engine</i> CAT 3512C	6
2.1.3 Prinsip Kerja <i>Diesel Engine</i>	8
2.1.4 Sistem <i>Engine Diesel</i>	11
2.1.5 Komponen Utama <i>Diesel Engine</i>	17
2.1.6 Katup (<i>Valve</i>)	19
2.1.7 Kerusakan	22
2.1.8 Kerusakan yang terjadi pada <i>Diesel Engine</i>	23



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

2.1.9	Troubleshooting	24
2.1.10	Root Cause Analysis (RCA)	25
2.2	Kajian Literatur	26
2.3	Kerangka Pemikiran	28
BAB III METODE PENELITIAN		30
3.1	Jenis Penelitian	30
3.2	Objek Penelitian	31
3.3	Metode Pengambilan Sampel	32
3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian	32
3.5	Metode Pengumpulan Data Penelitian	33
3.6	Metode Analisis Data	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Proses Pengumpulan Data	35
4.1.1	Observasi	35
4.1.2	Wawancara	38
4.1.3	Studi Literatur	40
4.1.4	Kajian Literatur	44
4.2	Proses Analisis Masalah	47
4.2.1	Mempersiapkan alat yang dibutuhkan	47
4.2.2	Proses Disassembly	49
4.3	Pembahasan Penelitian	56
4.3.1	Fishbone Diagram	56
4.3.2	Tabel Root Cause	57
4.3.3	Tabel Troubleshooting	61
4.4	Perbaikan Masalah	63
4.4.1	Hasil Pengetesan setelah Perbaikan	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN		73

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 <i>Engine Diesel</i> CAT 3512C.....	7
Gambar 2. 2 Proses Siklus 4 Langkah <i>Engine Diesel</i>	10
Gambar 2. 3 <i>cooling system engine</i>	12
Gambar 2. 4 sistem pelumasan <i>engine</i>	13
Gambar 2. 5 <i>air intake and exhaust system</i>	14
Gambar 2. 6 <i>Starting system</i>	16
Gambar 2. 7 <i>fuel system diesel engine</i>	16
Gambar 2. 8 Bagian - bagian <i>Valve</i>	19
Gambar 2. 9 <i>Valve Lifter</i>	20
Gambar 2. 10 <i>Valve Guide</i>	20
Gambar 2. 11 <i>Valve Spring</i>	21
Gambar 2. 12 <i>Rocker Arm</i>	22
Gambar 2. 13 <i>Push Rod</i>	22
Gambar 2. 14 <i>Fishbone Diagram</i>	26
Gambar 3. 1 <i>Diagram Flowchart</i>	31
Gambar 4. 1 <i>Service Meter Unit</i>	37
Gambar 4. 2 kerusakan pada sisi kanan dan kiri <i>engine</i>	37
Gambar 4. 3 kerusakan <i>Connecing Rod</i>	38
Gambar 4. 4 <i>Report Overhaul Engine</i>	40
Gambar 4. 5 Spesifikasi <i>Engine 3512C</i>	41
Gambar 4. 6 <i>Service Information System Web</i>	42
Gambar 4. 7 <i>Service Information System Web</i>	42
Gambar 4. 8 Menu masuk ke TMI.....	43
Gambar 4. 9 Halaman <i>Technical Marketing Information (TMI)</i>	44
Gambar 4. 10 <i>Tools Box</i>	47
Gambar 4. 11 <i>Electric Impact</i>	48
Gambar 4. 12 <i>Service Information System (SIS) Web</i>	49
Gambar 4. 13 <i>Disassembly Komponen Engine</i>	49
Gambar 4. 14 Sebelum <i>Remove Rocker Arm</i>	50
Gambar 4. 15 Setelah <i>Remove Rocker Arm</i>	50
Gambar 4. 16 Permukaan <i>Cylinder Head</i>	51
Gambar 4. 17 <i>Valve Head dan Valve Stem</i>	51
Gambar 4. 18 kondisi <i>Valve Tip intake valve 9A</i>	52
Gambar 4. 19 kondisi <i>Valve Lock Intake Valve 9A</i>	52
Gambar 4. 20 <i>broken at valve goove intake valve 9B</i>	53
Gambar 4. 21 <i>Valve Lock Intake Valve 9B</i>	54
Gambar 4. 22 <i>Bridge Valve Intake</i>	54



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

Gambar 4. 23 <i>oil pan</i>	55
Gambar 4. 24 <i>Disassembly Komponen Engine</i>	55
Gambar 4. 25 <i>Diagram Fishbone</i>	56
Gambar 4. 26 <i>Valve Mechanism</i>	59
Gambar 4. 27 <i>AFA Reference Book</i>	60
Gambar 4. 28 <i>Dyno test room</i>	64





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 Tabel Spesifikasi <i>Engine 3512C</i>	7
Tabel 2. 2 Tabel Perbandingan <i>Engine diesel Dan Petrol</i>	10
Tabel 2. 3 Kajian literatur	26
Tabel 4. 1 Tabel Gambar Kondisi <i>Engine</i>	35
Tabel 4. 2 Tabel Wawancara.....	38
Tabel 4. 3 Tabel perbandingan penelitian terdahulu.....	45
Tabel 4. 4 Tabel <i>Root Cause</i>	57
Tabel 4. 5 Tabel <i>Troubleshooting</i>	61
Tabel 4. 6 Proses <i>assembly engine</i>	63
Tabel 4. 7 Parameter pengetesan performa <i>engine</i>	65

**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 LAMPIRAN

Lampiran 1. Jadwal <i>Preventive Maintenance</i>	73
Lampiran 2. Wawancara Teknisi	75
Lampiran 3. <i>Dyno Test Engine</i>	75
Lampiran 4. Spesifikasi <i>Engine</i>	78
Lampiran 5. Spesifikasi Performa <i>engine</i>	79
Lampiran 6. <i>Report Overhaul Engine</i>	80
Lampiran 7. <i>Engine</i> setelah perbaikan	81
Lampiran 8. <i>Applied Failure Analysis Reference Book</i>	81

**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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diesel engine, yang dikenal sebagai mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) atau *Compression Ignition Engine*, memiliki mekanisme penyalan bahan bakar yang berbeda dengan mesin bensin. Pada *diesel engine*, proses pembakaran tidak terjadi melalui loncatan bunga api listrik dari busi, melainkan diakibatkan oleh suhu dan tekanan yang sangat tinggi di dalam ruang bakar selama langkah kompresi. (Kristanto & Tirtoatmodjo, 2000)

Diesel engine pertama ditemukan oleh seorang insinyur Jerman yaitu Rudolph Diesel. *Engine* buatan Rudolph Diesel ini diproduksi dan digunakan secara komersial mulai beroperasi pada tahun 1898. Pada awal tahun tersebut, satu produsen di Amerika Serikat dan beberapa produsen di Eropa terlibat dalam pengembangan mesin jenis ini. (Longfellow, 1935)

Karena dikenal dengan efisiensinya yang tinggi dan daya tahan yang baik, maka dari itu *Diesel Engine* Memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang produktivitas dan efisiensi operasional. *Engine* CAT 3512C digunakan dalam berbagai industri dan aplikasi, seperti peralatan pengeboran lubang, *chipper/grinder*, konstruksi, *crane*, *dredger*, kehutanan, industri umum, penanganan material, pertambangan, alat pemindah tanah bergerak, pompa, *shovel/dragline*, peralatan transportasi permukaan, dan *trencher*. (Utama, 2025)

Dalam penelitian ini, *diesel engine* CAT 3512C digunakan sebagai mesin pompa pada aplikasi pengeboran minyak dan gas. *Engine* ini berfungsi untuk mengalirkan lumpur pengeboran (*drilling mud*) dari tangki penyimpanan ke lubang bor dengan tekanan tinggi, menjamin kelancaran proses sirkulasi selama operasi pengeboran (Zukri dkk., 2022). Dirancang untuk kinerja yang stabil dan andal, *engine* CAT 3512C mampu menahan beban operasional berat yang khas ditemui pada industri minyak, gas, dan pertambangan,

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

termasuk paparan getaran konstan, tekanan ekstrem, dan lingkungan yang korosif.

Salah satu komponen kritis dalam *diesel engine* adalah komponen *valve*, yang terdapat pada *cylinder head*. *Valve* berfungsi mengatur aliran udara dan gas buang dari ruang pembakaran. Ketika katup *intake* terbuka, udara masuk ke dalam ruang bakar, sedangkan ketika katup *exhaust* terbuka, gas sisa pembakaran dikeluarkan dari ruang bakar (Utama, 2003). Kerusakan pada komponen *valve* dapat berdampak serius hingga mengakibatkan kerusakan pada *engine*. Dan berdampak pada *downtime* operasional dan biaya perbaikan yang signifikan.

PT. Trakindo Utama didirikan oleh AHK Hamami pada 23 Desember 1970. Setahun setelah pendiriannya, tepatnya pada 1971, perusahaan ini secara resmi ditetapkan sebagai distributor eksklusif (agen tunggal) produk Caterpillar di Indonesia. Hal ini menjadikan Trakindo sebagai perusahaan alat berat lokal pertama di Indonesia yang memiliki lisensi tersebut (PT Trakindo Utama, 2025). Maka dari itu, PT Trakindo Utama menjadi tempat penulis melakukan penelitian ini.

Pentingnya analisis mendalam terhadap penyebab kerusakan *valve* ini tidak hanya untuk memperbaiki *engine* yang sudah rusak, tetapi juga untuk mencegah terjadinya kerusakan serupa di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab kerusakan pada *diesel engine* CAT 3512C. Melalui pengumpulan data dari studi literatur, wawancara dengan teknisi, serta analisis kasus kerusakan yang telah terjadi, diharapkan dapat ditemukan pola dan faktor penyebab yang mendasari kerusakan tersebut.

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

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, masalah yang dihadapi meliputi:

1. Terdapat komponen lain yang mengalami kerusakan akibat dampak dari kerusakan *engine*.
2. Penyebab utama kerusakan pada *diesel engine* CAT 3512C belum teridentifikasi secara jelas.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah:

1. Komponen apa saja yang terdampak oleh kerusakan *diesel engine* CAT 3512C?
2. Apa faktor utama yang menyebabkan kerusakan pada *diesel engine* CAT 3512C?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui komponen yang terdampak akibat dari kerusakan *diesel engine* CAT 3512C.
2. Mengetahui faktor penyebab utama kerusakan pada *diesel engine* CAT 3512C.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan penulis dapat menjadi bahan pembelajaran bagi mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta serta teknisi yang terkait dalam pelaksanaan penelitian agar jika terjadi masalah serupa, dapat teratasi dengan baik.

1.6 Batasan Masalah

Penulis membatasi penelitian ini pada analisis penyebab kerusakan pada *diesel engine* CAT 3512C. Fokus penelitian mencakup:

1. Menganalisis penyebab kerusakan komponen *valve* dengan tidak uji material komponen.

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. Objek penelitian ini adalah *diesel engine* CAT 3512C.
3. Menganalisis penyebab kerusakan yang terjadi pada *cylinder* nomor 9 tanpa menganalisis *cylinder* lainnya.

1.7 Sistematika Penulisan Proposal Skripsi

Sistematika penulisan yang digunakan oleh penulis sesuai dengan pedoman penulisan Skripsi sebagai berikut:

1. Bagian Awal

Bagian awal pada penulisan Skripsi adalah Halaman sampul, Halaman pengesahan, penilaian proposal skripsi, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, daftar lampiran.

2. Bagian Inti Skripsi

- a. BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang gambaran umum dari permasalahan yang akan dibahas. Dalam pendahuluan ini terdiri dari tujuh sub bab, yaitu latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan Skripsi.

- b. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Untuk menyelesaikan laporan skripsi ini, tujuan pustaka adalah untuk mencari, membaca, dan menganalisis landasan teori, kajian literatur, dan kerangka pemikiran yang memuat teori-teori tersebut.

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

c. BAB 3 METODE PENELITIAN

Menguraikan tentang metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah/penelitian, meliputi prosedur, pengambilan sampel dan pengumpulan data, pengumpulan data, teknik analisis data atau teknis perancangan. Buat diagram alir pekerjaan jika memungkinkan untuk membuat detail kegiatan.

d. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian dan pembahasan dari hasil penelitian yang dilakukan.

e. BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran pada penelitian yang dilakukan. Kesimpulan merupakan ringkasan atau inti dari setiap subbab pembahasan yang menjadi jawaban atas pertanyaan penelitian yang telah dinyatakan dalam Bab I. Kesimpulan harus sinkron dengan tujuan penelitian di Bab I. Saran yang diberikan berupa penyelesaian masalah, perbaikan suatu kondisi berdasarkan hasil analisis.

3. Bagian Akhir Skripsi

Daftar Referensi merupakan daftar bacaan yang menjadi sumber, atau referensi atau acuan dan dasar penulisan skripsi. Daftar referensi ini dapat berisi buku, artikel jurnal, majalah, atau surat kabar, wawancara, dan sebagainya.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai analisis penyebab kerusakan pada *diesel engine* CAT 3512C dengan metode *troubleshooting*, dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Komponen yang mengalami kerusakan akibat dari permasalahan yang terjadi adalah sebagai berikut:
 - a. *Connecting rod cylinder* no 9 dan 10.
 - b. *Injector* pada *cylinder* no 9.
 - c. *Cylinder head* no 10.
 - d. *Turbocharger*.
 - e. *Crankshaft group*.
 - f. *Piston cylinder* no 9.
 - g. *Cylinder Block*
2. Penyebab utama kerusakan yang terjadi pada *diesel engine* CAT 3512C adalah:
 - a. Fungsi komponen abnormal.
 - b. Kerusakan komponen (*intake valve* patah).

Kegagalan *valve mechanism* yang terjadi pada *valve bridge* dan *valve tip* pada saat *engine* beroperasi menyebabkan *intake valve* mengalami kerusakan yaitu patah pada *valve head*.
Kerusakan pada *valve tip* (patah getas/*brittle fracture*) disebabkan oleh cacat material dan ketidaksejajaran *valve bridge* yang menimbulkan tekanan samping berlebih. Sementara itu, *valve head* mengalami patah mendadak akibat benturan keras piston di ruang bakar, dipicu oleh kerusakan sebelumnya pada *valve tip*. Serpihan patahan masuk ke ruang bakar, memperparah kerusakan mesin.

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

- c. Kontaminasi pada oli *engine*.

Pada *oil filter*, ditemukan serpihan partikel asing yang berasal dari gesekan antara komponen pada beberapa saat sebelum *engine* mengalami kerusakan.

5.2 Saran

Saran yang penulis berikan pada penelitian ini berdasarkan kesimpulan diatas adalah:

1. Kepada pihak pengguna:
 - a. Disarankan kepada operator dari pihak pengguna, jika terdapat peringatan atau alarm yang terdeteksi oleh sistem pada engine, segera untuk mendokumentasikan, mencatat, lalu disampaikan kepada teknisi yang profesional dalam menangani engine tersebut.
 - b. Disarankan untuk memberikan perhatian lebih terhadap engine. Dan mewaspadaai jika ada suara abnormal yang keluar dari engine pada saat engine bekerja.
 - c. Disarankan untuk mengikuti jadwal *preventive maintenance* yang sesuai dengan *Operation and Maintenance Manual*. *Preventive maintenance* sangat dianjurkan untuk mencegah kerusakan yang lebih parah sebelum waktunya proses *overhaul* selanjutnya.
 - d. Penggantian komponen yang dianjurkan untuk diganti dengan yang baru sangat penting. Karena kerusakan komponen *valve* bisa disebabkan oleh penggunaan komponen secara terus menerus tanpa melakukan penggantian.
2. Kepada pihak penyedia jasa:
 - a. Selalu memonitor terkait perawatan berkala *engine* dan komunikasikan dengan pihak pengguna untuk melakukan perawatan berkala jika *engine* sudah mencapai jadwal untuk dilakukanya perawatan berkala.



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

- Arifi, R. Z. (2022). ANALISIS KERUSAKAN CONNECTING ROD DIESEL ENGINE PADA UNIT WHEEL LOADER CATERPILLAR 920 BASIC. *Repository Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 1-16.
- B Fahrudin, M. H. (2016). *Analisa Kegagalan Connecting Rod Tipe Mahle Pada Auxiliary Engine Man D 2840 Le Pt Meratus Line Surabaya*. Surabaya: doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Badan Riset dan Inovasi Nasional. (2022). Tentang Kerusakan dan Umur Material untuk Keselamatan Industri, Ini Penjelasan Peneliti BRIN. <https://brin.go.id/news/110433/tentang-kerusakan-dan-umur-material-untuk-keselamatan-industri-ini-penjelasan-peneliti-brin> (Diakses pada 28 Februari 2025).
- Didik, E. (2015). ANALISA PENGARUH DEFORMASI PLASTIS TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN PADA BAJA ST 42. *TRANSMISI*, Vol. XI, 19 - 26.
- Djafri, G. (2024). Analisa Kegagalan EngineStudiKasusConnectingRod padaEngineBulldozerKomatsuD85ESS-2. *SINERGI*, 182-19.
- Firmansyah. (2019). ANALISA DAN CARA MENGATASI GANGGUAN MEKANISME KATUP PADA MESIN DIESEL. *SURYA TEKNIKA*, 25 - 32.
- Firmansyah, M. G. (2024). Analisa Perbaikan Engine Fuel dilution pada Haul Truck Caterpillar 789 D di Perusahaan Tambang Batubara. *SEMAKIN E.1*, 348 - 352.
- Hasanah, H. (2016). TEKNIK-TEKNIK OBSERVASI (Sebuah Alternatif Metode Pengumpulan Data Kualitatif Ilmu-ilmu Sosial). *At-Taqaddum*, 21-46.
- Herman Dumatubun, A. A. (2021). PENGARUH KERUSAKAN PRECLEANER TERHADAP SISTEM PELUMASAN PADA EXCAVATOR CAT TYPE 349 PT. TRAKINDO UTAMA HermanDumatubun1, Akbar Amir2Dosen Politeknik Amamapare Timika Program Studi Teknik Mesinherman.dumatubun@gmail.comPoliteknik Amamapare Timika Program Studi T. *Jurnal Teknik AMATA*, 22-23.

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

Irhamni. (2022). Analisis Penyebab Low Level Raw Water Menggunakan 5 – Why. *Jurnal Serambi Engineering*, 3414 - 3420.

Ismojo. (2020). ANALISA KERUSAKAN CONNECTING ROD PADA SEPEDA MOTOR SATRIA 120 CC. <http://repository.itl.ac.id/handle/123456789/126>.

Ismojo, P. M. (2020). ANALISA KERUSAKAN CONNECTING ROD PADA SEPEDA MOTOR SATRIA. *TECHNOPEX-2020 Institut Teknologi Indonesia*, 98-101.

Khaeroman, W. A. (2021). STUDI KASUS ANALISIS KEGAGALAN BAUT CONNECTING ROD MESIN DIESEL GENERATOR KAPAL. *JURNAL INOVTEK POLBENG*, 49-54.

Kis Yoga Utomo, A. Z. (2022). ANALISIS KUALITAS BATANG PISTON ORIGINAL DAN NON ORIGINAL PADA KENDARAAN RODA DUA 4 LANGKAH KAPASITAS 113 CC. *Jurnal Kalpika*, 22.

Kukuh Aji Julianto, A. N. (2021). ANALISIS KEGAGALAN REM KENDARAAN PENUMPANG MENGGUNAKAN METODE FISHBONE DI BENGKEL BERKAH MANDIRI SEMARANG. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 55-62.

Longfellow, R. M. (1935). *THE MODERN DIESEL ENGINE*. Ohio: Ohio State University, College of Engineering.

Lubis, S. (2021). ANALISA MODAL PADA POROS ENKOL4 SILINDER KENDARAAN RINGAN. *jurnal UISU*, 43-44.

Mawardi. (2019). Pelatihan Boring Lubang Blok Silinder Sepeda Motor. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, C148.

Mochamad Sugiri, D. A. (2022). ANALISA KERUSAKAN PISTON MESIN DIESEL POMPA BANJIR DAN OPTIMASI SISTEM MANAJEMEN PEMELIHARAAN. *Sainstech*, Vol. 32, 86 – 94.

Muhammad, A. &. (2019). Static analysis and optimization of a connecting rod. *International Journal of Engineering & Technology Sciences*, 24-40.

Nafi' Erdyno, B. C. (2024). Analisis Displacement Connecting Rod Menggunakan Metode Elemen Hingga Dengan Material Titanium Alloy. *ournal of Mechanical and Electrical Technology*, 1-5.

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Nisrina, S. (2024). *PENGARUH PENGGUNAAN FILTER KIDNEY LOOP TERHADAP KUALITAS BAHAN BAKAR ENERGI TERBARUKAN BIODIESEL B35*. Jakarta: repository politeknik negeri jakarta.
- Philip Kristanto, R. T. (2000). Pengaruh Suhu dan Tekanan Udara Masuk Terhadap Kinerja Motor Diesel Tipe 4 JA 1. *JURNAL TEKNIK MESIN* , 7 - 14.
- Pradita, L. (2015). TROUBLESHOOTING DAN PERAWATAN LAMPU KEPALA KIJANG INNOVA. *Teknik Mesin DIII. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang* <https://lib.unnes.ac.id/21258/1/5211312007-S.pdf>.
- Prasetyo, A. &. (2024). Analisa Jarak Center Lubang Connecting Rod diluar Standar pada PT. XYZ. *Jurnal Serambi Engineering*, 7950-7955.
- PT Pertamina One Solution. (2022). Cara Kerja Mesin Diesel. https://onesolution.pertamina.com/Insight/Page/Cara_kerja_mesin_diesel (Diakses pada 27 Februari 2025).
- PT Trakindo Utama. (2003). *SGD Fundamental Diesel Engine*. Bogor: Training Center PT Trakindo Utama.
- PT Trakindo Utama. (2008). *Electronic Engine*. Bogor: Training Center Dept. PT Trakindo Utama.
- PT Trakindo Utama. (2014). *PC And CAT Software* . Bogor: Training Center Dept. PT Trakindo Utama .
- PT Trakindo Utama. (2025). *Sekilas Tentang Trakindo*. Dipetik Mei 23, 2025, dari Trakindo: <https://trakindo.co.id/tentang-kami>
- PT. Kawan Lama Solusi. (2023). 9 Komponen Mesin Diesel Beserta Fungsinya. <https://www.kawanlama.com/blog/ulasan/komponen-mesin-diesel> (Diakses pada 28 Februari 2025).
- PT. Trakindo Utama. (2025). *3512B Industrial Diesel Engines*. Jakarta : <https://trakindo.co.id/3512b-18398034> (Diakses pada 28 Februari 2025).
- RENDRA, G. (2022). *Penyebab Kebengkokan Push od pada Mesin Diesel Generator*. Semarang: <http://repository.unimar-amni.ac.id/4166/1/BAB%20II.pdf>.

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

- Rhamadidi Zukri, F. Z. (2022). Manajemen Perawatan Engine C15 Mud Pump. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta*, 1149-1153.
- Samlawi, A. K. (2018). Fracture Analysis of Rear Axle Shaft Vehicles Truck HINO 500. *Prosiding SNTTM XVII*, 006-012.
- SAMLAWI, A. K. (2015). *Teori Dasar Motor Diesel*. Banjarbaru: Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat.
- Toniman Zega, A. (2024). Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Diesel. *SURYA TEKNIKA Vol. 11*, 467-471.
- Toniman Zega, A. (2024). Analisis Penyebab Kerusakan Mesin Diesel. *SURYA TEKNIKA vol. 11*, 467-471.
- Utama, P. T. (2008). *Engine Troubleshooting Method*. Bogor: Training Center Dept. PT Trakindo Utama.
- waruwu, M. (2023). Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif,. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 2896-2910.
- Wiwik Widhianingsih, H. C. (2024). Strategi Peningkatan Kualitas Sepatu dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis, Grey Relational Analysis, dan Root Cause Analysis. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal*, 1-17.
- Yuni Septiani, E. A. (2020). ANALISIS KUALITAS LAYANAN SISTEMINFORMASI AKADEMIKUNIVERSITAS ABDURRAB TERHADAP KEPUASANPENGGUNAMENGGUNAKAN METODE SEVQUAL. *JURNAL TEKNOLOGI DAN OPEN SOURCE*, 131 - 143.
- Yuniar Adekayanti, I. A. (2021). ANALISIS GANGGUAN PADA KWH METER PELANGGAN DI PT. PLN (PERSERO) UP3 SUMBAWA MENGGUNAKAN FISHBONEDAN PDCA (PLAN, DO, CHECK, ACTION). *JurnalIndustri&TeknologiSamawa*, 22–31.
- Zai, M. M. (2025). Analisis Bercampurnya Minyak Lumas Rocker Arm dengan Bahan Bakar Pada Auxiliary Engine Daihatsu 6DL-20 di MV. Lady Cedros. *Indonesian Journal of Marine Engineering*, 26 - 37.

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**Lampiran 1. Jadwal *Preventive Maintenance***

2023/04/27	Maintenance Interval Schedule (SEBU8101-26)
	SMCS - 1000, 4450, 7500 i08712079 Ensure that all safety information, warnings, and instructions are read and understood before any operation or any maintenance procedures are performed. The user is responsible for the performance of maintenance, including all adjustments, the use of proper lubricants, fluids, and filters. The user is also responsible for the replacement of components due to normal wear and aging. Failure to adhere to proper maintenance intervals and procedures may result in diminished performance of the product and/or accelerated wear of components. Use fuel consumption, service hours, or calendar time, WHICH EVER OCCURS FIRST, to determine the maintenance intervals. Products that operate in severe operating conditions may require more frequent maintenance. Before each consecutive interval is performed, all maintenance from the previous interval must be performed. When Required Batteries - Replace Engine Air Cleaner Element (Dual Element) - Clean/Replace Engine Air Cleaner Element (Single Element) - Clean/Replace Fuel System - Prime Maintenance Recommendations Radiator - Clean Daily Cooling System Coolant Level - Check Driven Equipment - Inspect/Replace/Lubricate Engine Air Cleaner Differential Pressure - Check Engine Air Pre-cleaner - Clean Engine Oil Filter Differential Pressure - Check Engine Oil Level - Check
	Daily Cooling System Coolant Level - Check Driven Equipment - Inspect/Replace/Lubricate Engine Air Cleaner Differential Pressure - Check Engine Air Pre-cleaner - Clean Engine Oil Filter Differential Pressure - Check Engine Oil Level - Check Fuel System Fuel Filter Differential Pressure - Check Fuel Tank Water and Sediment - Drain Instrument Panel - Inspect Walk-Around Inspection Initial 250 Service Hours Engine Valve Lash - Inspect/Adjust Fuel Injector - Inspect/Adjust Every 250 Service Hours Battery Electrolyte Level - Check Belts - Inspect/Adjust/Replace Cooling System Coolant Sample (Level 1) - Obtain Cooling System Supplemental Coolant Additive (SCA) - Test/Add Engine Oil Sample - Obtain Hoses and Clamps - Inspect/Replace



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

Every 500 Service Hours

[Air Shutoff - Test](#)
[Air Shutoff Damper - Remove/Check](#)
[Engine Oil and Filter - Change](#)

Every 1000 Service Hours

[Cooling System Coolant Sample \(Level 2\) - Obtain](#)
[Engine - Clean](#)
[Engine Crankcase Breather - Clean](#)
[Engine Protective Devices - Check](#)
[Fuel System Primary Filter - Clean/Inspect/Replace](#)
[Fuel System Secondary Filter - Replace](#)

Every 2000 Service Hours

<https://sis2.cat.com/#/print-preview/service/21575881-321b-4d3c-82d9-48f8d1f32a17>

1/2

7/4/25, 1:03 AM

SIS 2.0

[Catalyst Module - Check](#)
[Crankshaft Vibration Damper - Inspect](#)
[Driven Equipment - Check](#)
[Engine Mounts - Check](#)
[Turbocharger - Inspect](#)

Every 3000 Service Hours or 3 Years

[Cooling System Coolant \(DEAC\) - Change](#)
[Cooling System Coolant Extender \(ELC\) - Add](#)

Every 4000 Service Hours

[Catalyst \(DOC\) - Inspect](#)
[Engine Valve Lash - Inspect/Adjust](#)
[Fuel Injector - Inspect/Adjust](#)

Every 6000 Service Hours or 6 Years

[Alternator - Inspect](#)
[Cooling System Coolant \(ELC\) - Change](#)
[Cooling System Water Temperature Regulator - Replace](#)
[Starting Motor - Inspect](#)
[Water Pump - Inspect](#)

Every 8000 Service Hours

[Exhaust Emissions - Test](#)

Every 12 000 Service Hours or 6 Years

[Hoses and Clamps - Replace](#)

Overhaul

[Overhaul \(Top End\)](#)
[Overhaul \(Major\)](#)
[Overhaul Considerations](#)

JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

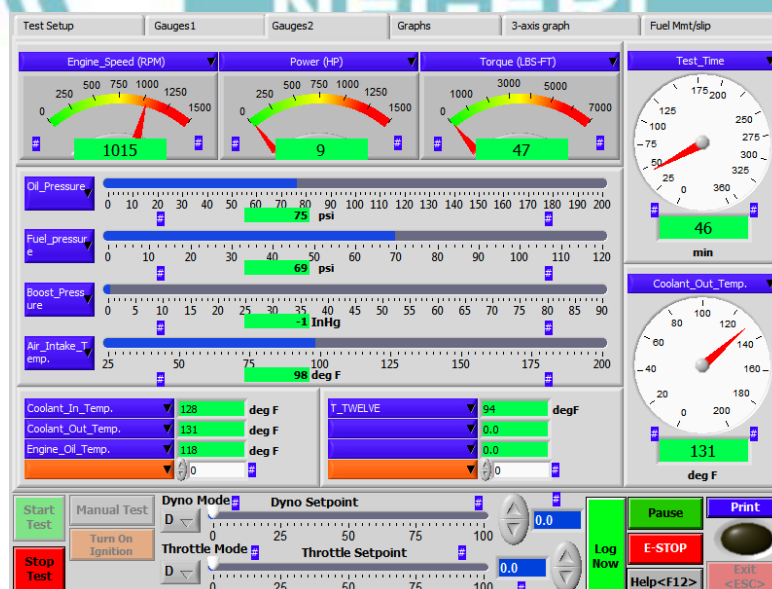
Hak Cipta :

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 2. Wawancara Teknisi



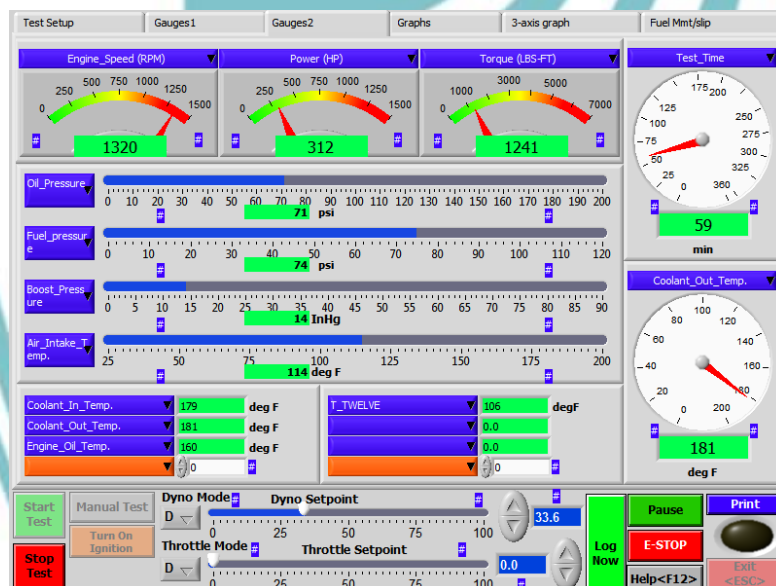
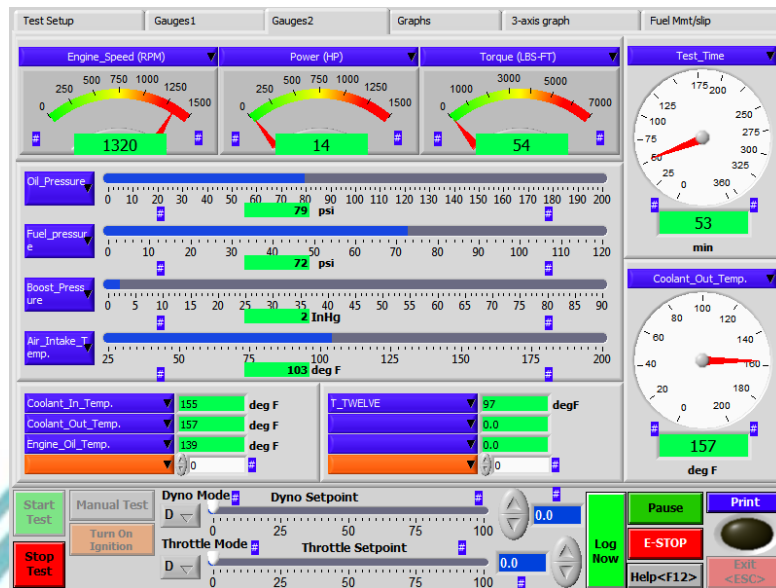
Lampiran 3. Dyno Test Engine



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

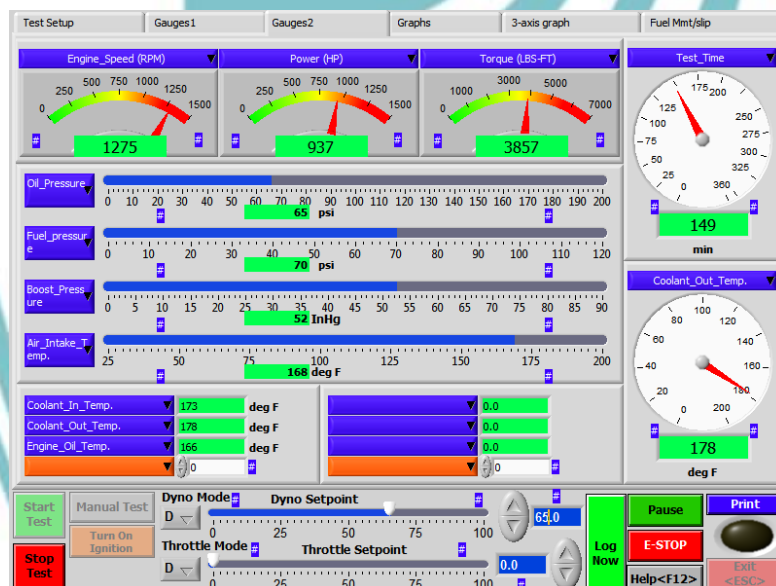
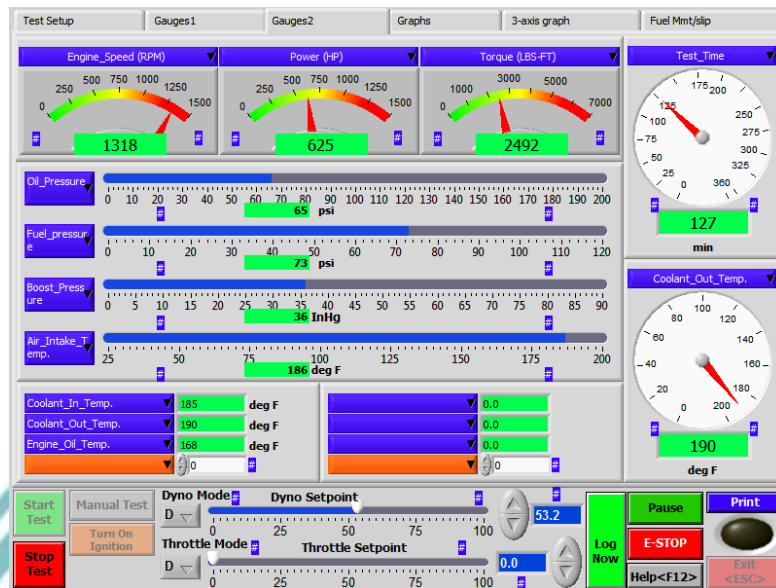
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

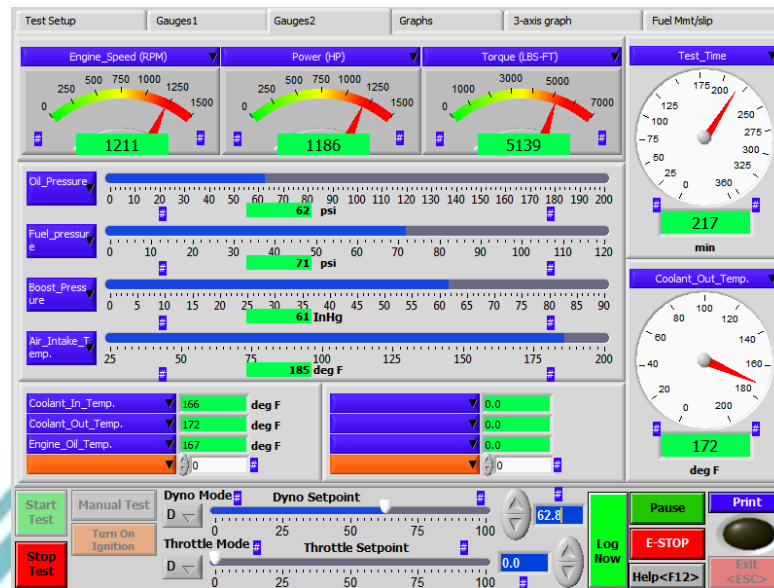
Hak Cipta :

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



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 4. Spesifikasi *Engine*

Item	3508C Engine	3512C Engine	3516C Engine
Rated Speed (rpm)	1200	1200	1200
Idle Speed (rpm)		600 to 1250	
Cylinders and arrangement		60 degree V-8	
Bore		170 mm (6.7 inch)	
Stroke	190 mm (7.5 inch)		215 mm (8.4 inch)
Type		4-stroke cycle	
Compression ratio		14.7:1	
Aspiration		Turbocharged	
Method of cooling the turbocharged air		SCAC	
Displacement per cylinder	4.3 L (263 in³)		4.8 L (298 in³)
Total displacement	34.5 L (2105 in³)	51.8 L (3158 in³)	76.8 L (4687 in³)
Rotation (flywheel end)	Counterclockwise rotation is standard.		
Fuel	See this Operation and Maintenance Manual, "Refill Capacities and Recommendations" (Maintenance Section).		
Method of fuel injection	Electronic unit injectors		
Method of starting	Air starting motor		
Designed back pressure in the exhaust system	2.5 kPa (10 inches of H ₂ O)		
Maximum allowable back pressure	6.7 kPa (27 inches of H ₂ O)		
Maximum allowable back pressure (1)	If the exhaust back pressure exceeds 15 kPa (60 inches of H ₂ O), refer to the supplement data in SIS web TMI. Enter performance data EM0875 for additional information on the effects of increased back pressure.		
Maximum inlet air Restriction	6.2 kPa (25 inches of H ₂ O)		
Air cleaners	Single element		

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 5. Spesifikasi Performa *engine*

Reference Number: OK7021
Model: 3512G DI TA SCAC

Effective Serial Number: **LLF00534**
Make from Spec:

Test Spec Data				
Description	Measure	Nominal	Ceiling	Floor
Corr Full Load Power	hp	1,250	1,287	1,212
Full Load Speed	RPM	1200	1210	1190
Governor Setting Speed	RPM	1242	1247	1236
High Idle Speed	RPM	1320	1380	1260
Low Idle Speed	RPM	450	480	440
FL Static Fuel Setting	in	0.819		
FT Static Fuel Setting	in	0.764		
Corrected Fuel Rate	GAL/HR	60.1	64.3	55.9
CSFC	LB/HP.H	0.340	0.357	0.322
Adjusted Boost	IN_HG	66.0	76.0	56.1
Torque Check Speed	RPM	900	910	890
Corr Torq Rise at TC RPM	%	7.0		
Corr Torque at TC RPM	LB.FT	5,880	6,292	5,468
C Fuel Rate at TC RPM	GAL/HR	47.3	50.6	44.0
CSFC at TC RPM	LB/HP.H	0.332	0.349	0.314
ADJ Boost at TC RPM	IN_HG	48.9	56.2	41.5
Power Loss/Cyl	% C FL PWR			
Specific Blowby	CU FT/HP.H			
Temp Jacket Water Pump Inlet	F	192	197	186
Delta T Jacket Water (out-in)	F	10	16	-1
Inlet Manifold Temp	F			
Water Temp to Scac	F	129	134	123
Scac Water Flow	GAL/MIN			
Oil Pressure	PSI	63	67	54
Oil Pressure Low Idle	PSI	46	67	34
Fuel Pressure	PSI	68	98	49
Inlet Fuel Pressure	PSI	6		
Inlet Fuel Temp	F	86	91	80
Inlet Air Pressure	IN_HG		31	26
Inlet Air Restriction	IN_HG		1.18	
Inlet Air Temperature	F		122	50
Fuel Density	DEG API		36.0	34.0
Boost Constant				
Governor Setting Constant				
Governor Setting Torque	% RTD TRQ	90.0	91.0	89.0
High Idle Stability	RPM			
Low Idle Stability	RPM			
Set Point RPM	RPM	1220	1230	1210
Adjusted Boost (Gas Blending)	HG			
Corrected Fuel Rate - Diesel (Gas Blending)	GAL/HR			
Corrected Fuel Rate - Gas (Gas Blending)	BTU/MIN			
Full Load Fueling (Gas Blending)	MM3/ST			
Gas Substitution Ratio (Gas Blending)	%			
Corr Full Load Power (Gas Blending)	HP			
Full Load Speed (Gas Blending)	RPM			
Exhaust Back Pressure	PSI			
TQ CK Exhaust Back Pressure	PSI			
Ataac Delta Pressure	PSI			

**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 6. *Report Overhaul Engine***ENGINE REBUILD REPORT****GENERAL OVERHAUL ENGINE**

SO# Number : [REDACTED]
 Customer : [REDACTED]
 Unit Model : 3512C
 Serial Number : LLF00215
 Arrangement : 264-4641
 SMU Unit : 49019 H (ECM hours)
 Date Service : OCTOBER 17th 2023
 Location Service : Workshop BSD Branch

Branch	[REDACTED]	Unit No	: -	Engine Model	: 3512C
Dealer Code	[REDACTED]	Model	:	Engine SN	: LLF00215
Customer	[REDACTED]	Machine SN	[REDACTED]	Arrangement	: 264-4641
Customer ID	[REDACTED]	Job No.	[REDACTED]	Service Meter	: 49019 Hours

SUMMARY OF ENGINE REPAIR**FAILURE OUTLINE**

Overhaul Engine Group.

BACKGROUND

Maintenance schedule.

THE CAUSE of FAILURE

None

ENGINE RECONDITION DESCRIPTION

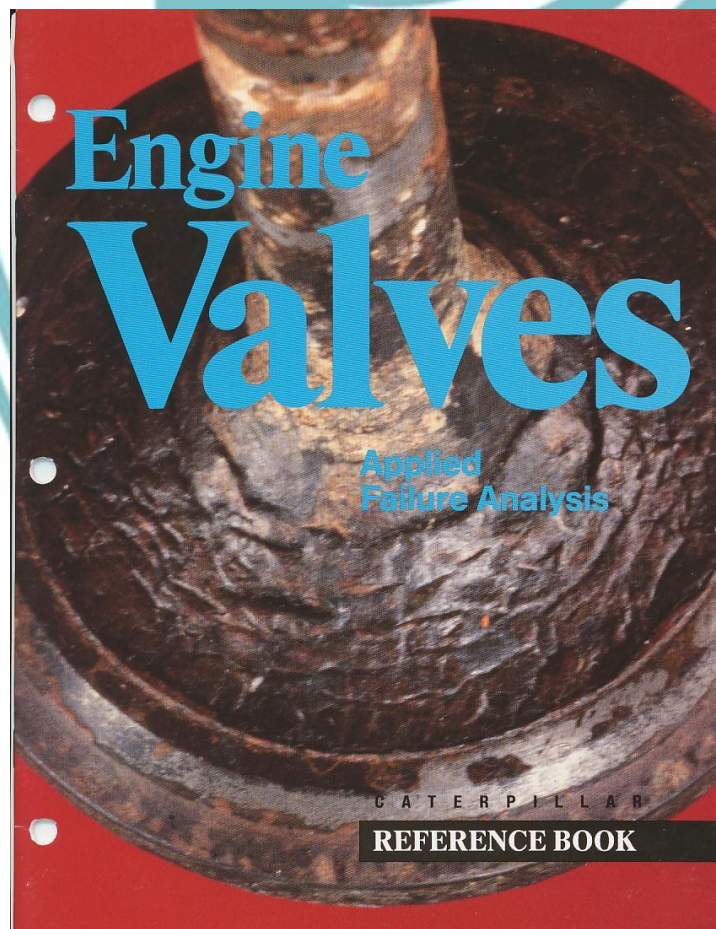
1. Disassembling & inspection damage component, inspect, measure, & replace fail component.
 - 1.1. Dismantling engine conduct with safety and contamination control regulation.
 - 1.2. Dismantling engine group and all components.
 - 1.3. Inspect and measure components & give recommendation for part replacement.
 - 1.4. Create recommendation for engine reconditioning.
2. Assembling engine components.
 - 2.1. Assembling engine comply with safety and contamination control regulation.
 - 2.2. Measure and documentation bearing clearance, gear back lash, shaft end play, and other critical assembling points.
 - 2.3. Replace seals, gaskets, and damage part as customer approval parts.
 - 2.4. Fastener torque and tighten as factory specification.
3. Engine performance Test.
 - 3.1. Start up and test running engine.
 - 3.2. Perform dyno test step by step until fully loaded.
 - 3.3. Monitor all engine parameters, engine oil pressure, coolant temperature, and abnormal leaking.
 - 3.4. The power engine has reached 1193 hp at 1200 rpm, it is 95% engine power nominal from performance specification OK-7021.
 - 3.5. Check engine condition from leaks.
 - 3.6. Check engine timing and check engine valve lash after running engine.

RECOMENDATION

1. Check crankshaft end play after engine coupled with component Attachment (PTO, Pump, etc)
2. Operate engine as operation and maintenance manual (OMM).
3. Periodically PM engine as OMM.
4. Monitor engine S-O-S.
5. Stop engine if any abnormal engine noise.
6. Always use genuine part Caterpillar.

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 7. *Engine* setelah perbaikanLampiran 8. *Applied Failure Analysis Reference Book*



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 | : Dewadaru Haikal Akbar |
| 2. NIM | : 2102331032 |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Depok, 13 April 2003 |
| 4. Jenis Kelamin | : Laki – laki |
| 5. Alamat | : Jalan Pendowo Gang. Kopo No. 24 Limo,
Depok |
| 6. Email | : dewadaru.haikal.akbar.tm21@mhs.w.pnj.ac.id |
| 7. Pendidikan | |
| SD | : SDN 09 Pondok Labu |
| SMP | : SMPIT Darojaatul Uluum |
| SMA | : SMA Muhammadiyah 4 Depok |
| D4 (2021 – sekarang) | : Politeknik Negeri Jakarta |
| 8. Program Studi | : Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat |
| 9. Tempat OJT | : PT Trakindo Utama
(1 September – 31 Desember 2024) |



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**