



© 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 KEGAGALAN PATAH RING PISTON KOMPRESI PADA MESIN DIESEL EXCAVATOR KOMATSU HB365-1

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

Muhammad Fachri Ramadhan

2302311054

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

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 KEGAGALAN PATAH RING PISTON KOMPRESI PADA MESIN DIESEL EXCAVATOR KOMATSU HB365-1

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:
Muhammad Fachri Ramadhan

2302311054

**PROGRAM STUDI DIII 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



“Dengan penuh rasa syukur, Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa, dan almamater tercinta sebagai wujud bakti dan terima kasih.”

Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEGAGALAN PATAH RING PISTON KOMPRESI PADA MESIN DIESEL *EXCAVATOR* KOMATSU HB365-1

Oleh:

Muhammad Fachri Ramadhan

2302311054

Program Studi DIII Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T.

NIP. 198608302009122001

Pembimbing 2

Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T.

NIP. 199302222024061001

Kepala Program Studi
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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEGAGALAN PATAH RING PISTON KOMPRESI PADA MESIN DIESEL EXCAVATOR KOMATSU HB365-1

Oleh:

Muhammad Fachri Ramadhan

2302311054

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 DIII Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T. NIP. 198608302009122001	Ketua		19/07 2026
2.	Iffa Saidatuningtyas, S.Si., M.T. NIP. 198808272022032005	Anggota		16/07 2026
3.	Azam Milah Muhamad, M.T. NIP. 199608232024061001	Anggota		17/07 2026

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 yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fachri Ramadhan

NIM : 2302311054

Program Studi : D3 Teknik Mesin

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 09 Juli 2026



Muhammad Fachri Ramadhan
NIM. 2302311054



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 KEGAGALAN PATAH RING PISTON KOMPRESI PADA MESIN DIESEL *EXCAVATOR* KOMATSU HB365-1

Muhammad Fachri Ramadhan¹⁾, Vika Rizkia¹⁾, Andy Permana Rusdja¹⁾

¹⁾Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: muhammad.fachri.ramadhan.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis kegagalan patah ring piston kompresi pada mesin diesel *excavator* Komatsu HB365-1 yang mengalami *premature failure* pada 8.000 jam kerja. Metode yang digunakan meliputi observasi visual, penyusunan *fishbone diagram*, pengujian metalografi, dan uji kekerasan *microvickers*. Hasil observasi menunjukkan adanya goresan vertikal pada dinding *liner* silinder serta penumpukan deposit karbon pada alur (*groove*) ring piston. Analisis *fishbone diagram* mengelompokkan dugaan penyebab kegagalan ke dalam enam kategori, yaitu mesin, metode, lingkungan, manusia, material, dan pengukuran, dengan faktor dominan pada kategori mesin berupa deposit karbon, pelumasan yang buruk, dan panas berlebih (*overheating*). Pengujian metalografi menunjukkan inisiasi retak pada lapisan pelindung (*hard coating*) sampel patah. Uji kekerasan *microvickers* menunjukkan penurunan kekerasan sebesar 24%, dari rata-rata 1249,6 HV pada sampel normal menjadi 950 HV pada sampel patah, yang mengindikasikan terjadinya *thermal softening*. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, tiga faktor pada kategori mesin terkonfirmasi sebagai penyebab utama kegagalan, yaitu deposit karbon, pelumasan buruk, dan panas berlebih.

Kata Kunci: ring piston, analisis kegagalan, *fishbone diagram*, *thermal softening*



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 KEGAGALAN PATAH RING PISTON KOMPRESI PADA MESIN DIESEL EXCAVATOR KOMATSU HB365-1

Muhammad Fachri Ramadhan¹⁾, Vika Rizkia¹⁾, Andy Permana Rusdja¹⁾

¹⁾Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: muhammad.fachri.ramadhan.tm23@stu.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study analyzes the fracture failure of the compression piston ring on the diesel engine of a Komatsu HB365-1 excavator that experienced premature failure at 8,000 working hours. The methods used include visual observation, fishbone diagram analysis, metallographic testing, and microvickers hardness testing. Visual observation results indicate vertical scratches on the cylinder liner wall and carbon deposit accumulation in the piston ring groove. Fishbone diagram analysis grouped the suspected causes of failure into six categories, namely machine, method, environment, man, material, and measurement, with the dominant factors within the machine category being carbon deposits, poor lubrication, and overheating. Metallographic testing revealed crack initiation in the hard coating layer of the fractured sample. Microvickers hardness testing showed a 24% hardness reduction, from an average of 1249.6 HV in the normal sample to 950 HV in the fractured sample, indicating thermal softening. Based on these test results, three factors within the machine category were confirmed as the primary causes of failure, namely carbon deposits, poor lubrication, and overheating.

Keywords: piston ring, failure analysis, fishbone diagram, thermal softening



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul “**Analisis Kegagalan Patah Ring Piston Kompresi Pada Mesin Diesel Excavator Komatsu HB365-1**”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III Program Studi DIII Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada terhingga kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan berkat, rahmat, dan karunia-Nya selama melaksanakan Laporan Tugas Akhir sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini;
2. Kedua orang tua Penulis yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis dalam situasi dan kondisi apa pun;
3. Bapak Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini
4. Ibu Dr. Vika Rizkia, S.T., M.T. dan Bapak Andy Permana Rusdja, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini
5. Ibu Nabila Yudisha, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan dalam mengarahkan dalam pelaksanaan Laporan Tugas Akhir ini
6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan dukungan sejak awal perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan studi ini;
7. Pihak PT United Tractors Tbk yang telah memberikan izin dan kemudahan kepada penulis dalam memperoleh data serta informasi teknis yang dibutuhkan sebagai bahan penelitian dalam penyusunan Tugas Akhir ini;

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

8. Rekan-rekan Program Studi DIII Teknik Mesin yang telah memberikan semangat, dukungan, serta kebersamaan selama masa perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini;
9. Terakhir, kepada diri penulis sendiri, Muhammad Fachri Ramadhan. Terima kasih telah bertahan dan terus berusaha meski menghadapi berbagai tantangan. Semoga pencapaian ini menjadi pijakan awal untuk terus berkembang dan memberikan manfaat bagi orang-orang di sekitar.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna mengingat keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, khususnya dalam bidang analisis kegagalan komponen mesin diesel pada alat berat.

Depok, 09 Juli 2026



Muhammad Fachri Ramadhan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat	4
1.5.1. Penulis.....	4
1.5.2. Institusi.....	5
1.5.3. Industri	5
1.6. Lokasi Objek Tugas Akhir	5
1.7. Metode Penelitian.....	6
1.8. Sistematika Penulisan	6
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Komatsu	8
2.1.1. <i>Excavator</i>	9
2.1.2. HB365-1.....	10
2.1.3. Mesin Diesel	11
2.2. Sistem Piston dan Fungsinya	12
2.2.1. Komponen Sistem Piston.....	13
2.2.2. Kondisi Kerja Sistem Piston	15
2.2.3. Hubungan Sistem Piston dengan Kegagalan Ring Piston	16
2.2.4. Pemuaian Panjang Ring Piston Akibat Beban Termal	18
2.3. Analisis Kegagalan.....	18
2.3.1. <i>Fatigue failure</i> (Kelelahan Material)	19



Hak Cipta :

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

2.3.2. <i>Thermal failure</i> (Kegagalan Akibat Temperatur Tinggi)	19
2.4. Kegagalan Ring Piston Kompresi	20
2.4.1. Panas Berlebih (<i>Overheating</i>)	21
2.4.2. Posisi <i>End gap</i> Yang Tidak Sesuai	21
2.4.3. Sistem pelumasan yang tidak optimal	22
2.4.4. Terdapat Deposit Karbon Pada Piston <i>Groove</i>	23
2.5. Analisis Kegagalan (<i>Failure Analysis</i>)	24
2.6. Bahan Sifat mekanik	24
2.7. Hubungan Kekerasan dan <i>Thermal softening</i>	24
2.8. Struktur Mikro Material	25
2.9. Metode Analisis Kegagalan	26
2.9.1. <i>Fishbone diagram</i>	27
2.9.2. Pengujian Mikrostruktur (Metalografi)	28
2.9.3. Pengujian Kekerasan <i>Microvickers</i>	29
BAB III	31
METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Jenis Pendekatan Penelitian	31
3.2. Objek Penelitian	31
3.3. Teknik Pengumpulan Data	32
3.3.1. Data Primer	32
3.3.2. Data Sekunder	33
3.4. Diagram Alir Penelitian	34
3.5. Penjelasan Langkah Kerja	34
BAB IV	40
HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Observasi Visual Komponen	40
4.2. Perumusan <i>Fishbone diagram</i>	41
4.3. Hasil Pengujian Metalografi	44
4.3.1. Hasil Foto Mikro Ring Piston Kondisi Normal	45
4.3.2. Hasil Foto Mikro Ring Piston Kompresi kondisi patah	46
4.3.3. Pembahasan Perbandingan	46
4.4. Hasil Pengujian Kekerasan <i>Microvickers</i>	47
4.4.1. Pembahasan	48
4.5. Analisis dan pembahasan	49
4.6. Usulan Solusi	50
BAB V	52
KESIMPULAN DAN SARAN	52



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

5.1. Kesimpulan	52
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN.....	62
Data Pengujian	62
Hasil Uji Kekerasan <i>Microvickers</i> (Sampel Patah).....	62
Hasil Uji Kekerasan <i>Microvickers</i> (Sampel Kondisi Normal).....	63
Hasil Uji Metalografi (Sampel Kondisi Normal).....	64
Hasil Uji Metalografi (Sampel Kondisi Patah).....	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 Komatsu	9
Gambar 2.2 Excavator.....	10
Gambar 2.3 HB365-1	11
Gambar 2.4 Mesin Diesel.....	12
Gambar 2.5 Piston.....	13
Gambar 2.6 Komponen Piston	14
Gambar 2.7 Cara Kerja Mesin Diesel	15
Gambar 2.8 Blowby	17
Gambar 2.9 Fatigue failure	19
Gambar 2.10 Piston ring End gap	22
Gambar 2.11 deposit Karbon	23
Gambar 2.12 Fishbone diagram	28
Gambar 2.13 Metalografi	29
Gambar 2.14 Microvickers.....	30
Gambar 3.1 Ring Piston	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 4.1 (a) Goresan vertikal pada dinding liner silinder (b) Kondisi permukaan Piston dengan penumpukan deposit karbon pada groove.	40
Gambar 4.2 Fishbone diagram	41
Gambar 4.3 Hasil Foto Mikro Ring Piston Kondisi Normal	45
Gambar 4.4 Hasil Foto Mikro Ring Piston Kompresi kondisi patah	46
Gambar 4.5 Sampel Uji Kekerasan ring Piston (Lokasi Normal).....	47
Gambar 4.6 Sampel Uji Kekerasan ring Piston (Lokasi Patah)	47



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 Hasil Uji Kekerasan Ring Piston Normal	48
Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Ring Piston patah	48





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

Perkembangan industri alat berat menuntut setiap komponen mesin bekerja secara optimal guna menjamin produktivitas, efisiensi, dan keandalan unit di lapangan. Salah satu komponen utama pada mesin diesel *excavator* adalah sistem pembakaran. Sistem pembakaran ini sangat dipengaruhi oleh kondisi komponen di dalam silinder, terutama piston dan ring piston kompresi [1], [2].

Ring Piston kompresi merupakan komponen penting yang berfungsi untuk menjaga kompresi di dalam ruang bakar. Selain itu, komponen ini juga berfungsi mengontrol pelumasan oli serta mencegah kebocoran gas hasil pembakaran ke dalam *crankcase*. Pada unit *excavator* seperti Komatsu HB365-1, ring Piston kompresi bekerja pada kondisi ekstrem, yaitu tekanan tinggi, temperatur tinggi, serta beban siklik yang terus-menerus selama mesin beroperasi [3].

Penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa ring Piston mesin diesel yang terpapar panas tinggi selama mesin beroperasi dapat mengalami degradasi material dan patah sebelum mencapai batas jam kerjanya[4]. Namun kajian tersebut dilakukan pada mesin diesel kapal, sehingga penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menganalisis mekanisme kegagalan serupa pada mesin diesel *excavator* alat berat yang beroperasi dengan beban berat secara terus-menerus. Dalam kondisi kerja yang berat dan berkelanjutan, ring Piston kompresi berpotensi mengalami kegagalan, salah satunya adalah patah. Kegagalan patah ring Piston kompresi dapat menyebabkan berbagai permasalahan serius seperti penurunan kompresi, meningkatnya konsumsi oli, terjadinya *blow-by*, serta penurunan performa mesin secara keseluruhan. Selain itu, kegagalan ini juga dapat memicu kerusakan lanjutan pada komponen lain seperti dinding silinder dan Piston[5].



Hak Cipta :

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

Kegagalan patah ring Piston kompresi umumnya disebabkan oleh beberapa faktor material, antara lain kelelahan material (*fatigue*) dan temperatur kerja yang tinggi (*Overheating*). Selain faktor tersebut, pelumasan yang tidak optimal, keausan, serta adanya deposit karbon yang menghambat pergerakan ring Piston kompresi turut menjadi penyebab kegagalan. Selain itu, kesalahan operasional dan kondisi kerja yang tidak sesuai standar juga dapat mempercepat terjadinya kegagalan pada komponen ini [5].

Berdasarkan pentingnya fungsi dan peran vital ring Piston, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis penyebab terjadinya patah pada ring Piston yang ditemukan penulis dalam proses *on-job training*. Pada kondisi tersebut, ring Piston yang patah memiliki umur pakai yang masih relatif muda, yaitu 8.000 jam kerja, sehingga mengindikasikan terjadinya *premature failure*. Temuan ini menunjukkan bahwa kegagalan tidak terjadi sesuai umur pakai yang seharusnya, melainkan lebih awal dari kondisi normal.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kegagalan tersebut, baik dari sisi material, kondisi operasi, pelumasan, temperatur kerja, maupun faktor pendukung lainnya. Untuk mengungkap mekanisme kegagalan ring piston secara akurat, observasi visual dilakukan yang hasilnya diperkuat oleh pengujian lebih lanjut, yaitu melalui pendekatan metalurgi yang mendalam melalui pengujian mikrostruktur guna mengidentifikasi perubahan fase atau retak mikro (*micro-crack*) [4], [6], serta uji kekerasan *microvickers* untuk mengevaluasi degradasi sifat mekanik akibat panas yang dialami komponen [4]. Seluruh temuan tersebut nantinya dipetakan menggunakan *fishbone* untuk menentukan akar penyebab secara sistematis [7], yang Hasilnya nanti diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan penyebab utama patahnya ring Piston kompresi serta memberikan rekomendasi teknis agar kerusakan serupa tidak terulang 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

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang timbul dalam melakukan analisis yaitu:

1. Apa saja faktor yang menyebabkan terjadinya patah pada ring Piston kompresi pada mesin diesel *excavator* Komatsu HB365-1?
2. Bagaimana identifikasi penyebab kegagalan tersebut secara sistematis menggunakan metode *fishbone diagram*?
3. Bagaimana perubahan mikrostruktur dan sifat mekanis kekerasan setelah mengalami kegagalan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai Penulis dalam penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi faktor penyebab patahnya ring Piston kompresi pada mesin diesel.
2. Menentukan akar penyebab kegagalan secara sistematis melalui penyusunan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*).
3. Menganalisis perubahan mikrostruktur dan sifat mekanik kekerasan material ring piston melalui pengujian metalografi dan uji kekerasan *microvickers* pada komponen yang mengalami kegagalan.



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

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan analisis ini lebih terarah, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Analisis difokuskan pada komponen ring Piston kompresi pada mesin diesel *excavator* Komatsu HB365-1
2. Data penelitian berasal dari hasil observasi lapangan, dokumentasi, serta referensi teknis yang relevan melalui observasi dari unit *excavator* Komatsu HB365-1 di lapangan.
3. Metode analisis mencakup *fishbone diagram*, pengujian metalografi (mikrostruktur), dan uji kekerasan *microvickers*.
4. Penelitian ini hanya melakukan proses pengujian kekerasan dan mikrostruktur penampang melintang (*cross section*)
5. Data yang digunakan berasal dari hasil observasi lapangan, dokumentasi, serta referensi teknis yang relevan.

1.5. Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan Penulis dalam penyusunan tugas akhir yaitu:

1.5.1. Penulis

Analisis kegagalan patah ring Piston kompresi ini memberikan manfaat bagi penulis dalam meningkatkan kemampuan analisis kegagalan komponen mesin secara sistematis dan berbasis data. Penulis memperoleh pengalaman langsung dalam melakukan investigasi teknis terhadap kasus nyata pada industri alat berat, mulai dari identifikasi kerusakan evaluasi perubahan sifat material melalui pengujian mikrostruktur dan *microvickers*, analisis penyebab menggunakan metode *fishbone diagram*.



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

Selain itu, penelitian ini memperdalam pemahaman penulis mengenai mekanisme kerja dan potensi kegagalan pada komponen mesin diesel, khususnya pada ring Piston kompresi yang berperan penting dalam proses pembakaran dan penyekat di dalam silinder.

1.5.2. Institusi

1. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi akademik dalam pembelajaran terkait analisis kegagalan material, elemen mesin, dan sistem kerja mesin diesel pada alat berat.
2. Penelitian ini dapat dijadikan sebagai studi kasus nyata di industri yang dapat memperkaya materi pembelajaran pada Program Studi Teknik Mesin.

1.5.3. Industri

1. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam mengidentifikasi faktor penyebab kegagalan patah ring Piston kompresi pada unit *excavator* Komatsu HB365-1 di PT United Tractors Tbk.
2. Hasil analisis dapat digunakan sebagai bahan evaluasi terhadap prosedur operasional dan perawatan (*maintenance*), sehingga risiko kerusakan serupa dapat diminimalkan.
3. Dengan adanya evaluasi ini, penyebab kegagalan dapat diketahui sehingga kerusakan yang sama dapat dicegah agar tidak terulang kembali.

1.6. Lokasi Objek Tugas Akhir

Pengerjaan tugas akhir ini dilaksanakan di salah satu *workshop* PT United Tractors Tbk yang berlokasi di Jakarta Timur. Objek analisis dalam penelitian ini adalah unit *excavator* Komatsu HB365-1 yang mengalami kerusakan pada komponen ring Piston kompresi pada mesin diesel.

Pengambilan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap komponen yang mengalami kegagalan, dokumentasi kondisi kerusakan, serta



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

diskusi teknis dengan pihak terkait di lapangan. Selain itu, proses analisis juga didukung dengan konsultasi akademik di Politeknik Negeri Jakarta.

1.7. Metode Penelitian

Dalam menyusun laporan tugas akhir, penulis menggunakan beberapa metode seperti berikut:

1. Studi lapangan, dengan melakukan observasi kerusakan, pengumpulan data teknis, dan pengambilan sampel komponen.
2. Studi literatur, dengan cara mengumpulkan data dari sumber-sumber literatur terkait.
3. Pengujian, melakukan uji metalografi, uji *microvickers*, dan analisis menggunakan *fishbone diagram* untuk mendapatkan data pendukung dalam menentukan akar penyebab kegagalan.

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir dengan judul: “**Analisis Kegagalan Patah Ring Piston kompresi pada Mesin Diesel Excavator Komatsu HB365-1**” disusun sebagai berikut:

1. BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

2. BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi teori tentang ring Piston kompresi, mesin diesel, mekanisme kerja Piston, jenis-jenis kegagalan material, serta metode analisis kegagalan.

3. BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan alur penelitian, prosedur pengambilan data di lapangan, tahapan pengujian metalurgi (uji mikrostruktur dan uji



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

kekerasan *microvickers*), serta prosedur analisis data menggunakan *fishbone diagram*.

4. **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil analisis kegagalan ring Piston kompresi berdasarkan data yang diperoleh, termasuk identifikasi penyebab kegagalan, hasil analisis *fishbone diagram*, serta hasil Pengujian yang dilakukan.

5. **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan untuk mencegah terjadinya kegagalan serupa di masa mendatang.

6. **DAFTAR PUSTAKA**

7. **LAMPIRAN**



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA