



© 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 BLOW BY* PADA
UNIT *MOTOR GRADER* CLG4260D DI PT. XYZ
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE
ANALYSIS***

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Fajar Afriyanto
NIM. 2202441032**

**PROGRAM STUDI
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 BLOW BY* PADA
UNIT *MOTOR GRADER* CLG4260D DI PT. XYZ
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE
ANALYSIS***

SKRIPSI

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

Oleh:
Fajar Afriyanto
NIM. 2202441032

**PROGRAM STUDI
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

Skripsi ini kupersembahkan untuk sosok perempuan hebat yang senantiasa mendampingi setiap langkah penulis tanpa pernah mengeluh sedikit pun. Sosok yang selalu percaya akan pilihan yang penulis ambil, dan sosok yang menjadi teladan terbaik dalam kehidupan penulis.

Pepatah mengatakan, “Tuntutlah ilmu sampai ke negeri China”.

Berkat doa dan dukungan sosok Perempuan hebat di belakang penulis, maka penulis dapat mewujudkan pepatah tersebut sebagai bagian dari perjalanan akademiknya.

Terima kasih Titik Kurnia Sukanti, dari anak yang kau lahirkan 22 tahun lalu. Semoga suatu saat aku menjadi alasan terbesar dibalik senyummu, sebagaimana engkau selalu menjadi alasan terbesar di balik setiap langkahku.

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ANALISIS PENYEBAB *ENGINE BLOW BY* PADA UNIT MOTOR
GRADER CLG4260D DI PT. XYZ MENGGUNAKAN METODE
*ROOT CAUSE ANALYSIS***

Oleh:

Fajar Afriyanto

NIM. 2202441032

Program Studi Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Skripsi ini telah di setujui oleh pembimbing

Pembimbing 1



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

NIP. 197602252000121002

Pembimbing 2



Idrus Assagaf, S. ST., M. T.

NIP. 196811042000121001

Kepala Program Studi



Muhammad Todaro, S. T., M.Tr. T.

NIP. 199105012024061003

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

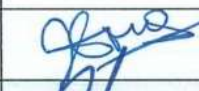
ANALISIS PENYEBAB *ENGINE BLOW BY* PADA UNIT *MOTOR GRADER CLG4260D* DI PT. XYZ MENGGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS*

Oleh:

Fajar Afriyanto
NIM. 2202441032

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Sarjana Terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 31 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat Jurusan Teknik Mesin

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Idrus Assagaf S.ST., M.T. NIP. 196811042000121001	Ketua		04/08/26
2	Muhammad Todaro, S.T., M.Tr.T. NIP. 199105012024061003	Anggota		09/08/26
3	Dedi Junaedi, S.S., M.Hum. NIP. 197205022008121003	Anggota		09/08/26

Depok, 04 Agustus 2026

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Afriyanto
NIM : 2202441032
Program Studi : 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 saya telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 31 Juli 2026



Fajar Afriyanto
NIM. 2202441032



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 BLOW BY* PADA UNIT *MOTOR GRADER CLG4260D* DI PT. XYZ MENGGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS*

Fajar Afriyanto¹⁾, Fuad Zainuri^{1)*}, Idrus Assagaf¹⁾

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

E-mail: fuad.zainuri@mesin.pnj.ac.id

ABSTRAK

Motor grader CLG4260D dengan nomor lambung GD-574 milik PT XYZ mengalami kegagalan berupa *engine blow by* pada tanggal 31 Mei 2026 di *hour meter* 6.775,4, hanya berselang 1.976,4 jam sejak penggantian *engine* baru sebelumnya, jauh lebih singkat dibandingkan umur pakai *engine* pada umumnya. Penanganan kegagalan yang dilakukan selama ini masih bersifat reaktif, yaitu terbatas pada penggantian komponen berdasarkan temuan *Technical service report* tanpa penelusuran akar penyebab secara sistematis, sehingga penyebab yang bersifat sistemik berisiko belum teridentifikasi dan berpotensi terulang kembali. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab, menganalisis akar penyebab (*root cause*), serta merumuskan rekomendasi perbaikan atas kegagalan *engine blow by* tersebut menggunakan metode *Root cause analysis* (RCA) melalui pendekatan *Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis*. Data penelitian diperoleh dari *Technical service report*, hasil wawancara dengan pihak *technical support* PT XYZ, serta manual servis unit dan *engine*. Hasil analisis *Fishbone Diagram* mengidentifikasi empat kategori faktor penyebab, yaitu *Machine*, *Method*, *Material*, dan *Man*, dengan kerusakan komponen ruang bakar dan *misalignment piston cooling jet* silinder No.5 sebagai faktor paling dominan. Penelusuran lebih lanjut melalui *5 Why Analysis* menunjukkan bahwa akar penyebab utama kegagalan adalah tidak adanya prosedur *quality control* pasca-overhaul yang mencakup verifikasi posisi dan fungsi *piston cooling jet*, sehingga kesalahan pemasangan tidak terdeteksi sebelum *engine* dioperasikan kembali dan memicu *overheating*, kerusakan piston, hingga *engine blow by*. Penelitian ini merekomendasikan penguatan *checklist quality control* pasca-overhaul serta penerapan *Scheduled Oil Sampling* (SOS) sebagai langkah deteksi dini guna mencegah terulangnya kegagalan serupa.

Kata kunci: *Engine Blow by*, *Motor grader*, *Root cause analysis*, *Fishbone Diagram*, *5 Why Analysis*, *Piston Cooling jet*



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 THE CAUSES OF ENGINE BLOW BY IN THE CLG4260D MOTOR GRADER AT PT. XYZ USING THE ROOT CAUSE ANALYSIS METHOD

Fajar Afriyanto¹⁾, Fuad Zainuri^{1)*}, Idrus Assagaf¹⁾

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

E-mail: fuad.zainuri@mesin.pnj.ac.id

ABSTRACT

The Motor grader CLG4260D with hull number GD-574, owned by PT XYZ, experienced an engine blow-by failure on May 31, 2026, at an hour meter reading of 6,775.4, only 1,976.4 hours after the previous engine replacement considerably shorter than the expected engine service life. Failure handling to date has been reactive, limited to component replacement based on Technical service report findings without a systematic root cause investigation, leaving potentially systemic causes unidentified and at risk of recurring. This study aims to identify the contributing factors, analyze the root cause, and formulate corrective recommendations for the engine blow-by failure using the Root cause analysis (RCA) method through a Fishbone Diagram and 5 Why Analysis approach. Research data were obtained from the Technical service report, interviews with PT XYZ's technical support team, and unit and engine service manuals. The Fishbone Diagram analysis identified four categories of contributing factors Machine, Method, Material, and Man with combustion-chamber component damage and misalignment of the No.5 cylinder piston cooling jet as the most dominant factors. Further investigation using 5 Why Analysis revealed that the root cause of the failure was the absence of a post-overhaul quality control procedure covering verification of the piston cooling jet's position and function, allowing an installation error to go undetected before the engine was returned to operation, which triggered overheating, piston damage, and ultimately engine blow-by. This study recommends strengthening the post-overhaul quality control checklist and implementing Scheduled Oil Sampling (SOS) as an early detection measure to prevent similar failures from recurring.

Keywords: Engine Blow by, Motor grader, Root cause analysis, Fishbone Diagram, 5 Why Analysis, Piston Cooling jet



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

KATA PENGANTAR

Dengan segala kerendahan hati, penulis panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya, sehingga skripsi ini yang berjudul “Analisis Penyebab *Engine Blow by* Pada Unit *Motor grader* CLG4260D di PT. XYZ Menggunakan Metode *Root cause analysis*” dapat terselesaikan dengan segala keterbatasan, namun penuh ketulusan dan upaya terbaik dari penulis. Skripsi ini bukan sekadar tugas akhir, melainkan sebuah perjalanan panjang yang mengajarkan arti ketekunan, kesabaran, serta keyakinan akan proses. Di balik setiap lembar tulisan ini tersimpan rasa lelah yang dipelajari, tantangan yang dihadapi, dan doa yang tak pernah putus dipanjatkan. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Untuk Ibu, Ayah, dan Kakak penulis yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat berjalan sejauh ini.
2. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan kepada penulis dalam melakukan penelitian ini.
3. Bapak Idrus Assagaf, S.ST., M.T selaku dosen pembimbing kedua yang selalu sabar dan tenang dalam membimbing penulis untuk melakukan penelitian ini.
4. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin yang selalu memberikan ilmu, nilai, dan semangat selama penulis menjadi mahasiswa dan akan penulis tanamkan selama hidup.
5. Pihak perusahaan yang terlibat dalam penelitian ini yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk belajar dan meneliti kasus nyata di lapangan.
6. Teman penulis dengan NIM. 2202441012, 2202441015, 220244016, 2202441019, 2202441023, 2202441028, dan 2202441042, dan 2202441047 yang selalu memberikan teguran ketika penulis tidak berprogress dan rangkulan hangat agar penulis percaya bahwa penulis dapat lulus bersama kalian. Tanpa peran kalian penulis yakin penulis masih tidak memiliki arah.



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

7. Kepada srikandi TRPAB 2022 yang sudah menjadi tempat keluh kesah penulis selama masa perkuliahan dan menjadi tempat penulis untuk bersandar.
8. Teman seperjuangan TRPAB 2022 yang selalu memberikan dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan. Terima kasih sudah kebersamaan penulis selama 4 tahun.
9. Teman-teman *Scholarship* LiuGong *Batch 3* dan *Internship* LiuGong 2026 yang selalu menjadi teman diskusi dan teman canda tawa saat penulis sedang melalui fase semester akhir.
10. Anggota isi grup *WhatsApp* “*safe place*”, “*males pcin satu² terus*”, dan “*menuju dufan*” yang menemani penulis menjalani masa kuliah meskipun kita tidak berada di dalam 1 almamater yang sama tetapi kehadiran kalian sangat berharga bagi penulis.
11. Terakhir, tidak lupa ucapan terima kasih untuk diri sendiri. Sosok yang sangat tidak percaya diri bahwa dia akan menjalani dan bisa melewati masa perkuliahan sebagai mahasiswa teknik. Sosok yang berhasil bangkit dari trauma masa lalu, sosok yang terus ingin belajar, dan sosok yang selalu bisa mengulurkan tangan kepada orang lain. Mari kita bekerja sama untuk menghadapi realita kehidupan setelah masa perkuliahan selesai.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Namun penulis berharap, karya ini dapat memberikan manfaat walaupun kecil bagi pengembangan ilmu teknik mesin. Semoga skripsi ini menjadi langkah awal untuk terus belajar dan berkontribusi bagi ilmu pengetahuan, industri, dan masyarakat.

Depok, 31 Juli 2026

Fajar Afriyanto
NIM. 2202441032



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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Pertanyaan Penelitian	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	6
1.6. Manfaat Penelitian	7
1.7. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Landasan Teori	9
2.1.1. <i>Motor grader</i>	9
2.1.2. <i>Diesel engine</i>	10
2.1.3. <i>Engine Blow by</i>	12
2.1.4. <i>Lubricating System</i>	14
2.1.5. <i>Maintenance</i>	17
2.1.6. <i>Root cause analysis</i>	18
2.2. Kajian Literatur	20
2.3. Kerangka Pemikiran.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32



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

3.1.	Jenis dan Metode Penelitian.....	32
3.1.1.	Jenis Penelitian.....	32
3.1.2.	Metode Penelitian.....	33
3.2.	Objek dan Lokasi Penelitian	33
3.2.1.	Objek Penelitian	33
3.2.2.	Lokasi Penelitian.....	34
3.3.	Waktu Penelitian	34
3.4.	Jenis dan Sumber Data Penelitian	35
3.4.1.	Jenis Data Penelitian	35
3.4.2.	Sumber Data Penelitian.....	36
3.5.	Metode Pengumpulan Data Penelitian	37
3.5.1.	Studi Dokumentasi	37
3.5.2.	Wawancara	38
3.5.3.	Studi Literatur	38
3.6.	Metode Analisis Data	39
3.6.1.	Identifikasi Masalah	39
3.6.2.	Pengumpulan Data Penelitian	39
3.6.3.	Verifikasi Data Penelitian.....	40
3.6.4.	Identifikasi Faktor Penyebab (<i>Fishbone Diagram</i>).....	40
3.6.5.	Penelusuran Akar Penyebab (<i>5 Why Analysis</i>).....	40
3.6.6.	Penetapan Akar Penyebab	41
3.7.	Diagram Alir Penelitian.....	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		44
4.1.	Hasil Penelitian	44
4.1.1.	Gambaran Umum Objek Penelitian	44
4.1.2.	Deskripsi Data Hasil Penelitian	46
4.1.3.	Verifikasi Data Hasil Penelitian	52
4.1.3.1.	Verifikasi Kondisi Injector	52
4.1.3.2.	Verifikasi Kondisi Piston No. 2.....	54
4.1.3.3.	Verifikasi Kondisi Piston No. 5.....	55
4.1.3.4.	Verifikasi Kondisi Crankshaft, Main Bearing, dan Connecting Rod Bearing	56
4.1.3.5.	Verifikasi Posisi Piston <i>Cooling jet</i> No. 5.....	58



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

4.1.4.	Diagram Pareto Penelitian.....	62
4.2.	Pembahasan Hasil Penelitian	65
4.2.1.	Analisis Faktor Penyebab (Fishbone Diagram)	65
4.2.1.1.	Faktor Manusia (<i>Man</i>).....	66
4.2.1.2.	Faktor Mesin (<i>Machine</i>).....	67
4.2.1.3.	Faktor Metode (<i>Method</i>)	69
4.2.1.4.	Faktor Material (<i>Material</i>).....	70
4.2.2.	Penelusuran Akar Penyebab (5 Why Analysis).....	71
4.2.3.	Hubungan Diagram Pareto dengan Akar Penyebab	73
4.2.4.	Penetapan Akar Penyebab <i>Engine Blow by</i>	74
4.2.5.	Pembahasan.....	76
BAB V	PENUTUP.....	78
5.1.	Simpulan	78
5.2.	Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN		85

**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 GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Motor grader</i> CLG4260D	9
Gambar 2.2 <i>Diesel engine</i>	10
Gambar 2.3 Langkah Hisap <i>Diesel engine</i>	10
Gambar 2.4 Langkah Kompresi <i>Diesel engine</i>	11
Gambar 2.5 Langkah Tenaga <i>Diesel engine</i>	11
Gambar 2.6 Langkah Pembuangan <i>Diesel engine</i>	12
Gambar 2.7 Ilustrasi <i>Engine Blow by</i>	13
Gambar 2.8 Lubricating System <i>Diesel engine</i>	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1 <i>Motor grader</i> CLG4260D	44
Gambar 4.2 Serial Number <i>Motor grader</i> CLG4260D	45
Gambar 4.3 Hour Meter Pada Saat Breakdown	45
Gambar 4.4 Tekanan Berlebih di <i>Crankcase Breather</i>	47
Gambar 4.5 White Smoke Tebal Pada Muffler	48
Gambar 4.6 Tekanan Kompresi Pada Oil <i>Engine</i> Inlet Port	49
Gambar 4.7 Kondisi Injector	53
Gambar 4.8 Kondisi Piston Crown No. 2	54
Gambar 4.9 Kondisi Piston No. 2	55
Gambar 4.10 Kondisi Piston Crown No. 5	55
Gambar 4.11 Kondisi Piston No. 5	56
Gambar 4.12 Kondisi Crankshaft	57
Gambar 4.13 Kondisi Main Bearing	57
Gambar 4.14 Kondisi Connecting Rod Bearing	58
Gambar 4.15 Posisi Piston <i>Cooling jet</i> No. 5	59
Gambar 4.16 Posisi Piston <i>Cooling jet</i> No. 4	59
Gambar 4.17 Perbandingan Piston <i>Cooling jet</i> No 5 dan No 4	61
Gambar 4. 18 Diagram Pareto	65
Gambar 4.19 Fishbone Diagram	66
Gambar 4.20 Faktor Manusia	66
Gambar 4.21 Faktor Machine	68
Gambar 4.22 Faktor Method	69



© 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

Gambar 4.23 Faktor Material..... 70





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 4.1 Spesifikasi <i>Motor grader CLG4260D</i>	46
Tabel 4.2 Hasil Inspeksi Komponen <i>Engine</i>	50
Tabel 4.3 Studi Literatur Penyebab <i>Engine Blow by</i>	63
Tabel 4.4 Komponen Penyebab <i>Engine Blow by</i>	64
Tabel 4.5 Faktor Man	67
Tabel 4.6 Faktor Machine	68
Tabel 4.7 Faktor Method	70
Tabel 4.8 Faktor Material	71
Tabel 4.9 5 Why Anaylisis	72

**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:	
Technical Service Report Service Order Motor grader CLG4260D	85
Lampiran 2:	
Foto Service Order Engine Blow by Motor grader CLG4260D	87
Lampiran 3:	
Service Order Install New Engine Motor grader CLG4260D	94
Lampiran 4: Data Wawancara Technical Support	104
Lampiran 5: Daftar Riwayat Hidup	109





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

PT XYZ merupakan Perusahaan kontraktor pertambangan batu bara yang berada di daerah Asam Asam, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan. Dalam operasionalnya PT XYZ menggunakan berbagai macam alat berat untuk mendukung kegiatan operasional yang meliputi dari penggalian, pemindahan material, dan pekerjaan tanah. Pada PT XYZ unit alat berat *motor grader* digunakan sebagai perataan jalan hauling untuk menunjang infrastruktur area kerja. *Motor grader* merupakan alat berat yang dilengkapi dengan *blade* yang terletak di bagian bawah untuk meratakan permukaan tanah, menghilangkan gundukan tanah, dan membuat saluran atau drainase [1]. *Motor grader* berfungsi untuk meratakan dan memelihara kondisi jalan tambang (*hauling road*) agar operasional pengangkutan material dapat berjalan dengan efisien dan aman. Kondisi jalan yang baik sangat mempengaruhi kecepatan dan keselamatan unit-unit produksi lain yang beroperasi di area tambang, sehingga performa *motor grader* secara langsung berdampak pada kelancaran seluruh rantai produksi.

Di antara berbagai komponen yang menyusun sebuah unit alat berat, *engine* merupakan komponen yang paling krusial karena berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak utama. Berbeda dengan komponen lain yang kerusakannya dapat menyebabkan penurunan performa secara bertahap, kerusakan pada *engine* umumnya mengakibatkan unit mengalami *breakdown* total sehingga tidak dapat dioperasikan sama sekali. Kondisi ini menjadikan keandalan *engine* sebagai faktor penentu utama dalam menjaga tingkat *availability* unit di lapangan [2].

Pada operasional pada pertambangan tersebut, *motor grader* sangat mungkin mengalami berbagai masalah akibat intensitas kerja yang tinggi, salah satu masalah yang mungkin muncul adalah tekanan *blow by* yang tinggi.



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

Masalah tekanan *blow by* tinggi yang terjadi pada alat berat, terutama pada alat berat, merupakan isu yang cukup serius untuk segera diatasi. *Engine blow by* merupakan fenomena di mana gas hasil pembakaran mengalami kebocoran melalui *ring piston* dan memasuki *crankcase*, biasanya disebabkan oleh keausan pada *ring piston*, *cylinder liner*, atau adanya kerusakan pada *cylinder head*. Komponen-komponen itu secara perlahan kehilangan kemampuan untuk menutup dinding silinder dengan baik akibat gesekan yang tinggi dan tekanan termal yang ekstrem, situasi yang bisa semakin parah oleh kontaminasi oli pelumas dari bahan bakar, cairan pendingin, atau partikel abrasif [3]. Akibatnya, dampak yang ditimbulkan jika *motor grader* mengalami jenis kegagalan *blow by* adalah kehilangan tenaga, sehingga *motor grader* tidak dapat digunakan [4].

Terdapat beberapa penelitian yang sudah dilakukan untuk kasus *engine blow by* pada berbagai jenis unit alat berat. Kasus *engine blow by* pada unit *Dump Truck* Komatsu HD 785-7 yang dilakukan oleh Indra Gunawan, dkk disebabkan oleh penyumbatan kontaminan pada area *cooling nozzle* yang menyebabkan sistem pelumasan dan pendinginan di dalam ruang bakar menjadi tidak optimal dan tindakan perbaikan yang dilakukan adalah melakukan komponen yang mengalami kerusakan [3]. Sedangkan kasus *engine blow by* juga terjadi pada unit *Excavator* Doosan DX300LCA yang diteliti oleh Abdul Maajid Al Banna dan Adhitya Ryan Ramadhani disebabkan oleh kegagalan sistem kompresi udara di dalam ruang bakar yang diakari dari pengoperasian unit yang kurang tepat serta kebocoran pada jalur bahan bakar dan sistem pendingin. Hal ini menyebabkan kontaminasi pada *oil engine* dan korosi pada komponen *engine*. Tindakan yang dilakukan adalah memfokuskan *preventive maintenance* pada komponen *fuel system* di *engine* dan pengecekan komponen *oil engine* [4]. Kasus *Engine Blow by* juga terjadi pada unit *Crawler Dozer* D85ESS-2A yang diteliti oleh Damar Jati Sribantolo dan Bambang Suharnadi disebabkan oleh masuknya kontaminan berupa debu ke dalam ruang bakar akibat kerusakan pada sirip-sirip elemen pembersih udara yang menyebabkan gesekan abnormal serta keausan abrasif pada komponen *engine*. Tindakan yang



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

dilakukan adalah melakukan perbaikan menyeluruh pada komponen sistem udara dan komponen *engine* lainnya [5].

Permasalahan yang akan diteliti oleh penulis yaitu ditemukan pada unit *motor grader* CLG4260D dengan nomor lambung GD-574 milik PT XYZ yang beroperasi di site Asam-asam, Kalimantan Selatan. Berdasarkan *Technical service report* yang ada, unit tersebut mengalami kegagalan berupa *engine blow by* pada tanggal 31 Mei 2026 dengan hour meter 6.775,4 jam. Hal yang menjadi perhatian pada penelitian ini adalah *engine* pada unit ini merupakan *engine* pengganti yang baru dipasang pada tanggal 7 Desember 2025 dengan hour meter 4.799 jam, sehingga umur pakai *engine* sejak penggantian hingga terjadinya kegagalan hanya berkisar 1.976,4 jam operasi. Kegagalan *engine* dalam rentang waktu pemakaian yang relatif singkat ini menimbulkan kerugian yang tidak sedikit bagi perusahaan, baik dari sisi biaya penggantian komponen maupun *engine* baru, waktu *downtime* unit selama proses perbaikan, hingga potensi terganggunya aktivitas produksi akibat berkurangnya ketersediaan unit *motor grader* di lapangan.

Berdasarkan ketiga penelitian terdahulu tersebut, terlihat bahwa penyebab *engine blow by* sangat bervariasi tergantung pada jenis unit, kondisi operasional, dan karakteristik lingkungan kerja masing-masing alat berat. Ketiga penelitian tersebut juga sama-sama berfokus pada identifikasi penyebab teknis kerusakan komponen, tetapi belum menelusuri lebih jauh mengapa penyebab tersebut dapat terjadi hingga ke akar permasalahan yang bersifat sistemik, seperti pada aspek prosedur kerja atau proses *quality control* pasca perbaikan. Selain itu, penelitian mengenai kasus *engine blow by* pada unit *motor grader*, khususnya tipe CLG4260D yang belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga terdapat kesenjangan penelitian baik dari sisi objek penelitian maupun kedalaman analisis penyebab kegagalan yang perlu diisi melalui penelitian ini.

Pentingnya penelitian ini dilakukan tidak hanya untuk menjawab kesenjangan tersebut, tetapi juga karena kasus yang terjadi pada unit GD-574



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

menunjukkan indikasi permasalahan yang cukup serius, yaitu kegagalan *engine* hanya dalam kurun waktu 1.976,4 jam operasi sejak penggantian *engine*. Apabila akar penyebab kegagalan ini tidak diidentifikasi secara mendalam, terdapat risiko permasalahan serupa akan terulang kembali pada unit yang sama maupun unit dengan *engine* yang sama. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan analisis yang lebih sistematis melalui metode *Root cause analysis* (RCA), sehingga penyebab kegagalan dapat ditelusuri hingga ke akar permasalahannya dan rekomendasi perbaikan yang dihasilkan bersifat korektif sekaligus preventif, tidak sekadar reaktif terhadap kerusakan yang tampak di permukaan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis penyebab terjadinya *engine blow by* pada unit *motor grader* CLG4260D di PT XYZ dengan menggunakan metode *Root cause analysis*, guna mengidentifikasi akar penyebab kegagalan pada unit tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah disebutkan maka pertanyaan pada penelitian ini yaitu:

1. Unit *motor grader* CLG4260D dengan nomor lambung GD-574 milik PT XYZ mengalami kegagalan berupa *engine blow by* pada dengan durasi pemakaian *engine* 1.976,4 jam, jauh lebih singkat dibandingkan umur pakai *engine* pada umumnya.
2. Penanganan kegagalan *engine* yang dilakukan selama ini masih bersifat reaktif, yaitu terbatas pada penggantian komponen sesuai temuan *Technical service report*, tanpa disertai penelusuran akar penyebab kegagalan secara sistematis, sehingga penyebab kegagalan yang bersifat sistemik berpotensi belum teridentifikasi dan berisiko terulang kembali.
3. Penelitian mengenai kasus *engine blow by* pada unit *motor grader*, khususnya tipe CLG4260D, dengan pendekatan *Root cause analysis* belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga terdapat kesenjangan penelitian yang perlu dilengkapi.



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

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah penelitian yang telah disebutkan maka pertanyaan pada penelitian ini yaitu:

1. Apa saja faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *engine blow by* pada unit *motor grader* CLG4260D (GD-574) di PT XYZ berdasarkan data *Technical service report* dan hasil wawancara dengan pihak *technical support*?
2. Apa akar penyebab (root cause) dari kegagalan *engine blow by* tersebut apabila ditelusuri menggunakan metode *Root cause analysis*?
3. Apa rekomendasi perbaikan yang tepat untuk mengatasi akar penyebab kegagalan tersebut guna mencegah terulangnya kasus serupa di masa mendatang?

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan penelitian yang telah disebutkan maka tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *Engine blow by* pada unit *motor grader* CLG4260D (GD-574) di PT XYZ berdasarkan data *Technical service report* dan hasil wawancara dengan pihak *technical support*.
2. Menganalisis akar penyebab (root cause) dari kegagalan *Engine blow by* tersebut menggunakan metode *Root cause analysis*.
3. Merumuskan rekomendasi perbaikan yang tepat untuk mengatasi akar penyebab kegagalan tersebut guna mencegah terulangnya kasus serupa di masa mendatang.



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. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang ada, maka batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini terbatas pada kasus kegagalan *engine blow by* yang terjadi pada satu unit *motor grader* CLG4260D dengan nomor lambung GD-574 milik PT XYZ, sehingga hasil analisis dan rekomendasi yang dihasilkan tidak dimaksudkan untuk digeneralisasikan pada unit CLG4260D lain maupun jenis alat berat lainnya.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada *Technical service report* (TSR) unit GD-574 sebagai data sekunder, serta hasil wawancara dengan pihak *technical support* PT XYZ sebagai data primer, tanpa melibatkan pengujian laboratorium tambahan (seperti analisis oli, metalurgi, atau pengukuran tekanan *blow by* secara langsung).
3. Penelitian ini terbatas pada data hasil inspeksi visual TSR tanpa didukung data pengukuran parameter operasional (tekanan, suhu oli) karena keterbatasan ketersediaan data pemantauan pada unit *motor grader* CLG4260D.
4. Analisis akar penyebab kegagalan dilakukan dengan menggunakan metode *Root cause analysis* melalui pendekatan *fishbone* diagram dan *5 why analysis*, tanpa membandingkan dengan metode analisis kegagalan lain seperti *Fault Tree Analysis* (FTA) atau *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
5. Penelitian ini difokuskan pada penelusuran penyebab kegagalan *engine blow by* yang terjadi pada tanggal 31 Mei 2026, dan tidak mencakup evaluasi menyeluruh terhadap seluruh riwayat perawatan atau kegagalan komponen lain pada unit tersebut di luar konteks kejadian tersebut.
6. Rekomendasi perbaikan yang dihasilkan bersifat masukan teknis dan manajerial bagi PT XYZ, dan tidak mencakup kajian kelayakan biaya (*cost-benefit analysis*) secara rinci atas implementasi rekomendasi 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

1.6. Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat pada penelitian yang akan dilakukan, manfaat tersebut antara lain:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat melengkapi keilmuan di bidang pemeliharaan alat berat, khususnya dalam penerapan metode *Root cause analysis* untuk menganalisis kasus *engine blow by* pada unit *motor grader*, serta dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang membahas topik sejenis, mengingat kasus ini belum pernah diteliti sebelumnya pada unit CLG4260D.

2. Manfaat Praktis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan dalam mengidentifikasi akar penyebab kegagalan *engine blow by* secara lebih mendalam, sehingga perusahaan dapat menyusun tindakan perbaikan dan pencegahan yang lebih tepat sasaran, guna menekan biaya perawatan, mengurangi waktu *downtime*, dan meningkatkan ketersediaan (*availability*) unit *motor grader* di lapangan.

1.7. Sistematika Penulisan

Dalam membuat skripsi ini, penulis mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan

Bab ini menguraikan latar belakang permasalahan yang mendasari dilakukannya penelitian, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

2. BAB II Landasan Teori

Bab ini menguraikan landasan teori yang menjadi dasar dalam penelitian, meliputi teori mengenai *motor grader*, keandalan *engine*, *engine*



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

blow by, sistem pelumasan (*lubricating system*), *maintenance*, serta metode *Root cause analysis* melalui pendekatan Fishbone Diagram dan 5 Why Analysis. Selain itu, bab ini juga memuat kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian, serta kerangka pemikiran yang mendasari alur penelitian ini.

3. BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan jenis dan metode penelitian yang digunakan, objek dan lokasi penelitian, waktu penelitian, jenis dan sumber data penelitian, metode pengumpulan data, serta metode analisis data yang meliputi tahapan identifikasi masalah, pengumpulan data, verifikasi data, identifikasi faktor penyebab melalui Fishbone Diagram, hingga penelusuran akar penyebab melalui 5 Why Analysis.

4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini menyajikan hasil penelitian yang meliputi gambaran umum objek penelitian, deskripsi data hasil penelitian, serta verifikasi temuan terhadap spesifikasi standar. Selanjutnya, bab ini menguraikan pembahasan hasil penelitian yang mencakup analisis faktor penyebab menggunakan Fishbone Diagram, penelusuran akar penyebab menggunakan 5 Why Analysis, penetapan akar penyebab *engine blow by*, serta pembahasan yang mengaitkan temuan penelitian dengan landasan teori dan penelitian terdahulu.

5. BAB V Penutup

Bab ini berisi simpulan yang menjawab pertanyaan penelitian berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, serta saran yang ditujukan bagi perusahaan dan bagi penelitian selanjutnya.



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 PENUTUP

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis penyebab *engine blow by* pada unit *motor grader* CLG4260D di PT. XYZ menggunakan metode *root cause analysis*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data *Technical service report* dan hasil wawancara dengan pihak *technical support* PT XYZ, faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya *engine blow by* pada unit *Motor grader* CLG4260D teridentifikasi melalui empat kategori pada *Fishbone Diagram*, yaitu *Machine* (kerusakan pada piston No.2 dan No.5, *cylinder liner*, *crankshaft*, *main bearing*, *conrod bearing*, serta *misalignment piston cooling jet* pada silinder No.5), *Method* (pelaksanaan *quality control* pasca-overhaul yang belum mencakup verifikasi posisi dan fungsi *piston cooling jet*), *Material* (kontaminasi endapan karbon pada *injector*), dan *Man* (indikasi pengabaian *daily check* dan pengoperasian yang tidak sesuai SOP), di mana kerusakan pada komponen ruang bakar dan *misalignment piston cooling jet* merupakan faktor yang paling dominan berkontribusi terhadap terjadinya kegagalan. Dominasi tersebut turut diperkuat melalui hasil pengelompokan berbasis diagram Pareto terhadap tiga belas penelitian terdahulu, yang menunjukkan bahwa komponen piston meliputi *ring piston*, badan piston, *piston cooling jet*, dan kontaminasi sistem berkontribusi sebesar 84,6% dari keseluruhan kasus *engine blow by* yang dikaji, jauh melampaui komponen lain seperti *cylinder liner*, *crankshaft*, maupun *gasket/seal* eksternal yang masing-masing hanya berkontribusi sebesar 7,7%, sehingga konsistensi antara temuan penelitian ini dengan pola dominan pada studi Pareto tersebut memperkuat validitas kesimpulan bahwa kerentanan pada sistem piston, khususnya pada komponen pendinginannya, bukan merupakan kejadian yang bersifat insidental pada unit GD-574 semata, melainkan pola



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

- kegagalan yang secara konsisten teramati pada berbagai kasus *engine blow by* di lingkup alat berat secara umum.
2. Akar penyebab (*root cause*) dari kegagalan *engine blow by* pada unit *Motor grader* CLG4260D setelah ditelusuri melalui *5 Why Analysis*, adalah tidak adanya prosedur *quality control* pasca *overhaul* yang mencakup verifikasi posisi dan fungsi *piston cooling jet*. Ketiadaan prosedur tersebut menyebabkan kesalahan pemasangan (*misalignment*) *piston cooling jet* pada silinder No.5 yang tidak sesuai dengan standar pemasangan sebelum *engine* dioperasikan kembali, sehingga pendinginan piston tidak berlangsung optimal sehingga memicu *overheating*, kerusakan piston, dan pada akhirnya kebocoran gas pembakaran ke *crankcase* yang bermanifestasi sebagai *engine blow by*.
 3. Rekomendasi perbaikan yang tepat untuk mengatasi akar penyebab kegagalan tersebut guna mencegah terulangnya kasus serupa di masa mendatang adalah dengan memperkuat prosedur *quality control* pasca *overhaul* melalui penambahan *checklist* verifikasi posisi dan kesejajaran (*alignment*) *piston cooling jet* secara spesifik sebelum *engine* beroperasi kembali, serta menerapkan program pemantauan kondisi berkala seperti *Scheduled Oil Sampling* (SOS) sebagai langkah deteksi dini terhadap indikasi gangguan sistem pelumasan dan pendinginan komponen internal *engine*.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang telah diperoleh, beberapa saran praktis dan teoritis dapat diberikan agar tidak terjadi lagi kerusakan *engine blow by* baik pada unit *motor grader* CLG4260D atau pada unit alat berat lainnya. Saran dari hasil dan Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut:



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. Saran Praktis Bagi PT. XYZ

- a. Menyusun dan menerapkan checklist quality control pasca *overhaul* yang secara spesifik mencakup verifikasi posisi dan kesejajaran (alignment) piston *cooling jet* pada setiap silinder, sebelum *engine* dinyatakan siap untuk dioperasikan kembali, guna mencegah kesalahan pemasangan serupa terulang pada unit lain.
- b. Menerapkan program pemantauan kondisi secara berkala seperti Scheduled Oil Sampling (SOS) atau Program Analisis Pelumasan (PAP) sebagai langkah deteksi dini terhadap indikasi gangguan sistem pelumasan dan pendinginan komponen internal *engine*, sehingga potensi kegagalan dapat diidentifikasi sebelum berkembang menjadi kerusakan besar yang memerlukan penggantian *engine* secara full assembly.
- c. Melakukan evaluasi dan penguatan kompetensi teknisi terkait prosedur instalasi komponen presisi seperti piston *cooling jet*, termasuk penyediaan alat bantu (jig/fixture) khusus apabila diperlukan untuk memastikan akurasi pemasangan.
- d. Menerapkan pendekatan *Root cause analysis* secara rutin pada setiap kejadian kegagalan komponen kritis lainnya, tidak hanya terbatas pada penggantian komponen berdasarkan temuan *Technical service report* semata, agar penyebab kegagalan yang bersifat sistemik dapat diidentifikasi dan dicegah sejak awal.

2. Saran Teoritis Bagi Penelitian Selanjutnya

- a. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melengkapi analisis dengan data pengukuran operasional secara kuantitatif, seperti data tekanan (*pressure*) dan suhu oli *engine* (*oil temperature*), yang tidak tersedia pada penelitian ini, guna memperkuat validitas verifikasi temuan terhadap standar pabrikan.
- b. Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan analisis dengan membandingkan metode *Root cause analysis* (*Fishbone Diagram* dan *5 Why Analysis*) dengan metode analisis kegagalan lain, seperti *Fault*



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

Tree Analysis (FTA) atau *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yang ditunjang dengan data analisis laboratorium (SOS, *Blow by pressure*, dan fluida lain) untuk memperoleh sudut pandang analisis yang lebih komprehensif.

- c. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan lebih dari satu unit *Motor grader* CLG4260D atau unit sejenis, agar hasil analisis dan rekomendasi yang dihasilkan memiliki tingkat generalisasi yang lebih luas, mengingat penelitian ini terbatas pada satu unit dengan satu kasus kegagalan.
- d. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan kajian kelayakan biaya (*cost benefit analysis*) secara rinci atas implementasi rekomendasi perbaikan yang dihasilkan, sebagai pertimbangan tambahan bagi perusahaan dalam pengambilan keputusan.

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

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. F. Ilham, "Beberapa Jenis dan Fungsi Alat Berat Dalam Dunia Pertambangan," Feb. 2025. Accessed: Jul. 19, 2026. [Online]. Available: <https://ejurnal.unikarta.ac.id/index.php/nrem/article/view/1819>
- [2] Irhami, "Analisis Strategi Manajemen Perawatan Alat Berat dalam Menekan Downtime dan Meningkatkan Efisiensi Operasional pada Departemen PER Plant PT Karunia Armada Indonesia Irhami," *Jurnal Penelitian Nusantara*, vol. 2, pp. 382–399, Apr. 2026, doi: 10.59435/menulis.v2i4.1111.
- [3] I. Gunawan, H. Purwono, and R. F. Armas, "Analysis of High Blow-By Pressure Issues in the Komatsu HD 785-7 Dump Truck," Jakarta, Jul. 2025. Accessed: Jul. 20, 2026. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/icecream/article/view/27845>
- [4] A. M. Al Banna and A. R. Ramadhani, "High Blow-By Pressure Failure Quantification of Doosan Excavator DX300LCA Using Bayesian Network," *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 5, no. 3, pp. 593–606, Nov. 2023, doi: 10.46574/motivection.v5i3.282.
- [5] D. J. Sribantolo and B. Suharnadi, "Analisis Kerusakan Engine High Blow-By Pressure Pada Mesin SA6D125E-2 Unit Bulldozer D85ESS-2A," *Jurnal Material Teknologi Proses: Warta Kemajuan Bidang Material Teknik Teknologi Proses*, vol. 2, no. 2, p. 17, Dec. 2021, doi: 10.22146/jmtp.69458.
- [6] Masdiana, Irlanto, M. Y. Raynonto, A. Isdyanto, and M. S. P. A. Rustam, *Perencanaan Produktivitas Alat Berat Bagi Pemula*, 1st ed., vol. 1. Makassar: CV. Tohar Media, 2023. Accessed: Jul. 27, 2026. [Online]. Available: [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=IJC8EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Motor+Grader+atau+biasa+disebut+grader+adalah+alat+berat+yang+memiliki+6+roda+ban+dengan+alat+kerja+berupa+pisau+lebar+\(blade\)+yang+berfungsi+utama+untuk&ots=pm44Z8JENM&sig=sPWx30F76KuJpo4Mk2tOFTfJoO4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=IJC8EAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Motor+Grader+atau+biasa+disebut+grader+adalah+alat+berat+yang+memiliki+6+roda+ban+dengan+alat+kerja+berupa+pisau+lebar+(blade)+yang+berfungsi+utama+untuk&ots=pm44Z8JENM&sig=sPWx30F76KuJpo4Mk2tOFTfJoO4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- [7] L. LiuGong Machinery Co, "Tentang LiuGong," <https://www.liugong.id/about-us/>.
- [8] S. Ramadhan *et al.*, "Analisis Penyebab Terjadinya Engine Abnormal Noise Pada Diesel engine MAN D2866 TE Menggunakan Metode Fishbone," 2025. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>



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] A. Syakuro, "Analisa Penyebab Terjadinya *Engine High Blow by* Pada *Engine Cummins NT855 G4*," *Repository PNJ*, Aug. 2022, Accessed: Jul. 30, 2026. [Online]. Available: <https://repository.pnj.ac.id/id/eprint/8885/>
- [10] CIMAC, *CIMAC Guideline: The Causes of Scuffing and Actions to Prevent Scuffing in Two Stroke Engines*, 1st ed. Frankfurt: CIMAC, 2023.
- [11] S. H. Al Hakiki and Dwisetiono, "Analisa Sistem Pelumas Menggunakan Metode FMEA Guna Mengetahui Kegagalan Sistem," *Zona Laut Jurnal Inovasi Sains Dan Teknologi Kelautan*, vol. 2 (3), pp. 99–105, Mar. 2021, doi: 10.62012/zt.v2i3.18594.
- [12] Moh. Rifqi Bagus Wahyudi, Sugeng Marsudi, and Rodlitul Awwalin, "Analisis Kegagalan Sistem Pelumasan Piston pada Diesel Generator Nomor 1 di Kapal MV. Hanglima," *Globe: Publikasi Ilmu Teknik, Teknologi Kebumihan, Ilmu Perkapalan*, vol. 4, no. 2, pp. 272–284, May 2026, doi: 10.61132/globe.v4i2.1460.
- [13] I. Nuswantoro, I. Made, and A. Anthara, "Analisis Identifikasi Kerusakan Pada Mesin Milling Dengan Metode FMECA Di CV. Grand Manufacturing Indonesia," *Inaque*, vol. 6 (2), Aug. 2018.
- [14] S. Holifahtus Sakdiyah, N. Eltivia, and A. Afandi, "Root cause analysis Using Fishbone Diagram: Company Management Decision Making," *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research*, vol. 1, no. 6, pp. 566–576, Aug. 2022, doi: 10.54408/jabter.v1i6.103.
- [15] A. M. Doggett, "Root cause analysis: A Framework for Tool Selection," 2005. [Online]. Available: www.asq.org
- [16] A. Kumah *et al.*, "Cause-and-Effect (Fishbone) Diagram: A Tool for Generating and Organizing Quality Improvement Ideas," *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, vol. 7, no. 2, pp. 85–87, May 2024, doi: 10.36401/JQSH-23-42.
- [17] M. Lenawati, D. Setiawan, and W. Rindra Kurniawan, "Menentukan Prioritas Audit Sistem dan Teknologi Informasi Berdasarkan *Root cause analysis* Menggunakan Pareto Chart dan Fishbone," *Fountain of Informatics Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 15–20, May 2023, doi: 10.21111/fij.v8i1.9440.
- [18] J. Hasil, P. Dan, K. Ilmiah, M. H. Aiman, and M. Nuruddin, "Analisis Kecacatan Produk Pada Mesin Pemotongan Dengan Menggunakan Metode FMEA di UD. Abdi Rakyat," 2023.
- [19] A. R. Efendi, "Literature Review: Trend dan Ragam Kompetensi Biologi Pada Penerapan Media Augmented Reality," Aug. 2024. Accessed: Jul. 29,



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

2026. [Online]. Available: <https://eprints.umm.ac.id/id/eprint/10633/3/BAB%20II.pdf>

- [20] I. Ramli, D. Hendra Cipta, H. Munir, A. Amin, P. Negeri Nunukan, and P. Negeri Samarinda, "Perbaikan Blow-By Gas *Engine* Bulldozer Cat D3K-2XL," vol. 10, no. 12, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v10i12.62749>.
- [21] P. Antony *et al.*, "Multiphase Flow Simulation of Blow-by and Fuel-in-Oil Dilution via the *Piston ring* Pack Using the CFD Level-Set Method," Aachen, Jun. 2024. doi: 10.48550/arXiv.2406.02702.
- [22] Y. A. Nuhgraha, "Analisa Kegagalan Pada *Engine* OHT 793 Caterpillar Menggunakan 8 Langkah Analisa Kegagalan," vol. 17, no. 2, p. 2023, 2023, doi: <https://doi.org/10.70428/tedc.v17i2.701>.
- [23] S. Sunaryo, D. A. Mutaqin, and L. Hakim, "Analisis Blow-by Tinggi Pada Traktor New Holland T7.150," *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 13, no. 2, Nov. 2024, doi: 10.24127/trb.v13i2.3392.
- [24] C. Delprete, E. Selmani, and A. Bisha, "Gas escape to *crankcase*: impact of system parameters on sealing behavior of a piston cylinder *ring* pack," *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, vol. 10, no. 2, pp. 207–220, Jun. 2019, doi: 10.1007/s40095-019-0296-x.
- [25] Nazha Ali Christy, "Analisis Kerusakan mesin 3516B Pada Truck 793C Berdasarkan Oli Menggunakan Data Keausan Uji Laboratorium Schedule Oil Sampling Dengan Metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA)," 2021. Accessed: Aug. 02, 2026. [Online]. Available: <https://repository.mercubuana.ac.id/72380/>
- [26] V. Rayshan *et al.*, "Analisa Penyebab terjadinya *engine* noise pada Caterpillar 3408E," 2025. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [27] N. D. Rizaldy and S. Johaness, "Analisa Perubahan Sifat Pelumas Terhadap Keausan Dan Performa *Engine* SAA12v140E-3 Komatsu HD785-7," *Jurnal Material Teknologi Proses: Warta Kemajuan Bidang Material Teknik Teknologi Proses*, vol. 2, no. 1, p. 6, Jun. 2021, doi: 10.22146/jmtp.66065.
- [28] Sugiyono, "Metode Penelitian Kualitatif," Alfabeta.



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

LAMPIRAN

Lampiran 1: *Technical Service Report Service Order Motor grader CLG4260D*

		Technical Service Report	
SVO No.	ID00002128822026000912SVO	TSR No.	0041/SVC-BJM/TSR-INSP/UNIT-LIG/VII/2026
DEALER INFORMATION		END USER INFORMATION	
Name	PT. Intraco Penta Wahana	Name	
Address	Jl. Gubernur Subarjo Subarjo KM.15 Lingkar Selatan Rt.03 Desa Malintang Baru,Kec Gambut,Kab.Banjari,Banjarmasin,Kalsel	Address	
Contact name		Contact name	
Contact Number		Contact Number	
Contact Email		Contact Email	
State	South Kalimantan	State	South Kalimantan
Country	Indonesia	Country	Indonesia
MACHINE INFORMATION			
Model	CLG4260D	Failure Date	31 May 2026
Serial Number	CLG4260DARL012298	Repair Start Date	2 Jun 2026
Machine local code	GD-574	Repair Finish Date	
Warranty Inception / Delivery Date	10 Jul 2024	Repair Finish Hour Meter	
Failure Hour Meter	6775.4	Function Group	Power System
Machine Status	Unit breakdown	Machine Application	Mining
Attachment	Standart	Failure Description	Broken in pieces / Fractured / Pull apart
Warranty claim type			
☐ Pre-Sales ☐ Standard Warranty ☐ Extended Warranty (.....) ☐ Non-Dealer Sale ☐ Campaign ☐ Goodwill ☐ Special Warranty			
FAILURE INFORMATION			
1. Symptom / Customer Concern	Engine Blow-by		
2. Problem / Failure	Engine Blow-by when unit is operated		
	Action Check machine condition Check level oil engine and coolant Check error code at display Check Engine : > Check Turbocharge > Check Intake & exhaust manifold > Check air cleaner > Check injector		Result Found Engine blow-by Ok No Error Ok Ok Ok Dirty carbon



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

3. Troubleshooting step / details inspection	Dismantling engine : > Check Cylinder head > Check liner & piston No.1 > Check liner & piston No.2 > Check liner & piston No.3 > Check liner & piston No.4 > Check liner & piston No.5 > Check liner & piston No.6 > Check Crankshaft > Check Main bearing > Check Conrod Bearing > Check cooling nozzle jet piston	Ok Ok Piston Crack @ head piston Ok Ok Piston Crack & broken Ok Scratch Scratch Scratch Found No 5 , Improper installation of the cooling nozzle or misaligned position
	take data foto & recommended part Hystorical Replace New Engine (Customer buy) Replace New Engine : tgl 07-12-2025 , HM : 4799 Problem Engine Blowby : tgl 31-05-2026 , HM : 6775,4 Duration lifetime : 1976,4	
4. Probable Cause	The cooling nozzle is designed so that the oil reaches the critical area under the piston (usually entering the cooling channels inside the piston). If the direction is off, the piston will not receive adequate cooling. As a result, the piston temperature will rise drastically beyond normal limits. Due to overheating, the piston material (aluminum alloy) will expand beyond the cylinder wall tolerance. The piston will rub very hard against the cylinder liner. In severe conditions, the piston can directly seize/lock while the engine is operating at high speed. So the cause of damage is due to improper installation of the cooling nozzle piston No.5 or its misalignment	
5. Recommendations	Need replace engine new	
6. Repairs/Correction	Action	Result
Page 2		

FAILURE PART INFORMATION			
Item	Part Number (* Primary Part Causing Failure)	Name of Defective Part	Qty
1	40C3398	DIESEL ENGINE	1
2			

COMPONENT REPLACEMENT INFORMATION				
Component Description	OLD Component		New Component	
	Part No.	Serial Number	Part No.	Serial Number
DIESEL ENGINE	40C3398	93345748		



© 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

Lampiran 2: Foto Service Order Engine Blow by Motor grader CLG4260D



Machine Serial No.
CLG4260DARL012298



Failed Hour Meter / Kilometer (HM)
: 6775,4)



Whole machine



Site Location



Machine Application



Engine Serial No. 93351498
(name plate damage)



Failed Component (position at unit)



Engine Blowby at Breather



© 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



Level Oil Engine (OK)



Level Coolant (OK)



Condition turbocharger (OK)



Condition Air Cleaner (OK)



Progress remove and inspect cylinder head



Progress inspect piston and liner



Detail piston and liner cyl. no.1



Detail piston and liner cyl.no.2 (damage)



© 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



Detail piston and liner cyl.no.3



Detail piston and liner cyl. no.4



Detail piston and liner cyl.no.5
(damage)



Detail piston dan liner cyl.no.6



Detail piston cyl.no.2 (crack)



Detail piston cyl.no.2 (sracth)



Detail liner cyl.no.5 (crack)



Detail liner cyl.no.5 (damage)





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

Detail condition cyl.head no.1



Detail condition cyl.head no.2



Detail condition cyl.head no.3



Detail condition cyl.head no.4



Detail condition cyl.head no.5



Detail condition cyl.head no.6



Condition all injector (carbon)



Condition all injector (carbon)



Detail condition injector no.1
(carbon)

Detail condition injector no.2
(carbon)



© 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



Detail condition injector no.3
(carbon)



Detail condition injector no.4
(carbon)



Detail condition injector no.5
(carbon)



Detail condition injector no.6
(carbon)



main cap bearing no.2 scratch



main cap bearing no.5 scratch



Condition bearing cap connecting
rod



Comparassion marking oil jet
between cyl.No.5 & No.3



© 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



Perbedaan oil jet cyl.No 5 & Cyl.No 4(ada bekas press)



Oil jet Cylinder No.5



Condition *actual* Oil Jet Cylinder No.5 on seat (not fullyinstall)



Condition *actual* Oil Jet Cylinder No.4 on seat (fullyinstall)



Condition *actual* Oil Jet Cylinder No.5 on seat (not fullyinstall)



Condition *actual* Oil Jet Cylinder No.4 on seat (fully install)



Condition coneceting rod Cyl.No.4



Condition Camshaft (OK)



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



Condition Bushing /bearing
camshaft



Condition *actual* seat main bearing
crankshaft



Condition Bearing cap connecting
rod



Condition main bearing crankshaft



Condition Bushing /bearing
camshaft



Condition Crankshaft



Condition Crankshaft (scratch)



Condition Crankshaft cyl.No 2
(scracth)



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3: Service Order Install New Engine Motor grader CLG4260D

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Service provider: PT INTRACO PENTA WAHANA			
Service Branch:			
Address : Jl Raya Cakung Cilincing Km 3,5 RT.005, RW. 010 Semper Timur, Cilincing,			
Date : 2026/08/02			
E :		Fax :	
Customer Information			
Name		Country&Area	Indonesia
Contact Name		Address	ASAM ASAM DESA PANDAN SARI
		Email	
Service Application Information			
Service Order Type	Customer Require Repair	Service Order No.	ID00002128822026001126SV O
Failure Date	2026/06/24	Service Order Type	
Call-in Person		Call-in Number	
Contact Person		Contact Number	
Work place	Asam-asam, Tanah Bumbu	Communicate ID	
Customer Complain	INSTALL ENGINE		



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Customer Complain(EN)	INSTALL ENGINE		
	26.74 hrs	MTTR Standard	126 hrs
Work Duration	19.42 hrs		
Machine Information			
Product Group	Motor grader	Product Model	4260D
Product Serial No.	CLG4260DARL012298	Delivery date	2024/07/10
Warranty Expiration Date	2025/07/10	Warranty Usage limit	2000
Meter Reading(Before service)	6775.5 HRS	Meter Reading(After service)	6775.5 HRS
Warranty (Y/N)	N		
Dispatch Information			
Work Order No.	ID000021288220260007 26WO	Dispatch Time	2026/06/24 05:59
Service personnel			
Work Remark			
Sevice Information			
Time and place of departure	2026/06/24 13:17 Unnamed Road, Pandansari, Kec.	Time and place of arrival	2026/06/24 13:17 Unnamed Road, Pandansari, Kec. Kintap,



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

2. Dilarang mengemukakan 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, penerbitan, dan penulisan laporan.		Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan 70883 印度尼西亚		Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan 70883 印度尼西亚	
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta		1 M		Service Start time 2026/06/24 13:17	
Service Content & Results		INSTALL ENGINE NEW		Service Complete Time 2026/06/25 08:54	
Failure Information					
Failure Description		INSTALL ENGINE			
Cause of Failure					
Corrective Action					
Parts Information					
Part no.	Part name	Part serial no.	Quantity	Replace or Repair	
40C3398	DIESEL ENGINE	40C3398	1 PC	new item	



© Hak Cipta mil Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta

1. Dilarang menyalin atau menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

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

Other Information

Customer Signature:

Engineer Signature:

Attachment Information

Overall photo of product



Machine serial # plate





© 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



Pictures of failed parts and close-up of the failed part





© 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

Picture of the nameplate or logo of the failed part (not required)



Picture of the nameplate or logo of the new part (Not required)





© 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

fault



Photo of
maintenance
procedure





© 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 milik Politeknik Negeri Jakarta

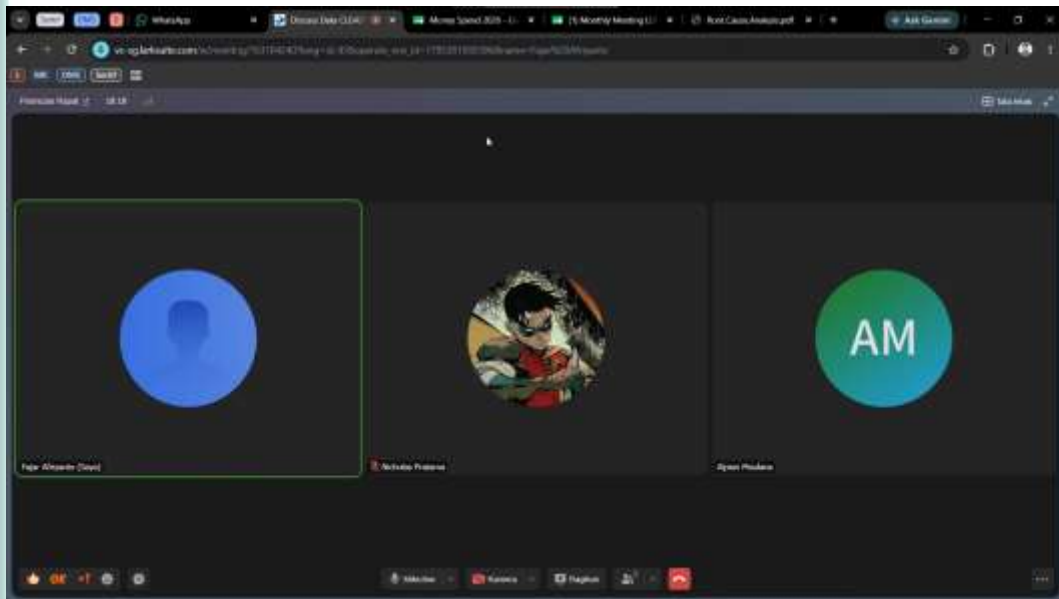
Hak Cipta :

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





Lampiran 4: Data Wawancara Technical Support



Topik	Pernyataan Narasumber (Technical Support)
Perkenalan	Narasumber merupakan Technical Support PT. LiuGong Machinery Indonesia yang bertugas untuk menjadi Technical Service <i>Engineer</i> untuk area Kalimantan. Narasumber sudah memegang tanggung jawab sebagai Technical Service <i>Engineer</i> untuk area Kalimantan sejak tahun 2025.
Latar Belakang Unit <i>Motor grader</i> CLG4260D	Narasumber menjelaskan bahwa hubungan PT LiuGong Machinery Indonesia dengan pelanggan telah terjalin sejak awal pelanggan melakukan pembelian unit LiuGong, yang diperkirakan dimulai sekitar tahun 2024. Sejak periode tersebut, pelanggan telah melakukan pembelian berbagai jenis unit LiuGong, mulai dari excavator hingga dump truck. Meskipun proses penjualan dan layanan purna jual (after sales) dilaksanakan melalui dealer, yaitu PT Intraco Penta Wahana (IPW), PT LiuGong Machinery Indonesia tetap berperan dalam melakukan <i>monitoring</i> terhadap performa unit yang beroperasi di lapangan. Selain itu, perusahaan juga menangani berbagai keluhan pelanggan, khususnya yang berkaitan dengan aspek teknis, sebagai bagian dari upaya menjaga keandalan unit dan kepuasan pelanggan.
Riwayat Kerusakan Unit <i>Motor grader</i> CLG4260D	Narasumber menjelaskan bahwa pada unit dengan local code 574, kerusakan telah terjadi sebanyak dua kali. Pada kejadian awal, penyebab utama kerusakan adalah piston cooling nozzle yang mengalami kerusakan.. Piston cooling nozzle berfungsi mengarahkan aliran oli pelumas yang berasal dari sistem pelumasan melalui crankshaft menuju bagian bawah piston untuk membantu proses pendinginan.

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 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

	Kerusakan pada piston cooling nozzle tersebut diduga menyebabkan perubahan posisi nozzle sehingga aliran pelumas menjadi tidak optimal. Kondisi tersebut diperkirakan mengakibatkan terganggunya pelumasan pada komponen internal <i>engine</i> , termasuk <i>bearing</i> , yang selanjutnya menyebabkan kerusakan pada crankshaft
Kondisi Operasai Unit	Narasumber menjelaskan bahwa unit <i>Motor grader</i> CLG4260 beroperasi dengan intensitas yang sangat tinggi. Dalam kondisi operasional normal, unit digunakan selama sekitar 18 hingga 20 jam per hari, dengan rata-rata waktu operasi mencapai 20 jam per hari. Aktivitas operasional dilakukan secara bergantian pada siang dan malam hari sehingga unit hampir beroperasi secara terus-menerus. Tingginya jam kerja tersebut menyebabkan <i>engine</i> dan komponen lainnya menerima beban kerja yang besar, sehingga berpotensi mempercepat keausan komponen apabila tidak diimbangi dengan pelaksanaan perawatan yang sesuai dengan jadwal dan prosedur yang telah ditetapkan.
Status Engine & Warranty	Narasumber menjelaskan bahwa pada kejadian awal, unit mengalami penggantian <i>engine</i> baru sebagai tindakan perbaikan. Selanjutnya, ketika kerusakan kembali terjadi pada <i>engine</i> pengganti, proses penanganan dilakukan melalui klaim part warranty. Hal ini dikarenakan <i>engine</i> pengganti masih berada dalam masa garansi suku cadang, meskipun masa garansi unit secara keseluruhan telah berakhir. Narasumber menjelaskan bahwa garansi standar unit berlaku selama 1 tahun atau 2.000 jam operasi, tergantung mana yang tercapai lebih dahulu. Namun, apabila dilakukan penggantian menggunakan <i>genuine engine</i> atau <i>genuine part</i> dari LiuGong, maka <i>engine</i> pengganti akan memperoleh garansi tersendiri selama 6 bulan atau 2.000 jam operasi. Pada kasus ini, kerusakan kembali terjadi sebelum masa garansi <i>engine</i> pengganti berakhir, sehingga proses klaim dilakukan melalui skema part warranty, bukan garansi unit. Selain itu, narasumber menyampaikan bahwa saat kerusakan pertama terjadi, jam operasi unit telah mencapai sekitar 4.700 jam, sehingga garansi unit telah habis. Oleh karena itu, proses klaim diajukan kepada pihak dealer melalui mekanisme part warranty untuk kemudian diteruskan kepada pihak LMI sesuai dengan prosedur penanganan garansi yang berlaku.
Gejala dan Identifikasi Kerusakan	Narasumber menjelaskan bahwa pada saat proses identifikasi kerusakan, mekanik umumnya tidak melakukan dokumentasi berupa data hasil pengukuran <i>blow by</i> , melainkan hanya mendokumentasikan kondisi <i>engine</i> dalam bentuk video. Dokumentasi tersebut biasanya memperlihatkan munculnya asap hitam dari exhaust, asap tebal yang keluar melalui saluran <i>breather</i> (ventilasi <i>crankcase</i>), serta asap atau semburan oli yang keluar dari lubang pengisian oli <i>engine</i> setelah tutup pengisian dibuka. Gejala-



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

	gejala tersebut digunakan sebagai indikasi awal adanya gangguan pada kondisi internal <i>engine</i>. Narasumber juga menjelaskan bahwa pemeriksaan awal lebih banyak dilakukan secara manual berdasarkan pengalaman mekanik di lapangan. Apabila gejala-gejala tersebut telah terlihat dengan jelas, mekanik umumnya dapat menyimpulkan bahwa kondisi <i>blow by</i> telah terjadi dalam tingkat yang cukup parah. Oleh karena itu, meskipun dilakukan pengukuran menggunakan alat, hasil yang diperoleh diperkirakan tetap menunjukkan nilai <i>blow by</i> yang tinggi sehingga pemeriksaan visual dianggap telah cukup untuk mengidentifikasi adanya kerusakan. Lebih lanjut, narasumber menyampaikan bahwa tidak seluruh kasus kerusakan <i>engine</i> pada unit <i>Motor grader</i> CLG4260 disebabkan oleh <i>blow by</i>. Beberapa unit mengalami kerusakan yang berbeda, seperti blok <i>engine</i> yang jebol akibat kerusakan komponen internal maupun kontaminasi antara oli <i>engine</i> dan coolant. Kasus yang secara spesifik menunjukkan gejala <i>blow by</i> hanya ditemukan pada satu hingga beberapa unit, termasuk salah satunya pada unit dengan local code 574. Temuan ini menunjukkan bahwa <i>blow by</i> merupakan salah satu bentuk kegagalan yang terjadi pada <i>engine</i> Cummins 6CTA8.3.
Pelaksanaan Inspeksi	Narasumber menjelaskan bahwa gejala awal kerusakan teridentifikasi saat unit sedang beroperasi. Indikasi utama yang muncul adalah <i>engine blow by</i>, yang ditandai dengan keluarnya asap tebal melalui <i>breather engine</i> pada bagian bawah. Gejala tersebut pertama kali diamati oleh operator selama unit digunakan sehingga menjadi dasar untuk dilakukan pemeriksaan lebih lanjut terhadap kondisi internal <i>engine</i>. Berdasarkan riwayat penggunaan unit, <i>engine</i> pengganti dipasang pada 7 Desember 2025, sedangkan gejala kerusakan mulai muncul pada 31 Mei 2026. Dengan demikian, kerusakan terjadi sebelum masa garansi <i>engine</i> pengganti selama enam bulan berakhir. Pada saat kerusakan terjadi, jam operasi <i>engine</i> baru mencapai sekitar 1.900 jam, sehingga masih berada dalam cakupan part warranty. Hasil pembongkaran <i>engine</i> menunjukkan bahwa kerusakan paling signifikan terjadi pada silinder nomor 2 dan nomor 5. Pada kedua silinder tersebut ditemukan liner scrap, disertai kerusakan pada piston. Menurut narasumber, kondisi tersebut diduga berkaitan dengan piston cooling nozzle (piston <i>cooling jet</i>) yang tidak berada pada posisi pemasangan yang semestinya. Ketidaktepatan posisi nozzle diduga menyebabkan aliran oli pelumas menuju bagian bawah piston menjadi tidak optimal, sehingga proses pendinginan dan pelumasan pada silinder mengalami gangguan. Narasumber menambahkan bahwa gangguan pelumasan kemungkinan terjadi pada seluruh silinder akibat posisi piston cooling nozzle yang kurang sempurna. Namun demikian, pergeseran nozzle diduga paling besar terjadi pada jalur pelumasan menuju



© 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

	silinder nomor 2 dan nomor 5, sehingga kedua silinder tersebut mengalami kerusakan yang paling parah dibandingkan silinder lainnya. Akibat kondisi tersebut, komponen piston dan <i>cylinder liner</i> pada kedua silinder mengalami keausan (<i>liner scrap</i>) dan kerusakan yang lebih berat, sedangkan silinder lainnya hanya mengalami dampak yang relatif lebih <i>ringan</i>.
Investigasi Piston <i>Cooling jet</i>	Berdasarkan hasil observasi dan hasil wawancara, narasumber menjelaskan bahwa terdapat perbedaan posisi pemasangan piston cooling nozzle (<i>piston cooling jet</i>) pada masing-masing silinder. Pada silinder yang kondisinya normal, seperti silinder nomor 4, piston cooling nozzle terpasang hingga mencapai posisi duduk (<i>seating</i>) secara penuh pada dudukannya. Hal tersebut ditunjukkan oleh posisi nozzle yang sejajar bahkan sedikit melewati garis acuan pada blok <i>engine</i>, sehingga menandakan bahwa komponen telah terpasang dengan benar. Sebaliknya, pada silinder nomor 5 ditemukan bahwa piston cooling nozzle tidak mencapai posisi duduk secara sempurna. Posisi nozzle hanya masuk sebagian ke dalam dudukannya dan tidak mencapai tanda acuan yang terdapat pada blok <i>engine</i>. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa nozzle mengalami pergeseran dari posisi pemasangan yang seharusnya sehingga tidak menempel secara penuh pada dudukannya. Narasumber menjelaskan bahwa kondisi serupa juga ditemukan pada silinder nomor 2, sehingga diduga terjadi pergerakan atau pergeseran piston cooling nozzle pada kedua silinder tersebut. Pergeseran tersebut menyebabkan posisi nozzle terdorong keluar dari dudukan normalnya, sehingga berpotensi mengganggu arah serta debit aliran oli yang disemprotkan ke bagian bawah piston. Akibatnya, proses pelumasan dan pendinginan piston menjadi tidak optimal, yang selanjutnya diduga berkontribusi terhadap terjadinya keausan <i>cylinder liner</i> (<i>liner scrap</i>) dan kerusakan piston pada silinder nomor 2 dan nomor 5. Temuan ini memperkuat dugaan bahwa perubahan posisi piston cooling nozzle merupakan salah satu faktor yang berperan dalam terjadinya kerusakan <i>engine</i> pada unit yang diteliti.
Faktor Penyebab <i>Engine Blow by</i>	Narasumber menjelaskan bahwa hingga saat ini unit <i>Motor grader</i> CLG4260 belum dilengkapi dengan sistem pemantauan maupun warning yang secara khusus dapat mendeteksi kondisi <i>engine blow by</i>. Selain itu, tidak terdapat indikator atau kode kesalahan (<i>error code</i>) pada panel monitor unit yang menunjukkan adanya <i>blow by</i> maupun gangguan lain yang berkaitan dengan tekanan oli <i>engine</i>. Dengan demikian, identifikasi awal terhadap kondisi tersebut masih mengandalkan pemeriksaan secara visual dan pengalaman mekanik di lapangan. Narasumber menjelaskan bahwa indikasi awal <i>engine blow by</i> umumnya dikenali melalui beberapa gejala, yaitu keluarnya asap yang lebih tebal dari exhaust (<i>muffler</i>), meningkatnya asap yang



© 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

keluar dari saluran *breather engine*, serta keluarnya oli melalui lubang pengisian oli (oil filler) ketika tutup pengisian dibuka. Munculnya gejala-gejala tersebut menjadi acuan bagi operator maupun mekanik untuk menduga adanya kebocoran gas pembakaran menuju ruang *crankcase* akibat kerusakan pada komponen internal *engine*.

Berdasarkan kondisi tersebut, pihak dealer umumnya tidak melakukan pengukuran *blow by* menggunakan alat ukur khusus. Menurut narasumber, gejala yang muncul sudah sangat jelas sehingga kondisi *blow by* dapat diidentifikasi secara langsung melalui pemeriksaan visual tanpa memerlukan pengujian tambahan. Oleh karena itu, proses diagnosis lebih difokuskan pada pembongkaran dan inspeksi komponen internal *engine* untuk mengidentifikasi penyebab utama kerusakan yang mengakibatkan terjadinya *engine blow by*.

**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

Lampiran 5: Daftar Riwayat Hidup

Daftar Riwayat Hidup

- | | | |
|--------------------------|--|---|
| 1. Nama Lengkap | : Fajar Afriyanto |  |
| 2. NIM | : 2202441032 | |
| 3. Tempat, Tanggal Lahir | : Jakarta, 01 April 2004 | |
| 4. Jenis Kelamin | : Laki – Laki | |
| 5. Alamat | : Jl. Cinere Raya Gg. Saumin No. 35A, RT 004/RW 008, Cinere, Cinere, Depok 16514 | |
| 6. Email | : fajarafriyanto05@gmail.com | |
| 7. Pendidikan | | |
| SD (2010-2016) | : SDN Pondok Labu 03 Pagi | |
| SMP (2016-2019) | : SMPN 17 Depok | |
| SMA (2019-2022) | : MAN 11 Jakarta | |
| 8. Program Studi | : Teknologi Rekayasa Pemeliharaan Alat Berat | |
| 9. Bidang Peminatan | : - | |
| 10. Tempat/Topik OJT | : <i>Voltage Testing</i> Pada <i>Shift Handle Transmission</i> ZF 4WG-208 di <i>Liuzhou Polytechnic University</i> | |