



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



**ANALISA AKAR PENYEBAB TERJADINYA *ENGINE HIGH BLOW BY* PADA UNIT *EXCAVATOR* KOMATSU HB 365-1
MENGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS*
BERDASARKAN HASIL INSPEKSI KOMPONEN MESIN
SETELAH *OVERHAUL***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :

Rizqya Raddhini Ananda Vestia

2302311151

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

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

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISA AKAR PENYEBAB TERJADINYA *ENGINE HIGH BLOW BY*
PADA UNIT *EXCAVATOR* KOMATSU HB 365-1 MENGGUNAKAN
METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS* BERDASARKAN HASIL INSPEKSI
KOMPONEN MESIN SETELAH *OVERHAUL*

Oleh :

Rizqya Raddhini Ananda Vestia

NIM. 2302311151

Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Pembimbing 2

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

Marwah Masrurah, S.Si., M.Sc.
NIP. 199411022023212037

Ketua Program Studi

Diploma III Teknik Mesin

Nabila Yudisha, S.T., M.T.
NIP. 199311302023212045



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

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISA AKAR PENYEBAB TERJADINYA *ENGINE HIGH BLOW BY*
PADA UNIT *EXCAVATOR* KOMATSU HB 365-1 MENGGUNAKAN
METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS* BERDASARKAN HASIL INSPEKSI
KOMPONEN MESIN SETELAH *OVERHAUL*

Oleh :

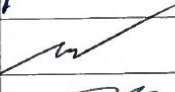
Rizqya Raddhini Ananda Vestia

NIM. 2302311151

Program Studi DIII Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang tugas akhir di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 09 Juli 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T	Penguji 1		15/7 ²⁶
2	Ir. Rosidi, S.T., M.T	Penguji 2		15/7 ²⁶
3	Marwah Masruroh, S.Si., M.Sc.	Ketua		15/7-2006

Depok, 09 Juli 2026

Disahkan oleh :

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizqya Raddhini Ananda Vestia

NIM : 2302311151

Program Studi : D3 Teknik Mesin

Menyatakan bahwa seluruh isi dalam Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil menjiplak karya orang lain, baik secara keseluruhan maupun sebagian. Setiap pendapat, ide, maupun temuan milik orang lain yang digunakan dalam laporan ini telah saya cantumkan dan rujuk sesuai dengan kaidah serta etika penulisan ilmiah yang berlaku.

Dengan demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 09 Juli 2026

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Rizqya Raddhini Ananda Vestia

NIM. 2302311151



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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

ANALISA AKAR PENYEBAB TERJADINYA *ENGINE HIGH BLOW BY* PADA UNIT *EXCAVATOR* KOMATSU HB 365-1 MENGGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS* BERDASARKAN HASIL INSPEKSI KOMPONEN MESIN SETELAH *OVERHAUL*

Rizqya Raddhini Ananda Vestia¹⁾, Fuad Zainuri²⁾, Marwah Masruroh³⁾

Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Emai: rizqya.raddhini.ananda.vestia.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya *engine high blow by* pada unit *excavator* Komatsu HB 365-1 yang beroperasi di sektor pertambangan dan konstruksi. Unit menunjukkan gejala berupa *black smoke* dan penurunan tenaga mesin (*engine low power*). Metodologi yang digunakan meliputi *visual check*, pengujian tekanan *blow by* menggunakan *blow by tester*, pengukuran *engine speed*, pelaksanaan *component overhaul*, serta analisis menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan *fishbone diagram* dan *5 why Analysis*. Hasil pengujian menunjukkan nilai tekanan *blow by* sebesar 6 kPa, jauh melampaui batas standar maksimum yaitu sebesar 1,57 kPa dan dengan batas toleransi maksimum sebesar 2,56 kPa. Inspeksi *overhaul* mengungkap penyebab utama, yaitu endapan jelaga pada *ring piston* akibat gas buang yang digunakan kembali oleh EGR, patahnya *compression ring* 1, 2, 5, dan 6, serta baret pada permukaan *cylinder liner*. Perbaikan dilakukan dengan penggantian *ring piston* dan *cylinder liner*, serta penonaktifan sistem EGR dan penggantian *engine controller* sesuai dengan *Part Service News* (PSN) Komatsu. Setelah perbaikan, nilai tekanan *blow by* turun menjadi 1,3 kPa dan *engine speed* kembali normal sesuai standar perbaikan.

Kata Kunci : *Blow by*, *Ring Piston*, *Cylinder Liner*, Sistem EGR, *Overhaul*, *Root Cause Analysis*.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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

ANALISA AKAR PENYEBAB TERJADINYA *ENGINE HIGH BLOW BY* PADA UNIT *EXCAVATOR* KOMATSU HB 365-1 MENGGUNAKAN METODE *ROOT CAUSE ANALYSIS* BERDASARKAN HASIL INSPEKSI KOMPONEN MESIN SETELAH *OVERHAUL*

Rizqya Raddhini Ananda Vestia¹⁾, Fuad Zainuri²⁾, Marwah Masruroh³

Program Studi D3 Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI
Depok, 16424

Email: rizqya.raddhini.ananda.vestia.tn23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study aims to identify the causes of engine high blow by on Komatsu HB 365-1 excavator unit, operating in mining and construction sector. The unit exhibited symptoms including black smoke and engine low power. The methodology employed includes visual inspection, blow by pressure testing using a blow by tester, engine speed measurement, component overhaul, and Root Cause Analysis (RCA) using fishbone diagram and 5 why analysis. Test results revealed a blow by pressure of 6 kPa, far exceeding the maximum standard from 1,57 kPa. Overhaul inspection identified the primary causes as carbon deposit accumulation on the piston rings from EGR system exhaust gases, broken compression rings on cylinder 1, 2, 5, and 6, and scratches on cylinder liner surfaces. Corrective actions included replacing the piston rings and cylinder liners, deactivating the EGR system and replacing engine controller in accordance with Komatsu Part Service News (PSN). Following the repair, the blow by pressure decreased to 1,3 kPa and engine speed returned to normal within manufacturer specifications.

Keywords : Blow by, Piston ring, Cylinder liner, EGR System, Overhaul, Root Cause Analysis.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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

Kata Pengantar

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang maha kuasa, karena dengan rahmat dan karunia-nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang berjudul **Analisis Akar Penyebab Engine High Blow By pada Excavator Komatsu HB365-1 Menggunakan Metode Root Cause Analysis Berdasarkan Hasil Inspeksi Komponen Mesin Setelah Overhaul**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada program Diploma III Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam bentuk apapun sehingga mempermudah penulisan. Maka pada kesempatan ini dengan sepenuh hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si., selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan pembimbing 1 penulis di kampus Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis selama proses penyusunan laporan tugas akhir.
2. Ibu Nabila Yudisha S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin.
3. Ibu Marwah Masruroh, S.Si., M.Sc., selaku dosen pembimbing 2 penulis di kampus Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis selama proses penyusunan laporan tugas akhir.
4. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu sejak awal perkuliahan.
5. Bapak Sofro Wahyudi selaku pihak dari PT. United Tractors TBK. Yang telah memberikan arahan, ilmu bimbingan dan bantuan kepada penulis selama pelaksanaan On Job Training dan proses pengambilan data penelitian sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Kedua orang tua, Bapak Danny Setiawan dan Ibu Veny Sundari yang telah memberikan penulis dukungan moral, semangat, kasih sayang serta doa yang tiada henti selama proses penyusunan laporan tugas akhir.



© 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

7. Teman teman M23 yang selalu memberikan semangat, support serta dukungan selama masa perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir.
8. Teman teman scholarship china yang selalu memberikan motivasi, doa dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
9. Terakhir, kepada diri penulis sendiri, Rizqya Raddhini Ananda Vestia. Terima kasih karena telah berani mengambil keputusan besar dalam hidup. Terima kasih karena tidak menyerah ketika keadaan terasa sulit, terus belajar, bangkit dari setiap kegagalan, serta tetap percaya bahwa setiap usaha akan membuahkan hasil. Semoga pencapaian ini menjadi awal dari perjalanan panjang untuk terus berkembang, berkarya, serta memberikan manfaat bagi keluarga, masyarakat, dan bangsa. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan tugas akhir ini memiliki banyak kekurangannya baik materi, isi maupun teknik penyajiannya, mengingat kemampuan penulis yang dimiliki masih terbatas. Sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa dengan senang hati penulis harapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga laporan ini yang sangat sederhana dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan serta rekan-rekan mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta.

Depok, Juni 2026

Penulis,

Rizqya Raddhini Ananda Vestia



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 ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 <i>Excavator</i>	7
2.1.2 <i>Excavator</i> HB 365-1	8
2.1.3 Teknologi <i>Hybrid</i> Pada <i>Excavator</i> HB 365-1	9
2.1.4 Keunggulan Teknologi <i>Hybrid</i> pada Komatsu HB365-1	11
2.1.5 Komponen Komponen Pada <i>Cylinder Block</i>	16



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

2.1.6	<i>Pressure Volume Diagram (PV Diagram) Pada Engine Excavator</i>	18
2.1.7	Cara Kerja Sistem <i>Hybrid</i> Pada <i>Excavator</i> HB 365-1	20
2.1.8	<i>Engine Blow by</i>	21
2.1.9	<i>Maintenance</i>	24
2.1.10	<i>Component Overhaul</i>	24
2.2	Kajian Literatur	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Diagram Alir Pengerjaan.....	33
3.2	Penjelasan Langkah Kerja.....	34
3.2.1	Identifikasi masalah	34
3.2.2	Studi Literatur	34
3.2.3	Pengumpulan Data	34
3.2.4	Analisa Masalah.....	36
3.2.5	Perbaikan.....	36
3.2.6	Analisis Hasil	36
3.3	Metode Pemecahan Masalah.....	36
3.3.1	<i>Fishbone Diagram</i>	37
3.3.2	<i>5 Why Analysis</i>	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		38
4.1	Hasil Data Observasi.....	38
4.1.1	<i>Visual Check</i>	38
4.1.2	Pengujian <i>Blow by Pressure</i>	39
4.1.3	Hasil Pengukuran <i>Engine Speed</i>	39
4.2	<i>Component Overhaul</i> Untuk Menganalisa Masalah	41



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

4.2.1	Persiapan Sebelum <i>Component Overhaul</i>	41
4.2.2	Proses <i>Component Overhaul</i>	43
4.2.3	Hasil Temuan Pada Saat <i>Overhaul</i>	44
4.3	Analisis Penyebab Terjadinya Engine <i>High blow by</i> dengan <i>Fishbone Diagram</i>	46
4.3.1	Faktor <i>Man</i>	46
4.3.2	Faktor <i>Machine</i>	47
4.3.3	Faktor <i>Method</i>	48
4.3.4	Faktor <i>Material</i>	49
4.3.5	Hasil Observasi <i>Fishbone Diagram</i>	50
4.4	Analisa Penyebab Menggunakan Metode 5 <i>Why Analysis</i>	51
4.5	Perbaikan dan Tindakan Pencegahan	53
4.5.1	Perbaikan.....	53
4.5.2	Tindakan Pencegahan.....	54
4.6	Analisa Hasil Perbaikan	55
4.6.1	Analisa dengan <i>blow by tester after repair</i>	55
4.6.2	Analisa <i>Engine Speed After Repair</i>	56
BAB V	Kesimpulan dan Saran.....	58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran.....	59
	Daftar Pustaka	60
	LAMPIRAN	66



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 Excavator HB 365-1	9
Gambar 2. 2 Komponen pada unit Hybrid	10
Gambar 2. 3 Engine Cummins SAA6D114E-5	12
Gambar 2. 4 EGR System	14
Gambar 2. 5 Variable Geometry Turbocharger	14
Gambar 2. 6 EGR Valve	15
Gambar 2. 7 Cylinder Block	16
Gambar 2. 8 PV Diagram	19
Gambar 2. 9 Blow by	22
Gambar 2. 10 Black Smoke	23
Gambar 2. 11 Fishbone diagram	25
Gambar 3. 1 Flowchart	33
Gambar 4. 1 Asap Putih Pada Hose Breather	38
Gambar 4. 2 Pengujian Blow By Tester	39
Gambar 4. 3 Engine Speed Drop	40
Gambar 4. 4 Overhaul engine SAA6D114E-5	43
Gambar 4. 5 Temuan Ring Piston	45
Gambar 4. 6 Temuan Pada Cylinder liner	45
Gambar 4. 7 Fishbone Diagram	46
Gambar 4. 8 Faktor man	47
Gambar 4. 9 Faktor Machine	48
Gambar 4. 10 Faktor Methode	48
Gambar 4. 11 Faktor Material	49
Gambar 4. 12 Perbaikan	53
Gambar 4. 13 Pemasangan Plat	54
Gambar 4. 14 Penggantian Controller	54
Gambar 4. 15 Pengujian blow by tester after repair	55



Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil pengujian blow by pressure before repair.....	39
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Engine Speed	40
Tabel 4. 3 Faktor Man	47
Tabel 4. 4 Faktor Machine	48
Tabel 4. 5 Faktor Method.....	49
Tabel 4. 6 Faktor Material.....	49
Tabel 4. 7 5 Why Analysis	51
Tabel 4. 8 Pengujian Blow By Pressure After Repair	55
Tabel 4. 9 Pengujian Engine Speed After Repair.....	56

**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 LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Unit.....	66
Lampiran 2 Hours Meter Unit.....	66
Lampiran 3 Machine Condition Report Before Repair.....	67
Lampiran 4 Machine Condition Report After Repair	67
Lampiran 5 Engine Dikeluarkan Dari Unit.....	67
Lampiran 6 Proses Overhaul.....	68
Lampiran 7 Kotoran yang terdapat di exhaust manifold.....	69



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

Dalam dunia pertambangan dan konstruksi, keandalan alat berat memiliki peran yang sangat krusial dalam menjamin kelancaran operasional dan produktivitas kerja [1]. Salah satu unit alat berat yang banyak digunakan adalah *excavator*, yang berfungsi untuk melakukan penggalian, pemuatan material, serta berbagai pekerjaan berat lainnya. Proses operasional *excavator* membutuhkan performa mesin yang optimal agar tidak terjadi gangguan yang dapat menyebabkan penurunan produktivitas atau bahkan kerusakan serius pada komponen utama.

Salah satu armada alat berat yaitu komatsu HB 365-1. yaitu *excavator* kelas 30 ton yang dilengkapi dengan teknologi *hybrid*. Unit ini menggunakan mesin SAA6D114E-5 *Common Rail Injection* (CRI) yang telah memenuhi standar emisi tier 3 dan dirancang agar mampu menyesuaikan putaran mesin sesuai dengan beban kerja maupun kebutuhan pompa.

Salah satu permasalahan teknis yang sering ditemukan pada mesin diesel alat berat adalah kondisi *engine high blow by*. *High blow-by pressure* adalah kondisi dimana tekanan pada *oil pan* terlalu tinggi atau melebihi standar. Kerusakan ini disebabkan oleh kebocoran tekanan yang berlebih dari ruang bakar menuju *oil pan* melalui celah yang terdapat pada *liner*. Secara teknis, pada saat *piston* bergerak dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB) selama proses kompresi, tekanan tersebut akan bocor melalui celah antara *ring piston* dengan *cylinder liner*, sehingga tekanan *blow by* semakin lama semakin meningkat. Apabila terjadi kerusakan pada *ring piston* atau keausan yang berlebih pada *cylinder liner*, maka nilai *blow by pressure* akan semakin tinggi melampaui batas yang diizinkan.

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

Berdasarkan beberapa sumber penelitian terdahulu, ditemukan beragam faktor yang menjadi pemicu terjadinya *high blow by* pada mesin *diesel* alat berat. Penyebab kerusakan *high blow-by pressure* adalah tingginya kebocoran tekanan hasil pembakaran akibat masuknya kontaminan berupa debu ke dalam ruang bakar yang menyebabkan gesekan abnormal pada *piston*, *piston ring*, dan *cylinder liner* sehingga celah di antara komponen tersebut semakin besar dan kebocoran tekanan hasil pembakaran semakin banyak[2].

Dampak yang ditimbulkan dari kondisi *high blow by* sangat signifikan terhadap performa unit secara keseluruhan. Gesekan abnormal ini mengakibatkan celah antara *piston*, *piston ring*, dan *cylinder liner* semakin besar sehingga tekanan hasil pembakaran bocor menuju *crankcase* melewati celah tersebut, dan dampak yang ditimbulkan adalah penurunan tenaga mesin dan timbulnya *black smoke*.

Fenomena *high blow by* pada unit *excavator* Komatsu HB365-1 yang ditemukan di lapangan menunjukkan indikasi berupa penurunan tenaga mesin yang signifikan, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta munculnya *blacksmoke*. Hasil inspeksi menunjukkan bahwa *turbocharger* mengalami kerusakan yang diduga menjadi salah satu faktor penyebab menurunnya performa mesin serta munculnya gejala *high blow by*. Oleh karena itu, dilakukan penggantian *turbocharger* dengan komponen baru sebagai langkah perbaikan awal. Namun, setelah penggantian *turbocharger*, hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi *engine high blow by* masih tetap terjadi dan tekanan *blow by* masih berada di atas batas standar yang ditentukan. Hal ini mengindikasikan bahwa penyebab utama kerusakan tidak hanya berasal dari sistem *turbocharger*, tetapi juga terdapat kerusakan pada komponen internal mesin yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut. Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukan proses *engine overhaul* untuk mengidentifikasi secara menyeluruh komponen-komponen internal yang mengalami kerusakan,

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

seperti *piston ring*, *cylinder liner*, dan komponen lain yang berhubungan dengan kebocoran tekanan pembakaran.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis akar penyebab terjadinya *engine high blow by* pada unit *excavator* Komatsu HB365-1, yang mencakup identifikasi komponen yang mengalami kerusakan, pengujian tekanan *blow by*, serta pelaksanaan *overhaul* sebagai langkah perbaikan. Dengan demikian, diharapkan diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai akar penyebab masalah dan rekomendasi *preventive maintenance* yang dapat meminimalisir risiko terulangnya kerusakan serupa di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang ditemukan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apa saja gejala yang mengindikasikan terjadinya *engine high blow by* pada unit *excavator* Komatsu HB365-1?
2. Apa penyebab utama terjadinya *engine high blow by* pada mesin SAA6D114E-5 unit *Excavator* Komatsu HB365-1 berdasarkan analisis dengan metode RCA dan hasil *overhaul*?
3. Komponen mekanik apa saja yang mengalami kerusakan atau keausan akibat kondisi *engine high blow by* pada unit *Excavator* Komatsu HB365-1?
4. Apa rekomendasi perawatan preventif yang dapat dilakukan untuk mencegah terulangnya kondisi *engine high blow by* pada unit *Excavator* Komatsu HB365-1?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, antara lain yaitu :

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada satu unit *Excavator* Komatsu HB365-1 yang terindikasi mengalami *engine high blow by* berdasarkan data lapangan dan hasil pengujian *blow by tester*.

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. Analisis difokuskan pada komponen-komponen dalam sistem pembakaran mesin yang berkaitan langsung dengan fenomena *blow by*, yaitu *piston*, *piston ring*, *cylinder liner*, dan *cylinder head*.
3. Jenis mesin yang dianalisis adalah mesin diesel Komatsu tipe SAA6D114E-5 yang terpasang pada unit *excavator* Komatsu HB365-1.
4. Pengujian performa mesin dilakukan dalam kondisi *high idle* menggunakan alat *blow by tester* sesuai prosedur standar Komatsu.
5. Analisis sistem *hybrid* (motor listrik, *ultra-capacitor*, dan sistem kelistrikan) pada unit Komatsu HB365-1 tidak termasuk dalam lingkup pembahasan penelitian ini.
6. Analisis material pada komponen-komponen yang rusak tidak dibahas pada penelitian ini.
7. Proses perbaikan yang dibahas dibatasi pada kegiatan *overhaul* mesin, meliputi pembongkaran, pemeriksaan, pengukuran komponen, penggantian komponen yang rusak, dan perakitan kembali.
8. Analisis biaya perbaikan dan perhitungan ekonomis tidak termasuk dalam lingkup penelitian ini.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan oleh penulis bertujuan untuk :

1. Mengidentifikasi gejala-gejala awal yang mengindikasikan terjadinya *engine high blow by* pada unit *excavator* Komatsu HB365-1 sebagai dasar deteksi dini kerusakan.
2. Mengetahui dan menganalisis penyebab utama terjadinya *engine high blow by* pada mesin SAA6D114E-5 unit *excavator* Komatsu HB365-1 berdasarkan hasil analisa dengan metode RCA dan hasil *overhaul*.
3. Mengetahui kondisi aktual komponen mekanik yang mengalami kerusakan penyebab terjadinya *engine high blow by*.
4. Memberikan rekomendasi program perawatan preventif yang dapat diterapkan guna meminimalisasi risiko terulangnya kondisi *engine high blow by* pada unit *excavator* Komatsu HB365-1 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.5 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Sistematika penulisan laporan tugas akhir dengan judul “Analisa Penyebab Terjadinya *Engine High Blow By* Pada Unit *Excavator* Komatsu HB 365-1” disusun untuk memberikan gambaran mengenai isi setiap bab yang dibahas dalam penelitian ini. Adapun sistematikanya adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah yang menjelaskan pentingnya penelitian mengenai terjadinya *engine high blow by*. Selain itu, bab ini memuat rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang mendukung penelitian, meliputi pengertian *excavator*, penjelasan *excavator* HB 365-1, komponen komponen yang ada pada *excavator* HB 365-1, pengertian *blow by*, serta penjelasan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir meliputi diagram alir dan penulisan metode pemecahan masalah.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil penelitian dan analisis terhadap kasus *engine high blow by* pada unit *excavator* hb 365-1. Pembahasan meliputi data hasil pemeriksaan unit, tindakan *overhaul* untuk menganalisa kerusakan, analisis penyebab menggunakan *fishbone*, serta pembahasan tindakan perbaikan melalui proses *overhaul* sesuai standar *shop manual*.

BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian serta saran yang dapat digunakan sebagai rekomendasi



© 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

dalam upaya pencegahan dan penanganan kasus *engine high blow by* pada unit *excavator* Komatsu HB 365-1 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

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada unit *excavator* Komatsu HB 365-1 dengan judul “Analisa Penyebab Terjadinya *Engine High Blow* By Pada Unit *Excavator* HB 365-1”, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil observasi pada unit *excavator* HB 365-1 ditandai dengan adanya gejala *black smoke* dan *engine low power* yang menunjukkan adanya penurunan performa *engine* akibat proses pembakaran yang tidak sempurna.
2. Hasil inspeksi dan analisis kerusakan menunjukkan bahwa penyebab terjadinya *engine high blow by* adalah menurunnya sistem *sealing* antara *piston* dan *cylinder liner*. Hal ini ditandai dengan ditemukannya endapan jelaga pada ring *piston*, kerusakan *ring piston* berupa patah (*broken*) pada *cylinder* nomor 1, 2, 5, dan 6 serta adanya baret di permukaan *cylinder liner* pada *cylinder* nomor 1, 2, 5 dan 6. Kondisi tersebut mengakibatkan gas hasil pembakaran menyebabkan nilai *blow by* meningkat.
3. Tindakan perbaikan dilakukan dengan mengganti komponen yang mengalami kerusakan, yaitu *ring piston* dan *cylinder liner*, serta membersihkan endapan karbon pada komponen terkait. Selain itu, dilakukan juga penonaktifan EGR dan mengganti *engine controller* untuk mencegah terjadinya kembali *high blow by* pada unit tersebut.
4. Rekomendasi perawatan preventif yang dapat dilakukan untuk mencegah terulangnya kondisi *engine blow by* pada unit *excavator* Komatsu HB 365-1 adalah dengan melakukan pengukuran *blow by* secara berkala untuk mendeteksi lebih dini adanya kebocoran gas pembakaran pada *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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang diperoleh, maka penulis memberikan beberapa saran yang dapat disajikan yaitu sebagai berikut

1. Operator dan teknisi disarankan untuk selalu rutin dan konsisten melakukan *daily check* sebelum unit dioperasikan. Pemeriksaan harian yang dilakukan sesuai prosedur dapat membantu mendeteksi lebih awal jika adanya kondisi yang tidak normal seperti penurunan oli, adanya kebocoran atau adanya indikasi kerusakan lainnya.
2. Melaksanakan *preventive maintenance* sesuai jadwal yang ditentukan oleh *factory*. Kegiatan perawatan yang tepat waktu dapat menjaga kondisi komponen dan mencegah terjadinya keausan pada komponen komponen.
3. Rutin melakukan *oil analysis* agar dapat mengetahui kondisi komponen internal *engine* dan kontaminasi partikel. Dengan adanya *oil analysis*, potensi kerusakan pada komponen dapat dideteksi lebih dini sehingga tindakan perbaikan dapat dilakukan sebelum menyebabkan terjadinya *engine high 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Daftar Pustaka

- [1] P. Odeyar, D. B. Apel, R. Hall, B. Zon, and K. Skrzypkowski, "A Review of Reliability and Fault Analysis Methods for Heavy Equipment and Their Components Used in Mining," Sep. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/en15176263.
- [2] 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.
- [3] R. Rudyansa and E. A. Kabdiyono, "Analysis of the Productivity of Excavator and Dump Truck Heavy Equipment in the Excavation Works for the Construction of Jakarta MRT Station Cp 203 Phase 2A," no. 1, pp. 43–53, 2025, doi: 10.56127/ijst.v4i1.
- [4] D. Gunawan *et al.*, "Analisis Life Time Undercarriage Excavator Komatsu Studi Kasus : Di PT. BIMA." [Online]. Available: <http://jurnal.politap.ac.id/index.php/jtm>
- [5] Y. T. Prasetyo, M. Paradise, and F. Mukarrom, "Productivity Assessment of Digging and Loading Equipment (Cat 330D2L) and Hauling Equipment (Fuso 220PS) in Coal Mining at PT. Bhumi Sriwijaya Perdana Coal, Musi Banyuasin Regency, South Sumatra," *Indonesian Journal of Earth Sciences*, vol. 4, no. 2, p. A1226, Dec. 2024, doi: 10.52562/injoes.2024.1226.
- [6] F. R. Sitinjak and F. T. R. Silalahi, "Analisis Strategi Pemeliharaan Preventive Maintenance Excavator Menggunakan Pendekatan Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Analisis Sensitivitas," *Journal of Integrated System*, vol. 6, no. 2, pp. 226–242, Dec. 2023, doi: 10.28932/jis.v6i2.7633.



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] "SCHOOL OF MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT OF AUTOMOBILE ENGINEERING SAUA1501 AUTOMOTIVE ENGINE COMPONENT DESIGN."
- [8] L. Hermawati, I. Mujiarto, K. Kundori, and S. Hariyadi, "Analisa Pengukuran Cylinder Liner dan Piston pada Overhoul Diesel Engine," *Accurate: Journal of Mechanical Engineering and Science*, vol. 1, no. 2, pp. 6–12, Oct. 2020, doi: 10.35970/accurate.v1i2.324.
- [9] C. Delprete and A. Razavykia, "Piston ring–liner lubrication and tribological performance evaluation: A review," Feb. 01, 2018, *SAGE Publications Ltd.* doi: 10.1177/1350650117706269.
- [10] A. Mane, D. D. Date, and A. Z. Patel, "Finite Element Analysis and Design Optimization of Connecting Rod," 2016. [Online]. Available: www.ijera.com
- [11] N. Bhise and M. Ramachandran, "Design and Numerical evaluation of crankshaft of diesel engine for total deformation and strain," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Apr. 2020. doi: 10.1088/1757-899X/810/1/012010.
- [12] Z. Lou and G. Zhu, "Review of advancement in variable valve actuation of internal combustion engines," Feb. 01, 2020, *MDPI AG*. doi: 10.3390/app10041216.
- [13] R. Kiplimo and A. Horibe, "COMBUSTION AND ENGINE-OUT EMISSION CHARACTERISTICS OF A PCCI DIESEL ENGINE," 2000.
- [14] M. M. A. Al-Sood, M. Ahmed, and Y. M. Abdel-Rahim, "Rapid thermodynamic simulation model for optimum performance of a four-stroke, direct-injection, and variable-compression-ratio diesel engine," *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 1–13, 2012, doi: 10.1186/2251-6832-3-13.



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

- [15] R. Kiplimo and A. Horibe, "COMBUSTION AND ENGINE-OUT EMISSION CHARACTERISTICS OF A PCCI DIESEL ENGINE," 2000.
- [16] W. Li, B. Wu, and B. Cao, "Control strategy of a novel energy recovery system for parallel hybrid hydraulic excavator," *Advances in Mechanical Engineering*, vol. 7, no. 10, pp. 1–9, Oct. 2015, doi: 10.1177/1687814015613769.
- [17] Y. X. Yu and K. K. Ahn, "Improvement of Energy Regeneration for Hydraulic Excavator Swing System," *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - Green Technology*, vol. 7, no. 1, pp. 53–67, Jan. 2020, doi: 10.1007/s40684-019-00165-7.
- [18] W. Huang, X. Zhang, L. Ge, and L. Quan, "Dual Source Integrated Driving for Hydraulic Excavator Swing System," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 120755–120764, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3108796.
- [19] T. C. Do, T. D. Dang, T. Q. Dinh, and K. K. Ahn, "Developments in energy regeneration technologies for hydraulic excavators: A review," Jul. 01, 2021, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.rser.2021.111076.
- [20] B. Hernández-Comas, D. Maestre-Cambronel, C. Pardo-García, M. Del Socorro Fonseca-Vigoya, and J. Pabón-León, "Influence of compression rings on the dynamic characteristics and sealing capacity of the combustion chamber in diesel engines," *Lubricants*, vol. 9, no. 3, pp. 1–28, Mar. 2021, doi: 10.3390/lubricants9030025.
- [21] T. Dziubak and S. D. Dziubak, "A Study on the Effect of Inlet Air Pollution on the Engine Component Wear and Operation," Feb. 01, 2022, *MDPI*. doi: 10.3390/en15031182.
- [22] H. Erbiyik, "Definition of Maintenance and Maintenance Types with Due Care on Preventive Maintenance," in *Maintenance Management - Current Challenges, New Developments, and Future Directions*, IntechOpen, 2023. doi: 10.5772/intechopen.106346.



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

- [23] J. Geisbush and S. T. Ariaratnam, "Reliability centered maintenance (RCM): literature review of current industry state of practice," *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 29, no. 2, pp. 313–337, Apr. 2023, doi: 10.1108/JQME-02-2021-0018.
- [24] Y. Cai, R. H. Teunter, and B. de Jonge, "A data-driven approach for condition-based maintenance optimization," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 311, no. 2, pp. 730–738, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.ejor.2023.05.002.
- [25] J. Karya Ilmiah Taruna Andromeda, K. Tiqniati, M. Bihuria, and R. Bahriun, "The Title Must be Specific, Informative, and Reflect The Main Content of The Writing Effectively (Center, Bold, 14pt)", doi: 10.33477/mp.v13i2.11767.
- [26] A. M. Doggett, "Root Cause Analysis: A Framework for Tool Selection," *Quality Management Journal*, vol. 12, no. 4, pp. 34–45, Jan. 2005, doi: 10.1080/10686967.2005.11919269.
- [27] 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.
- [28] 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.
- [29] M. H. Aiman and M. Nuruddin, "Analisis Kecacatan Produk Pada Mesin Pemotongan Dengan Menggunakan Metode FMEA di UD. Abdi Rakyat," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 9, no. 2, p. 577, Jul. 2023, doi: 10.24014/jti.v9i2.23835.
- [30] R. V. Zendrato, R. Ryantama, M. A. Nugroho, D. Putri, D. Kuncoro, and S. Parningotan, "Analisis Pengendalian Kualitas Pada Tempe Menggunakan



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

- Metode Seven Tools,” *IMTechno: Journal of Industrial Management and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 99–109, Jul. 2022, doi: 10.31294/imtechno.v3i2.1221.
- [31] L. T. Dewi and L. V. Pangaribuan, “STUDI KECELAKAAN KERJA OPERATOR MESIN DI INDUSTRI PENGOLAHAN KELAPA SAWIT: INVESTIGASI DAN ANALISIS PENYEBAB DENGAN METODE 5 WHYS DAN SCAT,” 2019.
- [32] D. Oleh and R. Wahyu Widodo, “TUGAS AKHIR ANALISA KERUSAKAN ENGINE HIGH BLOW-BY PRESSURE PADA MESIN SAA6D114E-3 PC 300-8 KOMATSU ANALISA KERUSAKAN ENGINE HIGH BLOW-BY PRESSURE PADA MESIN SAA6D114E-3 PC 300-8 KOMATSU.” [Online]. Available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- [33] A. Syakuro, “*Analisa Penyebab Terjadinya Engine High Blow By pada Engine Cummins NT855 G4*. Depok: Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Laporan Tugas Akhir”, 2022.
- [34] “ANALISIS PENYEBAB TERJADI BLOW-BY PADA MESIN DIESEL GENERATOR DI MV. ANDHIKA NARESWARI SKRIPSI.”
- [35] D. Oleh, : Pandhu, K. Pramudya, P. K. Pramudya, I. Surojo, and M. I. Eng, “TUGAS AKHIR ANALISIS KERUSAKAN ENGINE HIGH BLOW-BY PRESSURE PADA MESIN DIESEL EXCAVATOR CATERPILLAR 320 GC DI PT PP PRESISI Tbk. Analisis Kerusakan Engine High Blow-By Pressure pada Mesin Diesel Unit Excavator Caterpillar 320Gc di PT PP Presisi Tbk.” [Online]. Available: <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- [36] 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.



© 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

- [37] 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, 2025.
- [38] P. Antony¹ *et al.*, “Multiphase Flow Simulation of Blow-by and Fuel-in-Oil Dilution via the Piston Ring Pack Using the CFD Level-Set Method.”
- [39] F. Stelljes, F. Pohlmann-Tasche, and F. Dinkelacker, “Experimental Investigation of a Free-Form Honed Cylinder Liner for Heavy-Duty Engines,” *Lubricants*, vol. 12, no. 4, Apr. 2024, doi: 10.3390/lubricants12040132.
- [40] “Operation Maintenance & Manual Excavator KOMATSU HB 365-1.”
- [41] “Shop Manual Excavator Komatsu HB 365-1.”

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

LAMPIRAN

Lampiran 1 Spesifikasi Unit



Lampiran 2 Hours Meter Unit





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

Lampiran 3 Machine Condition Report Before Repair

UNITED TRACTORS Tbk.				QA Form No. HB295-F3H46000A-3950					
Machine Condition Report				UNIT		ENGINE			
INSPECTOR Name: Candra Date: 11 December 2005 Branch/Site: Cabang Jakarta				Model: HB295-1 SPL: 189 Code No: EY-3039		Model: SAAR01HE-5 Serial No: 205R038 Bukitan			
				Customer Name: Sar. Satriatony V I Machine Location: US - Unsatisfactory (X)		Service Meter: At Inspect: Dulu 823.1			
ITEM	CONDITION	UNIT	STD	PMS	ACTUAL	CORRECTION MADE	RESULT	STATUS	REMARKS
ENGINE									
Engine Speed	Eng High, Power Max, OFF, P mode, auto decel OFF, All levers in neutral	Rpm	1500 - 1550		1280		1280	V	> Secara pengukuran Engine mengalami peningkatan pada nilai pada Blow - by dan penurunan nilai pada saat rated speed (Indikasi terjadi abnormal pada Ring piston), kondisi ini harus ditindak lanjut dengan CEN Engine
	Eng High, Power Max, ON, P mode, auto decel OFF, Arm in Relief		650 - 1750		1480		1480	X	
	Eng Low, Power Max, OFF, P mode, auto decel ON, All levers in neutral		650 - 1750		780		780	V	
	Eng High, Power Max, OFF, B mode, auto decel ON, All levers in neutral		1550 - 2100		2050		2050	V	
Blow-by Press.	Eng High, Power Max, ON, P mode, auto decel OFF, Arm in Relief	lPa mmHg	Max: 0.98 (Max: 100)	Max: 1.96 (Max: 200)	6		6	X	
Engine Oil Press.	Eng High, Power Max, OFF, P mode, auto decel ON, All levers in neutral	Kg/cm ²	Min: 3.0	2.5	2.5		2.5	V	
	Eng Low, Power Max, OFF, P mode, auto decel OFF, All levers in neutral		Min: 10	0.7	1.5		1.5	V	
HYDRAULIC PRESSURE									
Boom Raise	Fuel c dial MAX, P mode, Working equipment full extend		3.2 - 4.8	Max: 4.8	4.12		4.12	V	
Arm in/out	Fuel c dial MAX, P mode, boom top face horizontal		3.3 - 4.1	Max: 4.5	4.13		4.13	V	
Arm out/dump	Fuel c dial MAX, P mode, boom top face horizontal		2.4 - 3.0	Max: 3.5	3.53		3.53	X	
Bucket out	Fuel c dial MAX, P mode, boom top face horizontal, arm c/ retracted full		2.3 - 2.9	Max: 3.3	3.49		3.49	X	
Swing 5 turns after one turn	Fuel c dial MAX, P mode, Working equipment full extend	sec	31.7 - 36.7	Max: 38				V	> Secara pengukuran kondisi Hydraulic system mengalami peningkatan angka yang tidak terlalu jauh , sehingga indikasi perlu dilakukan adjustment
		PH						V	
		PH (L)	46.2 - 56.4	Max: 61.4	57.61		57.61	V	
		PH (R)	33.7 - 41.3	Max: 45.3	41.29		41.29	V	
Travel 5 turns after one turn	Fuel control dial MAX, P mode, one side of track pushed up and turned forward and reverse	LH (L/R)			40.36		40.36	V	

Lampiran 4 Machine Condition Report After Repair

UNITED TRACTORS Tbk.				QA Form No. HB295-F3H46000A-3950					
Machine Condition Report				UNIT		ENGINE			
INSPECTOR Name: SOPRO & EDI Date: 20 APRIL 2005 Branch/Site: Cabang Jakarta				Model: HB295-1 SPL: 189 Code No: EY-3039		Model: SAAR01HE-5 Serial No: 205R038 Bukitan			
				Customer Name: Sar. Satriatony V I Machine Location: US - Unsatisfactory (X)		Service Meter: At Inspect: Dulu: 826			
ITEM	CONDITION	UNIT	STD	PMS	ACTUAL	CORRECTION MADE	RESULT	STATUS	REMARKS
ENGINE									
Engine Speed	Eng Low, Power Max, OFF, P mode, auto decel OFF, All levers in	Rpm	650-750		780		780	V	> Coolant temperatur 85c > Engine oil level ok > Asap gas buang transparan
	Eng High, Power Max, OFF, P mode, auto decel OFF, All levers in		1800 - 1900		1227		1227	V	
	Eng High, P mode, auto decel OFF, Power Max ON, Arm in Relief		650 - 1750		1780		1780	V	
	Eng High, Power Max, OFF, B mode, auto decel ON, All levers in		1550 - 2100		2055		2055	V	
Blow-by Press.	Eng High, Power Max, ON, P mode, auto decel OFF, Arm in Relief	lPa mmHg	Max: 1.57 (Max: 150)	Max: 2.56 (Max: 250)	130		130	V	
Engine Oil Press.	Eng High, Power Max, OFF, P mode, auto decel ON, All levers in	Kg/cm ²	Min: 3.5	2.1	5.7		5.7	V	Note : Engine good performance
	Eng Low, Power Max, OFF, P mode, auto decel OFF, All levers in		Min: 15	0.8	4.3		4.3	V	
HYDRAULIC PRESSURE									
Boom Raise	Fuel c dial MAX, P mode, Working equipment full extend		3.2 - 4.8	Max: 4.8	3.8		3.8	V	> Hydraulic oil level ok > Hydraulic temperature 48c > pressure hydraulic good
Arm in/out	Fuel c dial MAX, P mode, boom top face horizontal		3.4 - 4.2	Max: 4.5	3.4		3.4	V	
Arm out/dump	Fuel c dial MAX, P mode, boom top face horizontal		2.8 - 3.4	Max: 3.7	3.1		3.1	V	
Bucket out	Fuel c dial MAX, P mode, boom top face horizontal, arm c/ retracted full		2.9 - 3.5	Max: 3.8	3.4		3.4	V	
Swing 5 turns after one turn	Fuel c dial MAX, P mode, Working equipment full extend	sec	28.7 - 34.5	Max: 38	31		31	V	Note : Hydraulc system good performance
		LH			31		31	V	
		PH (L)	40.0 - 66.0	Max: 70	57.61		57.61	V	
		PH (R)	33.5 - 44.5	Max: 48.5	33.29		33.29	V	
Travel 5 turns after one turn	Fuel control dial MAX, P mode, one side of track pushed up and turned forward and reverse	LH (L)			35.16		35.16	V	
		PH (L)	30.0 - 34.0	Max: 38.0	36.18		36.18	V	
		LH (R)			36.08		36.08	V	
HYDRAULIC PRESSURE									

Lampiran 5 Engine Dikeluarkan Dari Unit

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



Lampiran 6 Proses Overhaul



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 7 Kotoran yang terdapat di exhaust manifold.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**