



© 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



**ANALISA *HYDRAULIC LOW POWER* PADA UNIT
EXCAVATOR KOBELCO SK 200 -10
PT. DAYA KOBELCO *CONSTRUCTION MACHINERY***

LAPORAN TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

**Fikry Deny Haryadi
2202317005
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN PSDKU DEMAK

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**ANALISA *HYDRAULIC LOW POWER* PADA UNIT
EXCAVATOR KOBELCO SK 200 -10
PT. DAYA KOBELCO *CONSTRUCTION MACHINERY***

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

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Disusun Oleh :
Fikry Deny Haryadi
2202317005**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN KAMPUS DEMAK
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2025



Hak Cipta :

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

HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA *HYDRAULIC LOW POWER* PADA UNIT *EXCAVATOR*
KOBELCO SK 200 -10
PT. DAYA KOBELCO CONSTRUCTION MACHINERY

Oleh:

Fikry Deny Haryadi

NIM. 2202317005

Program studi Diploma 3 Teknik Mesin PSDKU Demak

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1

Ir. Edy Ismail, M. Pd., IPP
NIP. 198105132024211007

Pembimbing 2

Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T., M.T.
NIP. 197111142006041001

Ketua Program Studi D3 Teknik Mesin PSDKU Demak

Ir. Edy Ismail, M. Pd., IPP
NIP. 198105132024211007



Hak Cipta :

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

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA *HYDRAULIC LOW POWER* PADA UNIT *EXCAVATOR* KOBELCO SK 200 -10 PT. DAYA KOBELCO *CONSTRUCTION MACHINERY*

Oleh:

Fikry Deny Haryadi

NIM. 2202317005

Program Studi Diploma 3 Teknik Mesin PSDKU Demak

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 16 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi D3 Teknik Mesin PSDKU
Jurusan Teknik Mesin.

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Hamid Ramadhan Nur, S.Pd., M.Pd	Penguji 1		29 Juli 2025
2.	Rouf Muhammad, S.T., M.T.	Penguji 2		30 Juli 2025
3.	Ir. Edy Ismail, S.Pd., M.Pd., IPP.	Moderator		30 Juli 2025

Depok, Juli 2025

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng. Ir. Muslimin, ST., MT., IWE

NIP. 197707142008121005



Hak Cipta :

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

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fikry Deny Haryadi

NIM : 2202317005

Program Studi : D3 Teknik Mesin PSDKU

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.

Demak, 11 Juli 2025



Fikry Deny Haryadi

NIM. 2202317005



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 *HYDRAULIC LOW POWER* PADA UNIT *EXCAVATOR* KOBELCO SK 200 -10 PT. DAYA KOBELCO CONSTRUCTION MACHINERY

Fikry Deny Haryadi¹⁾, Edy Ismail¹⁾, Gun Gun Ramdhan Gunadi¹⁾

Program Studi Diploma III Teknik Mesin PSDKU Demak, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik

Negeri Jakarta, Depok, 1624

Email: fikry.deny.haryadi.tm22@mhswn.pnj.ac.id

ABSTRAK

hydraulic low power pada unit Excavator Kobelco SK 200-10 dapat mengganggu kinerja operasional dan menurunkan efisiensi kerja di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penyebab utama terjadinya gangguan tersebut serta memberikan solusi perbaikan yang tepat. Metode yang digunakan adalah *7 Steps of Troubleshooting*, meliputi identifikasi, analisis, perbaikan, hingga evaluasi. Hasil pengamatan dan wawancara menunjukkan bahwa penyebab utama kerusakan adalah pada *main hydraulic pump* yang mengalami keausan, penggunaan oli tidak sesuai spesifikasi, serta kurangnya perawatan rutin. Selain itu, faktor lingkungan kerja yang ekstrem dan kesalahan operasional turut memperparah kondisi pompa. Setelah dilakukan penggantian pompa, pembersihan sistem hidrolik, serta penggantian filter dan oli, performa unit kembali normal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tekanan sistem kembali sesuai standar pabrik dan fungsi attachment berjalan optimal. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam perawatan sistem hidrolik dan mencegah kerusakan serupa di masa mendatang.

Kata kunci: *Hydraulic low power, Excavator, Troubleshooting, Main pump, Sistem hidrolik.*



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 *HYDRAULIC LOW POWER* PADA UNIT *EXCAVATOR* KOBELCO SK 200 -10 PT. DAYA KOBELCO CONSTRUCTION MACHINERY

Fikry Deny Haryadi¹⁾, Edy Ismail¹⁾, Gun Gun Ramdhan Gunadi¹⁾

Program Studi Diploma III Teknik Mesin PSDKU Demak, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik
Negeri Jakarta, Depok, 1624

Email: fikry.deny.haryadi.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

ABSTRACT

Low hydraulic power in the Kobelco SK 200-10 excavator unit can interfere with operational performance and reduce work efficiency in the field. This study aims to identify the main causes of these disturbances and provide appropriate solutions. The method used is the 7 Steps to Problem Solving, including identification, analysis, repair, and evaluation. Observations and interviews revealed that the primary causes of the damage were wear on the main hydraulic pump, use of oil that did not meet specifications, and lack of routine maintenance. Additionally, extreme working conditions and operational errors further exacerbated the pump's condition. After replacing the pump, cleaning the hydraulic system, and replacing the filter and oil, the unit's performance returned to normal. Test results showed that system pressure returned to factory standards and auxiliary equipment functions operated optimally. This study is expected to serve as a reference for hydraulic system maintenance and prevent similar failures in the future.

Keywords: Low-pressure hydraulic, Excavator, Troubleshooting, Main pump, Hydraulic system.



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 dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat- Nya laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Diploma III untuk mendapatkan gelar pada Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulis menyadari bahwa penyelesaian laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bimbingan berbagai pihak selama masa perkuliahan hingga pelaksanaan Magang. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Muslimin, S.T., M.T., IWE selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta;
2. Bapak Ir. Edy Ismail, M. Pd., IPP selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin PSDKU Politeknik Negeri Jakarta dan dosen pembimbing 1 yang telah menyediakan waktu, tenaga;
3. Bapak Gun Gun Ramdhan Gunadi, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang selalu mengarahkan penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini;
4. Pak Darmanto, selaku Pembimbing perusahaan dan pihak PT. DKCMI Divisi *Product Support* yang telah banyak membantu dalam memberi arahan;
5. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;



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

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Demak, 11 Juli 2025

Fikry Deny Haryadi
NIM. 2202317005





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	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABLE	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Metode Penulisan.....	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 <i>Excavator</i> Kobelco SK 200 -10.....	8
2.2 <i>Hydraulic Low Power</i>	8
2.2.1 <i>Hydraulic Pressure Low</i> (Tekanan Hidraulik Rendah).....	9
2.2.2 <i>Flow</i> (Aliran Oli yang Terhambat atau Tidak Optimal).....	10
2.2.3 <i>Hydraulic Drift</i>	12
2.3 <i>Troubleshooting</i>	13
2.4 <i>7 Step of Troubleshooting</i>	15
2.5 Sistem Hidrolik.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1 Flowchart Alur Penelitian	23

3.2 Penjelasan Langkah Kerja Sekaligus Metode Pemecahan.....	24
3.2.1 Identifikasi Permasalahan	24
3.2.2 Pemeriksaan Awal.....	24

3.2.3 Menuliskan Identifikasi Permasalahan.....	24
3.2.4 Analisis dan Penentuan Akar Masalah	24
3.2.5 Pelaksanaan Perbaikan	24
3.2.6 Verifikasi Perbaikan	25
3.2.7 Evaluasi Perbaikan	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Identifikasi Masalah Yang Terjadi	26
4.2 Pemeriksaan Awal.....	27
4.3 Menuliskan Identifikasi Permasalahan	32
4.4 Analisis dan Penentuan Akar Masalah.....	35
4.5 Pelaksanaan Perbaikan.....	40
4.6 Verifikasi Perbaikan	49
4.7 Evaluasi Perbaikan.....	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN	57



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 TABLE

Table 4. 1 Evaluasi Faktor Manusia (<i>Human</i>).....	36
Table 4. 2 Evaluasi Faktor Metode (<i>Method</i>).....	37
Table 4. 3 Evaluasi Faktor Material	37
Table 4. 4 Evaluasi Faktor Mesin (<i>Machine</i>)	38
Table 4. 5 Evaluasi Faktor Lingkungan (<i>Environment</i>).....	39
Table 4. 6 Evaluasi Faktor Pengukuran (<i>Measurement</i>).....	39
Table 4. 7 Alat dan fungsi.....	40



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 Unit <i>Excavator</i> Kobelco SK 200 -10 (sumber: https://www.kobelco.com.au/product/sk200-10/)	8
Gambar 2. 2 Sistem Hidrolik.....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	23
Gambar 4. 1 Pemeriksaan Visual Unit (sumber: dokumentasi pribadi)	32
Gambar 4. 2 Monitor <i>Display Rpm dan Pressure</i> (sumber: dokumentasi pribadi)	33
Gambar 4. 3 Monitor <i>Display Trouble History</i> (sumber: dokumentasi pribadi).....	34
Gambar 4. 4 <i>Error Code</i> (sumber: Shop Manual).....	35
Gambar 4. 5 <i>Fishbone</i> Diagram Kerusakan Pompa Hidrolik.....	36
Gambar 4. 6 <i>Drain Hydraulic Oil</i>	41
Gambar 4. 7 <i>Main Pump Old and New Main Pump</i>	42
Gambar 4. 8 <i>Cleaning hose suction main pump</i>	42
Gambar 4. 9 <i>Cleaning inlet filter</i>	43
Gambar 4. 10 Proses <i>Flushing Hydraulic Tank</i> (sumber: dokumentasi pribadi) ..	44
Gambar 4. 11 <i>Install main pump and hose</i> (sumber: dokumentasi pribadi).....	45
Gambar 4. 12 <i>Install new strainer hydraulic tank</i> (dokumentasi: pribadi)	46
Gambar 4. 13 <i>Install new filter hydraulic tank</i> (dokumentasi: pribadi).....	47
Gambar 4. 14 <i>fill oil hydraulic</i> (Sumber: dokumentasi pribadi)	48
Gambar 4. 15 <i>Test pressure main pump</i> (sumber: dokumentasi pribadi)	49
Gambar 4. 16 Komponen <i>Main Pump</i> (sumber: dokumentasi pribadi)	50
Gambar 4. 17 Proses Pengujian Unit di Lokasi.....	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Main Pump</i> dan peralatan.....	57
Lampiran 2 foto bersama teknisi	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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada proyek konstruksi dibutuhkan alat berat yang mampu mempercepat pekerjaan seperti penggalian, pengangkutan, perataan tanah, dan pemindahan material. Salah satu alat berat yang paling sering digunakan untuk kebutuhan tersebut adalah *excavator* (Hard et al., 2020). *Excavator* adalah salah satu jenis alat berat yang berfungsi untuk memindahkan material, dan dengan penggunaan *attachment* tertentu, dapat pula digunakan sebagai alat pemotong kayu. Alat ini dirancang untuk mempermudah pekerjaan berat sehingga menjadi lebih ringan, mempercepat proses kerja, serta menghemat waktu pengerjaan dengan dibantu sistem hidrolik sebagai sumber tenaga. Secara umum, *excavator* banyak dimanfaatkan untuk (1) menggali parit, lubang, dan pondasi; (2) Merobohkan atau menghancurkan bangunan; (3) Meratakan permukaan tanah; (4) Mengangkat serta memindahkan material; (5) Mengeruk endapan di Sungai; (6) Kegiatan pertambangan (7) Memotong kayu. *Excavator* hidrolik digunakan secara luas terutama ketika penyediaan listrik ke daerah pedesaan sulit dan diperlukan dalam penambangan skala kecil (Kirmanli & Ercelebi, 2019).

Alat berat konstruksi dan pertambangan, misalnya *excavator*, tenaga hidrolik digunakan untuk menggerakkan *boom*, *arm*, dan *bucket*. *Excavator* memiliki tiga bagian utama, yaitu *upperstructure*, *front attachment*, dan *undercarriage*. *Front attachment* yang terdiri dari *boom*, *arm*, dan *bucket* berperan penting dalam menjalankan fungsi kerja *excavator*. Oleh karena itu, operator harus memahami teknik pengoperasian yang benar agar kinerja *excavator* optimal dan kerusakan dapat diminimalkan (Hard et al., 2020). Permasalahan di *excavator* melalui pendekatan sistematis untuk mendiagnosis dan menyelesaikan masalah terjadi pada komponen mesin, sistem hidrolik, kinerja operasional, sistem kelistrikan, dan transmisi (Kirmanli & Ercelebi, 2019). Permasalahan juga terjadi karena terperangkapnya udara dalam sistem, yang menyebabkan tekanan *drop* dan gerakan

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

tidak stabil (*jerky*) pada aktuator hidrolik *Vocal*. Hal ini disebabkan *throttling losses* dan *mismatch* antara pompa dan beban kerja aktuator menjadi faktor signifikan dalam mengurangi efisiensi energi, hanya sekitar 21–30% dari energi yang dihasilkan mesin digunakan secara efektif oleh sistem hidrolik. (Ge et al., 2019). Akibat dari operasi beban berat secara terus-menerus dapat menyebabkan *overheating* pada fluida, mempercepat degradasi *viscositas* dan menurunkan performa sistem. Kondisi-kondisi ini umum terjadi pada *excavator low-power* di lapangan, tetapi sering kali tidak terdeteksi secara menyeluruh sehingga perbaikannya hanya bersifat reaktif. (Rakhutin et al., 2023).

Namun, pada peralatan tambang, sering terjadi kerusakan akibat kegagalan sistem hidrolik. Kegagalan pompa hidrolik bisa disebabkan oleh beberapa hal, seperti desain sistem yang kurang baik, penggunaan fluida berkualitas rendah, atau pengendalian kontaminasi yang tidak optimal. (Hidayat et al., 2022). Masalah *hydraulic low power* pada *excavator* sering kali disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kebocoran fluida, kerusakan komponen pompa, atau kurangnya perawatan rutin. Ketika sistem hidrolik tidak berfungsi dengan baik, hal ini menyebabkan performa *excavator* menurun dan dapat mengakibatkan keterlambatan dalam proyek yang sedang berjalan. Analisis mendalam mengenai penyebab dan solusi dari masalah ini sangat penting untuk meminimalkan *downtime* dan meningkatkan efisiensi operasional alat berat. (Naksir et al., 2022).

Downtime excavator mengacu pada periode ketika mesin tidak beroperasi karena gangguan teknis atau pemeliharaan, yang secara langsung mengurangi produktivitas dan meningkatkan biaya operasional. Studi di Serbia menunjukkan bahwa *downtime* pada *excavator* sering terjadi akibat faktor mekanis, elektrik, dan operasional termasuk kerusakan hidrolik, kegagalan sistem kelistrikan, dan kesalahan penggunaan dan memiliki durasi yang signifikan dibandingkan jenis alat berat lainnya (Spasojević-Brkić et al., 2022). Selain itu, pada *excavator* hidrolik, komponen seperti selang, silinder, dan katup memegang peranan kritis: kegagalan pada bagian tersebut, terutama *seal* atau *pilot hose*, sering menjadi penyebab *downtime* karena perlu dilakukan perbaikan atau penggantian komponen utama (Suryo & Bayuseno, 2018). Penelitian lain juga menggunakan model jaringan saraf

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

tiruan (ANN) untuk memprediksi *downtime excavator*, menyimpulkan bahwa metode prediktif terbukti membantu mengurangi frekuensi *downtime* dengan memberikan peringatan dini mengenai potensi kegagalan. (Brkić et al., 2024).

Penelitian kegagalan sistem hidrolik pada *excavator* selama ini sebagian besar hanya menyoroti perbaikan komponen yang rusak tanpa menelusuri akar penyebab secara mendalam. Banyak studi yang fokus pada analisis performa pompa hidrolik atau kerusakan akibat kontaminasi fluida, namun pendekatannya masih bersifat deskriptif dan reaktif. (Hidayat et al., 2022). Selain itu, kebanyakan riset diarahkan pada *excavator* berkapasitas besar dan berbasis simulasi performa seperti *energy flow analysis*, sehingga konteks *excavator low power* yang digunakan di lapangan tambang atau konstruksi lokal masih minim pembahasan. Metode terstruktur seperti *Fishbone Diagram*, sudah diterapkan di beberapa sektor industri mesin berat, namun belum banyak diadopsi secara spesifik untuk menganalisis kegagalan performa hidrolik *excavator* jenis *low-power* (S. Li et al., 2021). Akibatnya, hubungan antara faktor desain, kualitas fluida, kontaminasi, dan pola operasional dengan gejala *hydraulic low power* belum terpetakan secara komprehensif. Hal ini menunjukkan perlunya penelitian baru yang mengintegrasikan RCA dan pendekatan analitis lainnya untuk menemukan akar penyebab kegagalan secara lebih akurat dan aplikatif.

Pada tugas akhir ini, penulis akan melakukan analisis *troubleshoot* terhadap masalah *hydraulic low power* pada unit *excavator* Kobelco SK 200 -10. Dengan pendekatan sistematis, diharapkan dapat identifikasi penyebab utama dari masalah tersebut dan memberikan rekomendasi perbaikan yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi yang signifikan bagi pemeliharaan dan pengoperasian *excavator*, serta meningkatkan pemahaman mengenai sistem hidrolik pada alat berat di industri konstruksi. (Aditya et al., 2024).

Tujuan utama penelitian mengidentifikasi dan menganalisis secara mendalam akar penyebab kegagalan sistem hidrolik pada *excavator low-power*. Pertama, penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi gejala dan modus kegagalan (*failure modes*) yang menyebabkan performa hidrolik rendah, termasuk masalah seperti kebocoran, kontaminasi, atau desain sistem yang kurang optimal, sebagaimana

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

teknik *failure mode analysis* sebelumnya diterapkan pada sistem hidrolik industri berat (A et al., 2019).

Beberapa model analisa kerusakan pada kegagalan sistem hidrolik *excavator low-power*, dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain penggunaan metode tersebut, menerapkan penelusuran atau analisis akar masalah maupun pencarian literatur menemukan istilah *root cause analysis* (RCA), *why-because analysis* (WBA), *fishbone* diagram, dan *why-why analysis* yang umumnya digunakan di bidang teknik. (Ari, 2020). Model RCA yang umum digunakan antara lain *Fault Tree Analysis* (FTA), *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), serta diagram sebab-akibat seperti *Fishbone* dan pendekatan *5-Why* (G. Li & Zhang, 2019). FTA bekerja secara *top-down* untuk memetakan bagaimana laju kerusakan (*top event*) terjadi dari gabungan sub-kejadian, dan telah diterapkan pada *excavator* berukuran menengah dengan menggabungkan sistem pakar dan analisis fuzzy untuk diagnosis otomatis.

Beberapa penelitian mengintegrasikan data lapangan dengan FTA menggunakan teori Dempster-Shafer dan metode nilai kasar (*rough set*) untuk mengatasi ketidakpastian data, sehingga menghasilkan penilaian probabilitas dasar yang lebih akurat untuk sistem hidrolik kasar. (S. Li et al., 2021). Selain itu, kombinasi FTA dengan Jaringan Syaraf Fuzzy (*fuzzy neural network*) telah diterapkan untuk mendeteksi dini gejala kerusakan pada *excavator*, menggabungkan kaidah logika fuzzy dan kemampuan belajar jaringan syaraf untuk diagnosa yang adaptif

Selanjutnya, penelitian mengaplikasikan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan teknik seperti *fishbone* diagram, untuk menyusun diagram sebab-akibat dan mengungkap akar utama kegagalan, sebagaimana dijelaskan dalam literatur RCA untuk sistem hidrolik (Subramanian, 2025).

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa yang menyebabkan kerusakan *Hydraulic Low Power* pada unit *excavator* Kobelco SK 200 -10 di PT. Daya Kobelco *Construction Machinery*?
2. Bagaimana penyelesaian masalah yang menyebabkan *hydraulic low power*



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

pada unit *Excavator* Kobelco SK 200 -10?

1.3 Tujuan

Pembuatan tugas akhir ini bertujuan untuk :

1. Mencari penyebab kerusakan *hydraulic low power* pada unit *Excavator* Kobelco SK 200 -10.
2. Memperbaiki Kerusakan yang menyebabkan *hydraulic low power* pada unit *Excavator* Kobelco SK 200 -10.

1.4 Manfaat

1. Menambah dan mengembangkan kemampuan *hardskill* seperti analisis teknis dan keterampilan mekanis, serta *softskill* seperti pemecahan masalah dan komunikasi teknis dalam menangani permasalahan *hydraulic low power* pada unit *Excavator* Kobelco SK 200 -10.
2. Meningkatkan pengetahuan, wawasan, dan pengalaman praktis dalam melakukan proses *troubleshooting* sistem hidrolik, khususnya dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan menyelesaikan gangguan pada unit *excavator* Kobelco SK 200-10 secara sistematis dan efektif.

1.5 Batasan Masalah

Penulisan tugas akhir ini, pembahasan difokuskan pada proses penyelesaian masalah *hydraulic low power* pada unit *Excavator* Kobelco SK 200 -10 dengan menggunakan metode *7 Steps of Troubleshooting*. Penulis membatasi analisis hanya pada pemeriksaan visual terhadap komponen *hydraulic pump* serta identifikasi dan analisis penyebab kerusakan yang berkaitan langsung dengan gangguan daya hidrolik. Aspek lain di luar sistem pompa hidrolik tidak menjadi fokus dalam kajian ini.

1.6 Metode Penulisan

Untuk memperoleh data yang relevan dan akurat sebagai dasar dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis melakukan pengumpulan data melalui beberapa metode 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

a. Observasi

Melakukan pengamatan langsung terhadap unit *Excavator* Kobelco SK 200-10 untuk menilai kondisi aktual dari permasalahan *hydraulic low power*, serta mencatat data teknis dan kondisi komponen sebagai referensi dalam penyusunan laporan dan analisis lebih lanjut.

b. Wawancara

Wawancara dengan Operator Unit *Excavator* Kobelco SK 200 -10 sebagai orang yang bertanggung jawab terhadap unit pada saat pekerjaan dilakukan dan orang yang tau bagaimana kondisi unit tersebut.

c. Melakukan studi pustaka untuk mengumpulkan data dan informasi dari jurnal, artikel dan sumber data lainnya yang sesuai dengan masalah objek penelitian yaitu Analisa *Hydraulic Low Power* pada Unit *Excavator* Kobelco SK 200 -10.

1.7 Sistematika Penulisan

Memberikan gambaran yang lebih mudah dalam penyusunan tugas akhir ini sekaligus agar lebih mudah dalam melakukan pembahasan dalam keseluruhan tugas akhir. maka penulis menyusunnya dalam draf penulisan yang sistematis, yaitu kerangka kerja dan pedoman dalam penulisan tugas akhir. Sistem penulisannya sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan Menjelaskan mengenai latar belakang masalah, tujuan, manfaat, metode penulisan dan sistematika penulisan.
- Bab II Tinjauan Pustaka Menjelaskan mengenai, definisi prinsip excavator, definisi *hydraulic low power* dan penyebab *hydraulic low power*, definisi sistem hidrolik, definisi *troubleshoot*, serta langkah-langkah pelaksanaan *7 step troubleshooting*.
- Bab III Metodologi Menjelaskan mengenai diagram alir, penjelasan Langkah kerja, dan metode pemecahan masalah.
- Bab IV Hasil dan Pembahasan Menjelaskan proses *troubleshooting* dan menganalisis data-data serta perbaikan dari masalah.



© 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

- Bab V Penutup Menjelaskan mengenai kesimpulan akhir penelitian dan saran-saran yang direkomendasikan berdasarkan pengalaman di lapangan untuk perbaikan proses pengujian 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

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis dan proses troubleshooting menggunakan metode *7 Steps of Troubleshooting*, ditemukan bahwa penyebab utama *hydraulic low power* pada unit *excavator* Kobelco SK 200-10 adalah kerusakan pada *main hydraulic pump*, yang diperparah oleh kualitas oli yang tidak sesuai spesifikasi dan kurangnya perawatan rutin.
2. Setelah dilakukan penggantian main pump, pembersihan sistem hidrolik, serta penggantian filter dan oli, kinerja unit kembali optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem hidrolik mampu menghasilkan tekanan sesuai standar pabrik, dan seluruh attachment dapat berfungsi dengan normal.

5.2 Saran

1. Perawatan rutin harus dilakukan secara konsisten sesuai dengan jadwal dan standar operasional untuk mencegah kerusakan komponen hidrolik, terutama main pump, yang merupakan komponen vital dalam sistem excavator.
2. Diperlukan pelatihan berkala bagi operator dan teknisi dalam memahami prosedur perawatan serta penggunaan oli dan komponen sesuai spesifikasi pabrikan, guna menjaga performa sistem dan memperpanjang usia pakai unit.



Hak Cipta :

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

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

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta

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

DAFTAR PUSTAKA

- A, A. R., Janardhana, K., D, M. B., & Drakshayani, D. N. (2019). *Performance Analysis of Swing Machinery Using Root Cause Analysis*. VIII(Viii), 131–134.
- Aditia, A. P. (2024). *Analisis Perawatan Mesin Pada Komponen Mobile Crane Kobelco Rk 450 Dengan Metode Reliability Centered Maintenance Ii (Rcm Ii) Dan Age Replacement*. Rcm Ii, 1–94.
- Aditya, J. P., Wijayanto, D. S., & Towip, T. (2024). Analisis Kerusakan Pompa Hidrolik Pada Ekskavator R 330Lc-9S (Studi Kasus Di Rental Alat Berat Yogyakarta). *NOZEL Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 6(2), 119.
<https://doi.org/10.20961/nozel.v6i2.77362>
- Ari, H. P. (2020). Metode Analisis Akar Masalah dan Solusi. *Makara Sosial Humaniora*, 12(2), 72–81.
- Aryadi, A. D. I., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (2022). *ANALISA KERUSAKAN SOLENOID VALVE BLOCK ASSY SAFETY LOCK LEVER EXCAVATOR KOBELCO SK200-8*.
- Bayu Aji Kusuma. (2022). *Analisis Kegagalan Pompa Hidrolik Excavator PC78US-6N0 KOMATSU*.
- Brkić, V. S., Mihajlović, I., Perišić, M., & Janev, N. (2024). Artificial Neural Network Model for Predicting Excavator Downtime. *ICSBT International Conference on Smart Business Technologies, Icsbt*, 74–79.
<https://doi.org/10.5220/0012792100003764>
- Cipta, D. H., Harun, L. binti, & Manglili, Y. K. (2024). Blade Lift Hydraulic System Troubleshooting on Komatsu D70-LE Bulldozer (Troubleshooting Sistem Hidrolik Blade Lift pada Bulldozer Komatsu D70-LE). *Syntax Literate ; Jurnal Ilmiah Indonesia*, 7(9), 15894–15903.
<https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v7i9.14909>

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

- Ge, L., Quan, L., Zhang, X., Dong, Z., & Yang, J. (2019). Power Matching and Energy Efficiency Improvement of Hydraulic Excavator Driven with Speed and Displacement Variable Power Source. *Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)*, 32(1). <https://doi.org/10.1186/s10033-019-0415-x>
- Hard, O., Soil, C., Margaretha, C., & Ariatedja, B. (2020). *Analisis Kegagalan Excavator Arm*. 9(2).
- Hariyandi, L., Sholehah, Q., & Samlawi, A. K. (2017). Analisa Meningkatnya Pemakaian Oli Pada Engine C7 Excavator 320D Caterpillar Menggunakan 8 Step Troubleshooting (Studi Kasus Pt. Kasongan Bumi Kencana). *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 2(2), 67–82. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v2i2.37>
- Hidayat, H., Aviva, D., Muis, A., Halik, A., Sudarsono, S., Pranoto, S., & Cahyadi, D. (2022). Failure analysis of excavator hydraulic pump. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1212(1), 012052. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1212/1/012052>
- Kirmanli, C., & Ercelebi, S. G. (2019). An expert system for hydraulic excavator and truck selection in surface mining. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 109(12), 727–738.
- Li, G., & Zhang, Q. (2019). Hydraulic Fault Diagnosis Expert System of Excavator Based on Fault Tree. *Advanced Materials Research*, 228–229, 439–446. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.228-229.439>
- Li, S., Yang, Z., Tian, H., Chen, C., Zhu, Y., Deng, F., & Lu, S. (2021). Failure analysis for hydraulic system of heavy-duty machine tool with incomplete failure data. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/app11031249>
- Naksir, I., Wolok, T., & Niode, I. Y. (2022). Pengaruh Inovasi Produk Dan Harga Terhadap Keputusan Pembelian DKI Martabak Mini Kota Gorontalo.



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

JAMBURA: Jurnal Ilmiah Manajemen Dan Bisnis, 5(1), 102–108.

<https://doi.org/10.37479/jimb.v5i1.14248>

Nurjanah, D. A., Kusminah, I. L., Rachmat, A. N., & Nabella, N. (2024). Analisis Penentuan Komponen Kritis Small Excavator Menggunakan Metode FMEA dan Diagram Pareto. *Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*, 1(1), 7–15. <https://doi.org/10.33863/jshee.v1i1.19>

Rakhutin, M. G., Khanh, G. Q., Krivenko, A. E., & Van Hiep, T. (2023). Evaluation of the influence of the hydraulic fluid temperature on power loss of the mining hydraulic excavator. *Journal of Mining Institute*, 261, 374–383. <https://doi.org/10.31897/PMI.2023.0>

Rustanto, R., Pratama, A. T., Febrianto, A., Syafutra, F. A., Septianugraha, W., & Walfitri, B. M. (2023). Peningkatan Ketersediaan Fisik Dan Waktu Rata-Rata Antara Kegagalan Unit Komatsu Pc2000-8 Pada Pt. United Tractors, Tbk Dengan Metode Fmea. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 14(2), 371–384. <https://doi.org/10.21776/jrm.v14i2.1053>

Spasojević-Brkić, V., Misita, M., Brkić, A., Veljkovic, Z., Perišić, M., Papić, N., & Janev, N. (2022). *Risk Management and Excavator Downtime Analysis*.

Subramanian, N. (2025). Root Cause Analysis. *Encyclopedia of Cryptography, Security and Privacy, Third Edition*, 2130–2133. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71522-9_1498

Suryo, S. H., & Bayuseno, A. P. (2018). Study on reliability analysis of hydraulic components and excavator engine in maintenance of mine heavy equipment. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(8), 1244–1254.

Wahyudinata, M. E., Noval, R., & Susanto, I. (2024). *ANALISA OVERHEATING ENGINE WHELL LOADER 835 H LIUGONG STUDI KASUS PADA WATERPUMP*. 1473–1482.

Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Main Pump* dan peralatan



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



Lampiran 2 foto bersama teknisi

