



TUGAS AKHIR - AB 1956409

*Perbaikan Problem Gerakan Lambat Pada Cylinder Boom Unit
Excavator Caterpillar 320 dengan metode Troubleshooting Chart*

Muhammat Firdaus

NRP 33212301014

Dosen Pembimbing I :

Mohammad Anas Fikri, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing II :

Misbakhul Fatah, S.T.,M.T.

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN ALAT BERAT

JURUSAN REKAYASA MESIN DAN INDUSTRI POLITEKNIK

NEGERI MADURA

SAMPANG

2026

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammat Firdaus
NRP : 33212301014
Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat
Jurusan : Rekayasa Mesin Dan Industri
Tahun Akademik : 2025/2026

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul **Perbaikan *Problem Gerakan Lambat Pada Cylinder Boom Unit Excavator Caterpillar 320* dengan metode *Troubleshooting Chart*** adalah original, belum pernah dibuat oleh pihak lain, dan bebas dari plagiarisme.

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarbenarnya.

Sampang, 28, Juli, 2026

Yang menyatakan,



SEMPANG
METERAI
TEMPEL
107ANX281164167

Muhammat Firdaus

NRP. 33212301014

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG TUGAS AKHIR

Judul Tugas Akhir : Perbaikan Problem Gerakan Lambat Pada Cylinder
Boom Unit Excavator Caterpillar 320 dengan Metode
Troubleshooting Chart

Penulis : Muhammat Firdaus

NRP : 33212301014

Program Studi : Teknik Mesin Alat Berat

Jurusan : Rekayasa Mesin dan Industri

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk diseminarkan.

Ditanda tangani di Sampang, 24 Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
NIPPPK. 197705222021211005

Pembimbing II,



Misbakhul Fatah, S.T., M.T.
NIPPPK. 197811262021211003

Koordinator Program Studi
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.
NIPPPK. 197705222021211005

Koordinator TA
D3 Teknik Mesin Alat Berat



Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si.
NIPPPK. 199006062024212053

LEMBAR PENGESAHAN

**Perbaikan Problem Gerakan Lambat Pada Cylinder Boom
Unit Excavator Caterpillar 320 dengan metode
Troubleshooting Chart**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md. T.)**

Pada

**Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri
Program Studi Teknik Mesin Alat Berat
Politeknik Negeri Madura**

Oleh:

Muhammat Firdaus

NRP: 33212301014

**Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 28 Juli 2026
dan telah sesuai dengan ketentuan.**

Disetujui Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T.....(Pembimbing I)
2. Misbakhul Fatah, S.T., M.T.....(Pembimbing II)
3. Laily Ulfiyah, S.T., M.T.....(Penguji I)
4. Annafiyah, S.Si., M.T.....(Penguji II)
5. Dr. Anton Nugroho, S.T., M.T.....(Penguji III)

SAMPANG

Juli 2026



**Perbaikan *Problem Gerakan Lambat Pada Cylinder Boom*
Unit Excavator Caterpillar 320 dengan metode
*Troubleshooting Chart***

Nama : Muhammat Firdaus
NRP 33212301014
Pembimbing 1 : Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T
Pembimbing 2 : Misbakhul Fatah, S.T., M.T

ABSTRAK

Sistem *hydraulic* berperan penting dalam menghasilkan tenaga dan mengendalikan pergerakan *boom* pada *excavator*. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penurunan performa sistem *hydraulic* dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian tekanan, penurunan *cycle time*, dan kebocoran pada komponen *control valve*. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penyebab *low power* pada sistem *hydraulic boom Excavator Caterpillar 320* menggunakan metode *troubleshooting* dan *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, inspeksi visual, pengukuran tekanan *hydraulic*, *boom speed test*, dan pemeriksaan *LS Spool Valve*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan *seal LS Spool Valve* menyebabkan *internal leakage* dan penurunan tekanan *hydraulic*. Nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi sebesar 189 diperoleh pada *LS Spool Valve*. Setelah dilakukan *reseal*, tekanan meningkat dari 4.184–4.221 PSI menjadi 5.058–5.074 PSI, sedangkan waktu *boom extend* dan *boom retract* menjadi lebih cepat. Penarapan metode *troubleshooting chart* yang dilakukan secara terstruktur dan sistematis dapat meningkatkan performa *system hydraulic* sehingga unit dapat beroperasi secara optimal.

Kata kunci: *Excavator Caterpillar 320, hydraulic, low power, LS Spool Valve, troubleshooting.*



**Perbaikan Problem Gerakan Lambat Pada Cylinder Boom
Unit Excavator Caterpillar 320 dengan metode
Troubleshooting Chart**

Nama : Muhammat Firdaus
NRP : 33212301014
Supervisor 1 : Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T
Supervisor 2 : Misbakhul Fatah, S.T., M.T

ABSTRACT

The hydraulic system plays an important role in generating power and controlling boom movement on the Caterpillar 320 excavator. Previous studies have shown that decreased hydraulic system performance can be caused by improper pressure, increased cycle time, and leakage in control valve components. This study aims to identify the cause of low power in the hydraulic boom system of the Caterpillar 320 excavator using troubleshooting and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) methods. Data were collected through observation, visual inspection, hydraulic pressure measurement, boom speed testing, and LS spool valve inspection. The results showed that damage to the LS spool valve seal caused internal leakage and a decrease in hydraulic pressure. The highest Risk Priority Number (RPN) was 189 for the LS spool valve. After resealing, hydraulic pressure increased from 4,184–4,221 PSI to 5,058–5,074 PSI, while boom extend and boom retract times became faster. The structured and systematic application of the troubleshooting chart method improved hydraulic system performance, enabling the unit to operate optimally.

Keywords: Caterpillar 320 Excavator, hydraulic system, low power, LS Spool Valve, troubleshooting, FMEA.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa yang telah memberi kekuatan, kemampuan, dan kesabaran kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tujuan penulisan tugas akhir adalah memenuhi salah satu persyaratan bagi mahasiswa untuk dapat menyelesaikan pendidikan diploma tiga Program Studi Teknik Mesin Alat Berat Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri di Politeknik Negeri Madura.

Dalam tugas akhir ini, penulis mempunyai ide gagasan untuk menyusun laporan TA yang berjudul ***“Perbaikan Problem Gerakan Lambat Pada Cylinder Boom Unit Excavator Caterpillar 320 dengan metode Troubleshooting Chart”***.

Terwujudnya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan pihak yang telah mendorong dan membimbing penulis, kedua orang tua penulis, baik tenaga, ide-ide, maupun pemikiran. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan teima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Yth. Ibu Laily Ulfiyah, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Madura.
2. M. Musta'in, S.T., MT., Wakil Direktur Bidang Akademik.
3. Yth. Bapak Mohammad Anas Fikri, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Rekayasa Mesin dan Indutri. Dan juga selaku dosen pembimbing 1.
4. Yth. Ibu Faizatur Rohmah, S.Si., M.Si. selaku koordinator Tugas Akhir Politeknik Negeri Madura.
5. Yth. Bapak Misbakhul Fatah, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing 2 dan Dosen Wali



6. Kedua orang tua saya Mujiono dan Siti Samawati. Terima kasih atas segala doa serta pengorbanan dan tulus kasih sayang yang telah diberikan kepada saya.
7. Kepada teman-teman Teknik Mesin Alat Berat. Terima kasih telah memberikan semangat dan motivasi.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam proposal tugas akhir ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk tugas akhir ini.

Sampang, 28 Juli 2026

Muhammat Firdaus
NRP. 33212301014

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Sebelumnya	7
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 <i>Excavator Hydraulic</i>	9
2.2.2 <i>Hydraulic Boom</i>	10
2.2.3 <i>Sistem Hydraulic dan Performa Excavator</i>	10
2.2.4 <i>Kerusakan System Hydraulic</i>	11
2.2.5 <i>Kerusakan Pompa Hydraulic</i>	13
2.2.6 (8 Penyebab Kegagalan O-ring)	14
2.2.7 <i>Troubleshooting</i>	15

2.2.8 Tujuh Langkah <i>Troubleshooting</i>	16
2.2.9 Upaya Pencegahan	18
2.2.10 HSE (<i>Health, Safety, and Environment</i>)	18
2.2.11 JSA (<i>Job Safety Analysis</i>)	18
2.2.12 Prosedur Pelaporan.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Diagram Alir Penelitian	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	23
3.3 Objek Penelitian	23
3.4 Alat dan Bahan	23
3.4.1 Alat.....	23
3.4.2 Bahan	24
3.5 Metode Pengumpulan Data.....	24
3.6 Prosedur Penelitian	25
3.6.1 Identifikasi Awal Kerusakan.....	25
3.6.2 Pemeriksaan <i>Sistem Hydraulic</i>	26
3.6.3 Analisis Kerusakan <i>Cylinder Boom</i>	26
3.7 Pengujian Setelah Perbaikan.....	26
3.8 Aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	26
3.9 Metode FMEA (<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>)	27
3.9.1 Tabel Penilaian <i>Severity (S)</i>	28
3.9.2 Tabel Penilaian <i>Occurrence (O)</i>	28
3.9.3 Tabel Penilaian <i>Detection (D)</i>	28
3.10 Teknik Analisis Data	28
3.11 Output Penelitian	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Tahapan <i>Troubleshooting</i>	30
4.1.1 Identifikasi Permasalahan Awal Unit.....	30
4.1.2 Pemeriksaan Awal.....	31

4.1.3 Identifikasi Penyebab Masalah Secara Umum ...	34
4.1.4 Problem Paling Mendasar Dari Unit.....	35
4.1.5 Analisis <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA)	39
4.1.6 JSA (<i>Job Safety Analysis</i>)	40
4.1.7 Perbaikan Utama Masalah Dari Permasalahan Unit	40
4.1.8 Strategi Perbaikan	43
4.1.9 Pencatatan/Laporan	51
4.2 Analisis Kerusakan <i>Seal LS Spool Valve</i>	55
4.3 Presentase Perbaikan	56
4.4 Upaya Pencegahan.....	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	61
BIODATA PENULIS.....	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3. 2 <i>Boom Speed Test</i>	25
Gambar 4. 1 Pengecekan <i>Cylinder Boom</i>	32
Gambar 4. 2 Level dan Kondisi Oli <i>Hydraulic</i>	33
Gambar 4. 3 Memastikan Tidak ada Kebocoran	33
Gambar 4. 4 Mengukur Tekanan <i>Hydraulic</i>	36
Gambar 4. 5 Melakukan <i>Boom Speed Test</i>	37
Gambar 4. 6 Mengecek <i>Seal LS Spool Valve</i>	37
Gambar 4. 9 Kerusakan <i>Seal LS Spool Valve</i>	41
Gambar 4. 10 <i>Spool LS Valve</i> Sudah di <i>Reseal</i>	42
Gambar 4. 11 Diagram <i>LS Spool Valve</i>	44
Gambar 4. 12 Grafik <i>Boom Extend</i> Sebelum Perbaikan	46
Gambar 4. 13 Grafik <i>Boom Retarct</i> Sebelum Perbaikan	47
Gambar 4. 14 Grafik <i>Boom Extend</i> Setelah Perbaikan	49
Gambar 4. 15 Grafik <i>Boom Retarct</i> Setelah Perbaikan	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 (8 Kegagalan O-ring).....	14
Tabel 2. 2 Tabel Tujuh Langkah <i>Troubleshooting</i>	17
Tabel 3. 1 <i>Pressure Boom Hydraulic</i>	24
Tabel 3. 2 <i>Boom Speed Test</i>	25
Tabel 4. 1 Perhitungan FMEA.....	39
Tabel 4. 2 Data <i>Hydraulic</i> Sebelum Perbaikan	45
Tabel 4. 3 Data <i>Hydraulic</i> Sesudah Perbaikan.....	48
Tabel 4. 4 Data Rata Rata Sebelum dan Sesudah Perbaikan .	51
Tabel 4. 5 Pemeriksaan Problem	52
Tabel 4. 6 Pemeriksaan Setelah Perbaikan.....	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 FORM HASIL WAWANCARA OPERATOR..	63
Lampiran 2 <i>Checklist</i> Pemeriksaan Awal	67
Lampiran 3 <i>Job Safety Analysis</i>	68

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alat berat merupakan mesin berdaya tinggi yang dirancang untuk membantu pelaksanaan pekerjaan konstruksi, pertambangan, perkebunan, dan berbagai sektor industri lainnya. Penggunaan alat berat bertujuan meningkatkan efisiensi, produktivitas, serta mempermudah pekerjaan yang tidak dapat dilakukan secara efektif dengan tenaga manusia. Khusus untuk *excavator* merupakan unit alat berat yang paling vital fungsinya dalam proses eksploitasi lahan di *site* pertambangan. Di samping itu, proses eksploitasi lahan di area penambangan harus memenuhi target produksi dengan unit bekerja selama 24 jam. Dengan jam kerja yang sangat padat, komponen-komponen alat berat khususnya pada *excavator* akan mengalami berbagai kerusakan. Salah satu dari komponen yang rentan mengalami kerusakan adalah komponen *hydraulic* seperti *main control valve*. *Main control valve* adalah suatu komponen sistem hidrolik yang digunakan pada unit alat berat. yang berfungsi untuk mengontrol aliran *hydraulic* pada sistem secara parsial (sebagian) atau keseluruhan. Serta terdiri atas beberapa *valve* yang memiliki bentuk dan fungsi yang berbeda. sehingga analisis kinerja *main control valve* terhadap kinerja unit *excavator* perlu dilakukan untuk memastikan *implement hydraulic* berfungsi dengan baik.

Masalah *low power* pada unit alat berat sudah sering kita temui. Banyak masalah-masalah yang dapat menimbulkan *low power*, tidak jarang juga teknisi mengalami kesulitan dalam *troubleshoot* masalah *low power*. *Low power* dapat disebabkan

oleh berbagai kesalahan sistem pada *engine*, *power train*, maupun *hydraulic system*. Ada banyak jenis-jenis alat berat yang bisa mengalami *low power* seperti *excavator*, *motor grader*, *backhoe loader*, *front shovel*, *Dozer* dan lain-lain. Adapun analisa *low power* ini dikhususkan pada unit *excavator*[1].

Masalah-masalah tersebut menyebabkan efisiensi kerja menurun, frekuensi perbaikan meningkat, dan biaya operasional membesar. Diperlukan strategi penanganan yang efektif untuk menekan *downtime* serta memperpanjang umur komponen hidrolik. Dari sisi ekonomi dan teknis, *low power hydraulic* dapat menyebabkan meningkatnya waktu henti operasi (*downtime*) yang berakibat pada keterlambatan pencapaian target produksi serta bertambahnya biaya perawatan dan perbaikan. Apabila kondisi ini tidak segera ditangani, keausan komponen hidrolik akan semakin parah dan memperpendek umur pakai *excavator*. Faktor lingkungan seperti kontaminasi oli akibat debu, partikel logam, serta pengaruh kondisi cuaca juga berkontribusi terhadap percepatan kerusakan sistem hidrolik. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang sistematis dan terstruktur untuk mengidentifikasi gejala awal *low power hydraulic* serta menentukan prosedur perbaikan yang tepat. Penerapan metode *troubleshooting* yang benar diharapkan mampu meminimalkan *downtime*, menekan biaya perawatan, meningkatkan keandalan sistem hidrolik, serta memperpanjang usia operasional *excavator*[2].

Penelitian terkait permasalahan gerakan lambat pada sistem *hydraulic boom cylinder* telah dilakukan oleh Fathurohman Rizqi Ramadhan (2022) pada unit *Excavator* Komatsu PC200-8. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi jenis

kerusakan, penyebab, serta langkah perbaikan pada sistem *hydraulic boom cylinder* melalui metode observasi unit, pemeriksaan visual, dan proses *disassembly* komponen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gerakan boom yang lemah disebabkan oleh penyumbatan pada *filter solenoid pilot valve LS* akibat kontaminasi kotoran, sehingga aliran oli *hydraulic* tidak berlangsung secara optimal. Tindakan perbaikan dilakukan dengan membersihkan *filter valve*, disertai upaya pencegahan melalui pelaksanaan *daily check* dan *periodic maintenance*. Meskipun penelitian tersebut berhasil mengidentifikasi sumber kerusakan, kajian masih terbatas pada satu jenis unit dan belum membahas penerapan metode *troubleshooting chart* secara sistematis, sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan pendekatan yang lebih terstruktur pada unit *excavator* tipe lain[3].

Troubleshooting adalah teknik untuk mencari sumber masalah secara sistematis sehingga permasalahan dapat diselesaikan dengan baik, penyebab terjadinya masalah dapat diidentifikasi, serta dilakukan analisis mengapa permasalahan tersebut terjadi. Tujuannya tidak hanya memperbaiki kerusakan, tetapi juga memastikan umur panjang produk, menekan biaya perawatan, dan mencegah potensi bahaya keselamatan yang terkait dengan penggunaan produk. Dalam penerapannya, *troubleshooting* sering digunakan pada perbaikan produk atau proses yang mengalami kegagalan pada mesin, engine, maupun sistem melalui pencarian yang logis dan terstruktur. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah metode *troubleshooting chart*, yaitu panduan berbentuk bagan alur yang mengarahkan proses pemeriksaan secara bertahap berdasarkan gejala yang muncul, sehingga teknisi dapat

menelusuri kemungkinan penyebab dari yang paling sederhana hingga kompleks. Dengan mengikuti alur tersebut, proses diagnosis menjadi lebih efisien, konsisten, dan akurat dalam menentukan sumber masalah, serta membantu mengembalikan produk atau proses agar dapat beroperasi kembali secara normal[4].

Berdasarkan permasalahan *low power hydraulic* yang ditandai dengan gerakan unit yang lambat dan kurang responsif saat beroperasi, penulis melakukan analisa terhadap sistem *hydraulic* pada *Boom Cylinder Excavator Caterpillar 320*. Gerakan lambat pada *boom cylinder* diduga disebabkan oleh gangguan pada komponen sistem *hydraulic*, seperti kebocoran internal, penurunan tekanan, atau keausan komponen pendukung. Kondisi tersebut berdampak langsung pada menurunnya efisiensi kerja dan produktivitas alat berat di lapangan. Melalui analisa ini diharapkan dapat diketahui penyebab utama terjadinya gerakan lambat pada sistem *hydraulic boom cylinder*. Oleh karena itu, penelitian ini mengambil judul **“Perbaikan *problem* gerakan lambat pada *cylinder boom unit excavator caterpillar 320* dengan metode *troubleshooting chart*”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah bagaimana penerapan metode *troubleshooting chart* pada analisis dan perbaikan gerak lambat di *cylinder boom* pada unit *excavator caterpillar 320*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, disusunlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada sistem *hydraulic boom cylinder excavator* Caterpillar 320.
2. Tanpa membahas analisis umur pakai alat secara mendalam.
3. Penelitian tidak membahas secara mendalam sistem mesin, kelistrikan, maupun komponen *hydraulic* lain di luar *boom cylinder*.
4. Data yang digunakan diperoleh dari hasil pengamatan lapangan, literatur, dan referensi teknis yang relevan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah dapat menerapkan metode troubleshooting chart pada analisis dan perbaikan gerak lambat di *cylinder boom* pada *excavator caterpillar* 320.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh pada perancangan mesin dari tugas akhir ini, sebagai berikut:

1. Menjadi bahan referensi bagi mekanik atau teknisi dalam melakukan identifikasi dan penanganan masalah gerakan lambat pada *boom cylinder excavator*.
2. Menambah wawasan dan pemahaman mahasiswa di bidang teknik mesin alat berat mengenai sistem *hydraulic excavator*, khususnya pada *boom cylinder*.
3. Menjadi bahan pembelajaran dan rujukan untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan permasalahan *low power hydraulic* pada alat berat.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terdahulu yang membahas permasalahan *low power* pada sistem *hydraulic excavator* telah dilakukan oleh David Agil Kurniawan, Azwardi,(2022) dan Rahmat Noval dengan analisa *low power* pada sistem *hydraulic mini excavator* 302.5 di *workshop* alat berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akar penyebab terjadinya *low power* pada sistem *hydraulic mini excavator* tipe 302.5. Metode yang digunakan adalah pendekatan diagram *fishbone*, yang berfungsi untuk mengelompokkan dan menganalisis berbagai faktor penyebab utama terjadinya penurunan tenaga *hydraulic*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *fishbone* efektif dalam membantu teknisi menentukan sumber permasalahan, akar permasalahan *low power* tersebut di sebabkan oleh faktor mesin dan terutama pada *system hydraulic* yang dimana terdapat beberapa penyebab seperti ketidak sesuaiannya *pressure*, penurunan waktu *cycle time*, level *hydraulic oil* yang berkurang setelah pemakaian dan adanya kebocoran dibagian *control valve*[5].

Penelitian lain dilakukan oleh Rendy Orlando R.B., Disabella Dayera, dan Benyamin.(2022), Tangaran yang mengkaji Analisa Kerusakan *Hydraulic Cylinder Boom* Pada Unit *Excavator Kobelco SK200-10*. Penelitian ini menitikberatkan pada analisis kerusakan komponen *internal cylinder boom*, khususnya pada bagian *O-ring dan seal*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan pada komponen tersebut menyebabkan kebocoran internal yang berdampak langsung pada menurunnya performa sistem *hydraulic*

excavator. Temuan ini menegaskan pentingnya perawatan dan pemeriksaan rutin terhadap komponen *hydraulic* guna menjaga kinerja dan keandalan alat berat selama operasi[6].

Hasil perbandingan metode pada penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode *fishbone* dan *troubleshooting chart* memiliki peran dan karakteristik yang berbeda dalam proses analisis permasalahan alat berat. Metode *fishbone* lebih menitikberatkan pada pemetaan dan pengelompokan kemungkinan penyebab masalah secara konseptual, sehingga efektif digunakan pada tahap awal identifikasi sumber gangguan. Namun, metode ini belum memberikan panduan teknis yang terstruktur dalam menentukan urutan pemeriksaan di lapangan. Sebaliknya, metode *troubleshooting chart* disusun dalam bentuk alur pemeriksaan yang sistematis dan berurutan, sehingga lebih aplikatif sebagai pedoman langsung bagi teknisi dalam proses diagnosis dan perbaikan. Perbandingan kedua metode tersebut menjadi jembatan penting untuk menegaskan bahwa hasil identifikasi penyebab masalah melalui *fishbone* perlu ditindaklanjuti dengan pendekatan *troubleshooting chart* agar proses analisis tidak hanya berhenti pada identifikasi, tetapi berlanjut hingga penentuan akar masalah dan solusi yang tepat, sebagaimana dibahas pada paragraf selanjutnya.

Berdasarkan hasil perbandingan metode pada penelitian terdahulu tersebut, penelitian yang dilakukan oleh Alif Syach Rizky dkk. (2021) tentang *Troubleshooting Sistem Hydraulic pada Swing Boom Excavator 302.5* menjadi rujukan penting dalam pengembangan penelitian ini. Penelitian tersebut menerapkan metode 8 step *troubleshooting* yang disusun secara sistematis untuk mendiagnosis permasalahan gerakan lambat pada *swing boom*, mulai dari identifikasi gejala, inspeksi *visual*,

pengujian tekanan dan *cycle time*, hingga penentuan akar penyebab kerusakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan seal pada *swing boom cylinder* menyebabkan terjadinya *internal leakage* yang mengakibatkan penurunan tekanan *hydraulic* dan perlambatan gerakan *boom*. Setelah dilakukan penggantian *seal* sesuai spesifikasi, tekanan sistem *hydraulic* kembali normal, waktu *cycle time* membaik, dan performa gerakan *boom* kembali sesuai standar operasional. Meskipun penelitian tersebut berhasil membuktikan efektivitas metode *troubleshooting* secara bertahap, pendekatan yang digunakan masih bersifat deskriptif prosedural dan belum disajikan dalam bentuk alur *diagnosis* yang ringkas sebagai panduan cepat di lapangan.[4].

Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan pendekatan tersebut dengan menerapkan *troubleshooting chart* yang dipadukan dengan *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)* sehingga proses identifikasi penyebab *low power* pada *boom Excavator Caterpillar 320* menjadi lebih sistematis, mudah diterapkan, serta mampu menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko kerusakan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Excavator Hydraulic

Excavator merupakan alat berat yang mendominasi hampir semua peralatan konstruksi di sebagian besar lokasi pekerjaan atau proyek. Berbagai tugas yang dilakukan oleh *excavator* mencakup pekerjaan penggalian dan penyelesaian permukaan datar, seperti persiapan pondasi perumahan, reklamasi sawah, dan pemasangan pipa, yang menyumbang sebagian besar pekerjaan yang dibutuhkan saat ini. *Excavator* dapat menggali

menggunakan tenaga dari sistem *hydraulic*. Sistem *hydraulic* adalah sistem yang menggunakan cairan sebagai fluida kerja untuk menyalurkan tenaga ke *attachment* lain pada alat berat. *Excavator hydraulic* terdiri dari tiga bagian utama, yaitu *undercarriage*, *upper structure*, dan *attachment* depan. Kinerja *excavator hydraulic* bergantung pada kinerja *backhoe/attachment* pada bagian depannya. *Attachment front/backhoe* pada *excavator hydraulic* terdiri dari tiga bagian utama: *boom*, *arm*, dan *bucket*[7].

2.2.2 Hydraulic Boom

Boom merupakan salah satu komponen yang fungsinya sebagai gagang, singkatnya sebagai penghubung antara arm dengan excavator. *Boom* terbuat dari baja tensil tinggi *high-tensile steel* seperti *grade Q345B* dan berukuran lebih besar sehingga memungkinkan untuk menahan beban dari arm dan bucket. Fungsi lainnya untuk menambah jangkauan jarak kerja bucket. Mekanisme gerak boom menggunakan fluida hidrolik yang dialirkan dari tangki hidrolik, kemudian dipompa oleh main pump dan dibagi alirannya melalui control valve yang kemudian arah alirannya menuju boom cylinder. Fluida hidrolik yang ada dalam boom cylinder inilah yang akhirnya dapat menggerakkan boom dengan arah gerak naik atau turun[3]. *Skema Hydraulic Boom* di tunjukkan pada gambar **Lampiran 1** yakni:

2.2.3 Sistem Hydraulic dan Performa Excavator

Sistem *hydraulic* pada *excavator* tidak terlepas dari kemungkinan terjadinya kerusakan yang dapat mengganggu produktivitas serta efisiensi kerja alat berat. Kerusakan pada sistem *hydraulic* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara

lain kebocoran fluida, kegagalan pompa *hydraulic*, filter yang tersumbat, maupun kerusakan pada aktuator *hydraulic*. Kondisi tersebut dapat mengakibatkan penurunan tekanan kerja sistem sehingga gerakan *excavator* menjadi lambat, tidak responsif, bahkan dapat menyebabkan berhentinya fungsi utama alat. Apabila kerusakan tidak segera ditangani, maka risiko kerusakan lanjutan pada komponen lain akan semakin meningkat. Oleh karena itu, pemeliharaan yang terjadwal serta deteksi dini terhadap potensi kerusakan sistem *hydraulic* sangat diperlukan guna menjaga kinerja alat tetap optimal. Melalui analisis kerusakan yang dilakukan secara sistematis, diharapkan dapat diperoleh solusi *preventif* dan korektif yang mampu memperpanjang usia pakai komponen serta meningkatkan efisiensi operasional *excavator*[8].

2.2.4 Kerusakan System Hydraulic

1. Kebocoran Oli Hydraulic

Kebocoran sering terjadi akibat *seal* atau *gasket* yang aus, retakan pada selang, atau sambungan yang longgar. Kondisi ini menyebabkan penurunan tekanan, penurunan kinerja, dan pemborosan oli.

2. Tekanan Hydraulic Rendah

Tekanan yang rendah dapat diakibatkan oleh pompa *hydraulic* yang mulai aus, katup bocor, atau adanya udara yang masuk ke dalam sistem. Gejalanya antara lain gerakan lambat pada *attachment* dan kemampuan angkat yang berkurang.

3. Overheating Sistem Hydraulic

Suhu oli yang terlalu tinggi menyebabkan penurunan viskositas, mempercepat keausan komponen, dan bisa merusak *seal*. Penyebabnya meliputi pendingin oli yang

kotor, beban kerja berlebih, atau kualitas oli yang buruk.

4. Gerakan Tidak Stabil

Gerakan yang tidak mulus biasanya disebabkan oleh adanya kotoran dalam oli, kerusakan cylinder hydraulic, atau masalah pada katup kontrol.

5. Kerusakan Pompa *Hydraulic*

Pompa yang rusak akan menyebabkan penurunan performa drastis. Penyebabnya bisa karena oli kotor, pelumasan buruk, atau pompa bekerja di luar kapasitasnya.

6. Sistem *Hydraulic* Lambat

Gerakan attachment atau lengan alat berat terasa lebih lambat dari biasanya, meski beban tidak berat. Penyebab umum meliputi kebocoran internal pada cylinder, tekanan pompa yang menurun, atau katup kontrol yang aus.

7. Muncul Bunyi Yang Tidak Normal

Suara mendengung, berdecit, atau bergetar pada sistem hydraulic biasanya disebabkan oleh kavitasi (udara masuk ke dalam oli), kerusakan bearing pada pompa, atau komponen yang longgar.

8. Perubahan Warna dan Bau Pada Oli

Oli *hydraulic* yang berubah menjadi lebih gelap, keruh, atau berbau gosong menandakan kontaminasi (air, debu, partikel logam) atau overheating. Kondisi ini mempercepat kerusakan komponen dan menurunkan efisiensi sistem[9].

2.2.5 Kerusakan Pompa Hydraulic

1. Kontaminasi

Salah satu penyebab yang sering terjadi adalah masalah kontaminasi. Debu, kotoran, atau lainnya sangat bisa masuk dan mengotori sistem hydraulic. Hal ini akan menyebabkan ausnya komponen internal pompa, seperti segel dan bearing.

2. Overheating

Pompa hydraulic yang terlalu panas sangat bisa mengalami kerusakan pada segel, seal, dan komponen lainnya. Overheating bisa terjadi karena kelebihan beban, kebocoran pada sistem, atau penggunaan fluida hydraulic yang tidak sesuai.

3. Kebocoran

Kebocoran pada sistem hydraulic dapat terjadi di beberapa titik dan menyebabkan penurunan tekanan dan kinerja pompa. Kebocoran dapat terjadi pada fitting, selang, atau segel pompa sendiri.

4. Kerusakan Mekanis

Benturan, getaran, atau pemakaian yang tidak sesuai akan mempercepat kerusakan mekanis pada pompa. Akan terjadi retak atau pecahnya bagian-bagian penting yang menurunkan kinerja mesin.

5. Kualitas Fluida Hydraulic

Penggunaan fluida hydraulic yang tidak cocok hanya akan menyebabkan pengendapan kotoran dalam pompa, menyumbat saluran, dan mengurangi kinerja pompa[10].

2.2.6 (8 Penyebab Kegagalan O-ring)

O-ring merupakan salah satu komponen penting dalam sistem hidrolik yang berfungsi sebagai elemen penyekat untuk mencegah kebocoran fluida. Dalam kondisi kerja alat berat yang beroperasi pada tekanan dan suhu tinggi, O-ring sangat rentan mengalami kegagalan yang dapat memengaruhi kinerja sistem secara keseluruhan. Kegagalan O-ring dapat disebabkan oleh berbagai faktor, baik yang berkaitan dengan material, kondisi operasi, maupun kesalahan selama proses pemasangan. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang komprehensif mengenai jenis-jenis penyebab kegagalan O-ring sebagai dasar dalam analisis kerusakan sistem hidrolik. Tabel 2.1 berikut menyajikan delapan penyebab umum kegagalan O-ring yang sering ditemukan pada aplikasi sistem hidrolik alat berat[11].

Tabel 2. 1 (8 Kegagalan O-ring)

No	Penyebab Kegagalan O-Ring	Uraian Penyebab
1	Set Kompresi (<i>Compression Set</i>)	Suhu operasi yang terlalu tinggi mempercepat penuaan material karet sehingga O-ring kehilangan elastisitas dan tidak mampu kembali ke bentuk semula.
2	Pengerasan dan Retak (<i>Hardening & Cracking</i>)	Paparan suhu tinggi atau ozon dalam jangka waktu lama menyebabkan material O-ring mengeras dan mengalami retakan.

3	Ekstrusi dan Penggerusan (<i>Extrusion & Nibbling</i>)	Celah penyegelan yang terlalu besar menyebabkan O-ring terdorong keluar dari dudukannya dan mengalami kerusakan.
4	Abrasi	Terjadi akibat gesekan terus-menerus antara O-ring dengan permukaan logam akibat adanya gerakan relatif.
5	Degradasi Kimia	Ketidaksesuaian material O-ring dengan fluida kerja menyebabkan material mengalami kerusakan dan penurunan sifat mekanis.
6	Pembengkakan dan Penyusutan	Material O-ring menyerap fluida sehingga mengalami perubahan volume yang memengaruhi efektivitas penyegelan.
7	Retak Termal dan Tekanan	Fluktuasi suhu dan tekanan yang ekstrem menimbulkan tegangan internal pada material O-ring hingga menyebabkan retak.
8	Kerusakan saat Pemasangan	Kesalahan teknik pemasangan, seperti peregangan berlebihan atau penggunaan alat yang tidak sesuai, dapat merusak O-ring sebelum beroperasi.

2.2.7 Troubleshooting

Troubleshooting adalah cara atau bentuk penyelesaian masalah yang dilakukan untuk memperbaiki suatu alat atau barang seperti sistem mesin yang telah rusak. Metode troubleshooting merupakan pencarian logis dan sistematis

untuk mencari sumber masalah untuk penyelesaiannya. Tujuannya untuk efisiensi waktu untuk menyelesaikan masalah yang terjadi dan sebagai bahan pembelajaran dan ilmu baru dalam mencari masalah dalam suatu sistem. Untuk menentukan dan mencari sumber masalahnya disebut dengan proses eliminasi. Dalam pemecahan masalah memerlukan konfirmasi bahwa hasil dari pencarian dari masalah dapat mengembalikan alat atau barang ke kondisi dan performa seperti semula. Penggunaan metode troubleshooting sering kali dipakai untuk mencari masalah dalam mesin agar pencarian masalah dapat dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur[12].

2.2.8 Tujuh Langkah *Troubleshooting*

Tujuh langkah troubleshooting adalah upaya untuk mempermudah proses analisis dan penanganan permasalahan yang terjadi pada suatu sistem atau peralatan, diperlukan suatu metode *troubleshooting* yang sistematis dan terstruktur. Pendekatan ini bertujuan agar proses identifikasi penyebab masalah dapat dilakukan secara tepat dan efisien, sehingga tindakan perbaikan yang diambil sesuai dengan sumber permasalahan yang ada. Oleh karena itu, disusunlah tahapan *troubleshooting* yang terdiri dari tujuh langkah utama sebagai pedoman dalam menganalisis dan menyelesaikan permasalahan. Adapun tujuh langkah *troubleshooting* tersebut disajikan dalam tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2 Tabel Tujuh Langkah *Troubleshooting*

TAHAP	LANGKAH	PENJELASAN
INVESTIGASI	1	Memastikan Keluhan Pelanggan
	2	Melakukan Pemeriksaan Awal
ISOLASI	3	Menyusun Kemungkinan penyebab
	4	Menganalisa Kemungkinan Penyebab dan Menentukan Akar Masalah
PERBAIKAN	5	Perbaikan Akar Masalah
	6	Memastikan Ketepatan Perbaikan
DOKUMENTASI	7	Pencatatan/Laporan

- Investigasi: teknisi harus mengevaluasi kondisi umum mesin dan bertanya pada operator untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai keluhan yang disampaikan
- Isolasi: teknisi harus menentukan akar masalah dari keluhan melalui proses eliminasi masalah
- Perbaikan: teknisi harus melakukan perbaikan dengan tepat untuk akar masalah yang telah ditentukan pada tahap isolasi akar masalah
- Dokumentasi: Salah satu tujuan utama dari proses ini adalah untuk membantu proses perbaikan dikemudian hari[13].

2.2.9 Upaya Pencegahan

Untuk menghindari kerusakan yang sama dan memperpanjang usia pakai suatu komponen, maka perlu dilakukan upaya pencegahan yaitu sebagai berikut[3]:

1. Melakukan daily check secara menyeluruh dengan prosedur yang baik dan benar.
2. Memberikan pelatihan bagi operator untuk menambah pengetahuan tentang bagaimana pengoperasian alat berat dengan baik dan aman.
3. Melakukan penggantian komponen yang mengalami kerusakan.

2.2.10 HSE (*Health, Safety, and Environment*)

Health Safety and Environment (HSE) merupakan bidang keilmuan yang berkaitan dengan penerapan upaya pencegahan terhadap risiko kecelakaan kerja serta penyakit yang timbul akibat aktivitas kerja. HSE, yang juga dikenal sebagai K3 (Kesehatan, Keselamatan, dan Lingkungan), menekankan terciptanya kondisi kerja yang aman dan sehat, baik bagi tenaga kerja, perusahaan, maupun masyarakat serta lingkungan di sekitar area kerja. Keselamatan dan kesehatan kerja menjadi bagian penting dalam mengendalikan tindakan maupun kondisi yang berpotensi membahayakan, sehingga kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dapat diminimalkan[14].

2.2.11 JSA (*Job Safety Analysis*)

Job Safety Analysis (JSA) merupakan suatu metode analisis yang digunakan untuk menilai kesesuaian pelaksanaan prosedur kerja sekaligus memperhatikan perilaku pekerja saat melakukan aktivitas kerja. Penerapan JSA bertujuan untuk mencegah terjadinya kecelakaan melalui upaya identifikasi, pengendalian, serta pengurangan potensi bahaya di tempat kerja. JSA menjadi

bagian penting dalam analisis bahaya dan kecelakaan kerja guna mewujudkan keselamatan kerja. Setelah potensi bahaya dikenali, tindakan pengendalian dapat dilakukan melalui perbaikan kondisi kerja maupun penyempurnaan prosedur kerja. Dalam pelaksanaannya, JSA memerlukan dukungan berupa pelatihan, pengawasan, serta penyusunan uraian kerja yang jelas agar prosedur kerja dapat dipahami dan diterapkan dengan baik oleh pekerja[15].

2.2.12 Prosedur Pelaporan

perbaikan belum lengkap sampai teknisi membuat dokumentasi permintaan perbaikan dengan benar, termasuk mencatat keluhan, analisa dan perbaikan yang dilakukan pada *service report*. Informasi dibawah ini dapat sangat berguna dikemudian hari (menjadi seberguna mungkin):

- Laporan keluhan asli pelanggan
- Jenis tes yang dilakukan dan hasilnya
- Akar penyebab masalah dan kerusakan lain yang dihasilkan
- Perbaikan yang dilakukan

CATATAN:

Tahap ini memerlukan penyelesaian *service report* yang akurat (misalnya model *machine*, *serial number* atau PIN dll). Teknisi juga perlu menyelesaikan:

- *Core Return Slip*
- SIMS data *entry* (membantu mencegah kerusakan dikemudian hari dengan memungkinkan Caterpillar secara akurat menelusuri perbaikan pada *machine* tersebut).

Salah satu tujuan utama dari proses ini adalah untuk membantu proses perbaikan dikemudian hari. Karena itu,

pastikan untuk mengidentifikasi tidak hanya komponen yang bertanggungjawab terhadap masalah yang muncul, tetapi juga faktor lain yang mungkin mempengaruhi seperti:

- *Maintenance*/perawatan yang tidak tepat
- Perbaikan yang tidak tepat
- Teknik pengoperasian yang tidak benar
- Dampak kerusakan (misalnya, *overheat* atau oli *hydraulic* yang terkontaminasi, kotoran dari perbaikan sebelumnya, kotoran dari sumber lain, dll).

Tujuan lain dari pencatatan ini adalah untuk tambahan informasi pengajuan garansi pabrik. *service report* merupakan hati dan jiwa dari pengajuan garansi, dimana terdapat *serial number*, *service meter unit*, suku cadang yang menyebabkan masalah, *group number*, *service date* dan sejarah perbaikan.

❖ Sejarah perbaikan harus terdiri atas 4-C, yaitu:

- **Concern**, apa keluhan/masalah pelanggan?
- **Cause**, apa yang menyebabkan terjadinya masalah?
Catat 8 angka nomor suku cadang
- **Correction**, langkah apa yang diambil untuk memperbaiki masalah?
- **Circumstance**, bila terdapat keadaan luar biasa berhubungan dengan perbaikan yang dilakukan, hal ini perlu dijelaskan. Hal ini biasanya berhubungan dengan suku cadang dan atau jam kerja yang diklaim berlebihan.

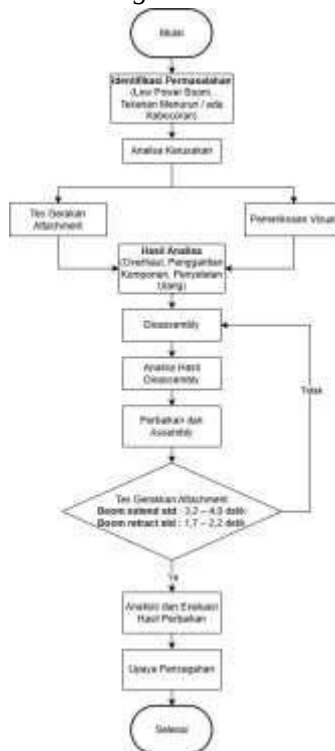
Perbaikan yang tidak efektif menyebabkan hilangnya pelanggan. Komitmen/tanggung jawab teknisi untuk menggunakan proses diagnosa yang sistematis dan terbukti merupakan kunci untuk perbaikan yang efektif dan meningkatkan kepuasan pelanggan[13].

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 berikut ini merupakan diagram alir penelitian yang merupakan tahapan dari Perbaikan Problem gerakan lambat pada cylinder boom unit *excavator caterpillar 320* dengan metode *troubleshooting chart*.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada April–2026 bertempat di area *workshop* dan lapangan operasional unit alat berat *excavator* pada PT. Trakindo Utama Surabaya. Lokasi ini dipilih karena memiliki fasilitas pendukung, unit uji, serta data teknis yang relevan untuk proses modifikasi sistem *hydraulic boom*.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sistem *hydraulic boom* pada unit *excavator* Caterpillar yang ada di PT. Trakindo Utama Surabaya. Sistem *hydraulic boom* merupakan bagian utama dari sistem *hydraulic* alat berat yang berfungsi mengangkat, menurunkan, dan menahan posisi *boom* selama proses kerja penggalian dan pemindahan material. Fokus penelitian diarahkan pada konfigurasi sistem *hydraulic boom* yang meliputi pompa *hydraulic*, *cylinder boom*, *control valve*, jalur selang *hydraulic*, serta komponen pendukung lainnya. Penelitian ini menitikberatkan pada proses identifikasi sistem awal, penyesuaian konfigurasi, serta evaluasi kinerja sistem *hydraulic boom* berdasarkan standar operasional dan spesifikasi teknis Caterpillar.

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

1. Kunci pas ring
2. Kunci shocket
3. *Pressure Gauge*
4. Alat Ukur (Jangka Sorong, Micrometer)
5. Alat Pembersih Komponen

3.4.2 Bahan

1. Oli *Hydraulic* Sesuai Spesifikasi
2. *Seal Kit Cylinder Boom*
3. Lap Pembersih
4. Seal O-ring

3.5 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam tugas akhir ini meliputi:

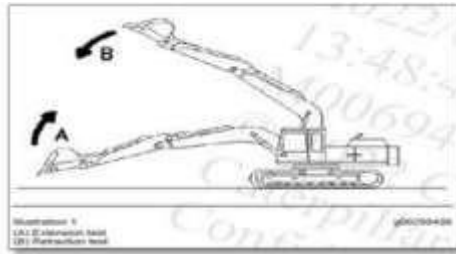
1. Observasi langsung terhadap kondisi *cylinder boom* dan sistem kerja *excavator*
2. Pengukuran tekanan dan debit sistem *hydraulic pessure boom hydraulic*

Tabel 3. 1 *Pressure Boom Hydraulic*

No.	Kondisi Operasi	Tekanan <i>Hydraulic Boom</i>	Satuan
1.	Operasi Normal	$\pm 35.000/\pm 5.075$	Kpa/Psi
2.	Kondisi <i>Low Power</i>	$< 30.000/< 4.350$	Kpa/Psi

3. Pengukuran *boom speed test*
Boom speed test dilakukan untuk mengetahui kondisi *boom cylinder* dan *boom system* secara umum dengan mengukur waktu pergerakan *hydraulic cylinder*.

Gambar boom speed test di tunjukkan pada gambar 3.2 yakni:



Gambar 3. 2 *Boom Speed Test*

Tabel 3. 2 standart *Boom Speed Test*

No.	Deskripsi	Spesifikasi (s)
1.	Boom <i>cylinder extend</i> (Silinder boom memanjang)	3.2 - 4.0
2.	Boom <i>cylinder retract</i> (Silinder boom memendek)	1.7 - 2.2

- Studi literatur dari buku manual dan jurnal teknik terkait *cylinder boom hydraulic*.

Dokumentasi selama proses pembongkaran dan perbaikan *cylinder boom*.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Identifikasi Awal Kerusakan

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam tugas akhir ini meliputi:

- Observasi langsung terhadap kondisi *cylinder boom* dan sistem kerja *excavator*

2. Pengukuran tekanan dan debit sistem *hydraulic*
3. Pengukuran *boom speed test*
4. Studi literatur dari buku manual dan jurnal teknik terkait *cylinder boom*
5. Dokumentasi selama proses pembongkaran dan perbaikan *cylinder boom*

3.6.2 Pemeriksaan Sistem Hydraulic

Pemeriksaan dilakukan untuk memastikan bahwa kerusakan *low power boom*, meliputi:

1. Pengukuran tekanan kerja sistem
2. Pemeriksaan kebocoran pada aliran sistem *hydraulic*
3. Pemeriksaan kondisi oli *hydraulic*
4. Pemeriksaan filter dan selang *hydraulic*
5. Pemeriksaan O-Ring yang sudah aus

3.6.3 Analisis Kerusakan Cylinder Boom

Analisis dilakukan dengan inspeksi visual dan pengukuran terhadap:

1. Seal dan O-ring
2. Permukaan gesek yang mengalami keausan

3.7 Pengujian Setelah Perbaikan

Pengujian dilakukan untuk memastikan *boom* bekerja normal, meliputi:

1. Pengujian tekanan kerja
2. Pengujian kebocoran
3. Pengujian performa gerakan boom

Hasil pengujian dibandingkan dengan standar kerja *boom hydraulic excavator*.

3.8 Aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Penerapan K3 dilakukan selama proses perbaikan dengan:

1. Pembuatan JSA (*Job Safety Analysis*)

2. Penggunaan APD (helm, sarung tangan, sepatu *safety*)
3. Pengosongan *pressure hydraulic* sebelum pembongkaran
4. Penanganan oli panas dengan prosedur aman
5. Penataan area kerja agar terhindar dari kecelakaan

3.9 Metode FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*)

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada suatu sistem, menganalisis penyebab dan dampaknya, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat risiko. Pada penelitian ini, FMEA digunakan untuk membantu menentukan komponen yang memiliki tingkat risiko tertinggi sebagai penyebab terjadinya *low power* pada sistem *hydraulic Excavator Caterpillar 320*.

Analisis FMEA dilakukan setelah proses identifikasi penyebab kerusakan melalui metode troubleshooting. Setiap kemungkinan penyebab kerusakan dinilai berdasarkan tiga parameter, yaitu:

- **Severity (S)**, yaitu tingkat keparahan dampak kegagalan terhadap kinerja sistem.
- **Occurrence (O)**, yaitu tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan.
- **Detection (D)**, yaitu kemampuan mendeteksi kegagalan sebelum menyebabkan kerusakan yang lebih besar.

Nilai **Risk Priority Number (RPN)** diperoleh menggunakan persamaan:

$$RPN = S \times O \times D$$

Komponen dengan nilai RPN tertinggi menjadi prioritas utama dalam proses perbaikan.

3.9.1 Tabel Penilaian *Severity (S)*

Nilai	Kriteria	Keterangan
1–2	Sangat rendah	Tidak memengaruhi kinerja unit
3–4	Rendah	Gangguan kecil
5–6	Sedang	Menurunkan performa
7–8	Tinggi	Unit sulit dioperasikan
9–10	Sangat tinggi	Unit tidak dapat beroperasi

3.9.2 Tabel Penilaian *Occurrence (O)*

Nilai	Kriteria	Keterangan
1–2	Sangat jarang	Hampir tidak pernah terjadi
3–4	Jarang	Sesekali terjadi
5–6	Sedang	Cukup sering terjadi
7–8	Tinggi	Sering terjadi
9–10	Sangat tinggi	Sangat sering terjadi

3.9.3 Tabel Penilaian *Detection (D)*

Nilai	Kriteria	Keterangan
1–2	Sangat mudah	Mudah dideteksi
3–4	Mudah	Relatif mudah dideteksi
5–6	Sedang	Memerlukan pemeriksaan
7–8	Sulit	Sulit dideteksi
9–10	Sangat sulit	Hampir tidak dapat dideteksi

3.10 Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran tekanan dan kondisi *cylinder boom* dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan, untuk menilai efektivitas tindakan perbaikan yang dilakukan.

3.11 Output Penelitian

Hasil yang dihasilkan dari penelitian ini meliputi laporan kerja dan penanganan permasalahan low power pada sistem boom, yang disusun sebagai langkah preventif untuk mencegah terulangnya permasalahan serupa di masa mendatang. Output penelitian tersebut disajikan pada **Lampiran 2** sebagai dokumen pendukung yang memuat hasil pelaksanaan penelitian



dan tindakan perbaikan yang telah dilakukan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahapan *Troubleshooting*

Proses *troubleshooting* pada penelitian ini dilakukan secara sistematis dengan mengacu pada 7 langkah (7 Steps *Troubleshooting*) yang umum diterapkan dalam proses pemeliharaan dan perbaikan alat berat. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi penyebab *low power* pada sistem *hydraulic boom Excavator Caterpillar 320* secara bertahap, mulai dari identifikasi permasalahan, pemeriksaan kondisi unit, analisis kemungkinan penyebab, hingga penentuan akar penyebab dan tindakan perbaikan. Dengan penerapan tahapan tersebut, proses identifikasi kerusakan dapat dilakukan secara terstruktur sehingga hasil analisis menjadi lebih akurat dan perbaikan yang dilakukan tepat sasaran.

Tahapan 7 *troubleshooting* yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

1. Identifikasi permasalahan awal unit.
2. Pengumpulan informasi dan pemeriksaan awal.
3. Analisis kemungkinan penyebab kerusakan.
4. Penentuan penyebab utama (*root cause*).
5. Perencanaan tindakan perbaikan.
6. Pelaksanaan perbaikan.
7. Pengujian dan verifikasi hasil perbaikan.

Selanjutnya, masing-masing tahapan *troubleshooting* dijelaskan pada subbab berikut.

4.1.1 Identifikasi Permasalahan Awal Unit

Langkah pertama dalam proses *troubleshooting* adalah memastikan keluhan operator, dalam hal ini operator sebagai pengguna unit. Operator menyampaikan bahwa gerakan boom

terasa lebih lambat dari biasanya dan tenaga unit menurun saat digunakan, terutama ketika diberi beban.

- a. Informasi dari operator menjadi dasar awal dalam proses analisis karena operator merupakan pihak yang paling mengetahui kondisi unit di lapangan. Berdasarkan hasil wawancara, operator menjelaskan bahwa penurunan performa gerakan boom terjadi secara bertahap, bukan secara tiba-tiba. Hasil wawancara operator tersebut disajikan pada **Lampiran 2** sebagai data pendukung penelitian dan digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan proses troubleshooting untuk mengidentifikasi penyebab low power pada sistem hidrolik.
- b. Dari keluhan ini dapat disimpulkan bahwa terdapat indikasi *low power hydraulic di system boom* yang perlu ditindaklanjuti. Tahap ini sangat penting untuk menentukan arah pemeriksaan selanjutnya agar lebih tepat sasaran.

4.1.2 Pemeriksaan Awal

Setelah permasalahan di ketahui, langkah berikutnya adalah melakukan pemeriksaan awal terhadap kondisi unit.

- a. Pemeriksaan dilakukan dengan melihat kondisi fisik komponen, mengecek level dan kondisi oli hidrolik, serta memastikan tidak ada kebocoran eksternal yang terlihat. Untuk mempermudah proses identifikasi awal, pemeriksaan dilakukan menggunakan checklist pemeriksaan awal yang disusun secara sistematis. Dokumen checklist tersebut disajikan pada **Lampiran 3** sebagai data pendukung penelitian dan menjadi acuan

dalam pelaksanaan inspeksi awal sebelum dilakukan proses troubleshooting lebih lanjut.

Hasil pemeriksaan lebih lanjut, dilakukan inspeksi visual pada *cylinder boom* untuk memastikan tidak terdapat baret pada *cylinder boom* dan kebocoran eksternal yang dapat menyebabkan penurunan performa sistem *hydraulic*. Hasil pemeriksaan awal tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Pengecekan *Cylinder Boom*

Selain pemeriksaan komponen, kondisi oli *hydraulic* juga diperiksa untuk memastikan volume dan kualitas oli masih sesuai dengan standar operasional. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menghindari kemungkinan gangguan yang disebabkan oleh kekurangan atau penurunan kualitas oli. Hasil pemeriksaan ditunjukkan pada Gambar 4.2



Gambar 4. 2 Level dan Kondisi Oli Hydraulic

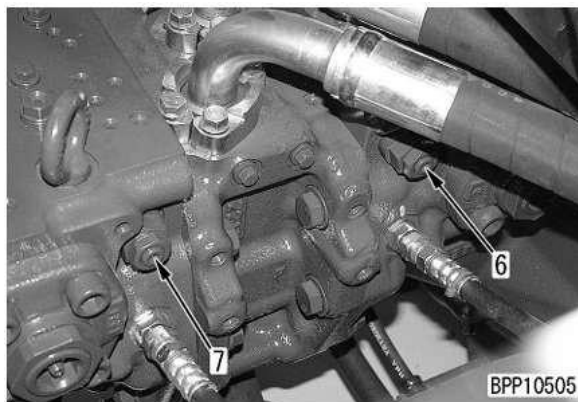
Pemeriksaan berikutnya dilakukan pada seluruh jalur sistem *hydraulic* untuk memastikan tidak terdapat kebocoran eksternal pada *hose*, *fitting*, maupun komponen lainnya. Hasil inspeksi visual ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Memastikan Tidak ada Kebocoran

- b. Selain itu, unit dioperasikan untuk mengamati gerakan *boom* secara langsung. Berdasarkan hasil pemeriksaan awal, gerakan *boom* terlihat lebih lambat dari kondisi

normal dengan waktu *boom extend* sebesar 5,38–5,52 detik dan *boom retract* sebesar 2,76–2,84 detik. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa tekanan *hydraulic* hanya mencapai 4.184–4.221 PSI, sehingga masih berada di bawah spesifikasi *Caterpillar*. Meskipun tidak ditemukan kerusakan yang terlihat secara langsung pada komponen utama maupun kebocoran eksternal, hasil pemeriksaan awal menunjukkan adanya indikasi gangguan pada *system hydraulic*. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut melalui *hydraulic pressure test*, *boom speed test*, serta pemeriksaan *Load Sensing (LS) Spool Valve* yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 untuk menentukan penyebab utama terjadinya *low power* pada boom..



Gambar 4. 4 Tempat LS Spool Valve

4.1.3 Identifikasi Penyebab Masalah Secara Umum

Berdasarkan hasil pemeriksaan awal, langkah selanjutnya adalah menyusun kemungkinan penyebab dari

permasalahan yang terjadi. Beberapa kemungkinan penyebab yang diidentifikasi antara lain:

1. Tekanan *hydraulic* yang rendah,
2. kebocoran pada *cylinder boom*,
3. kerusakan seal dan *O-ring*,
4. serta penurunan performa *engine*
5. Adanya kebocoran internal pada *Load Sensing (LS) valve* yang dapat menyebabkan tekanan sinyal LS tidak terbentuk secara optimal.

Selain itu, kemungkinan adanya gangguan pada sistem udara engine juga menjadi pertimbangan karena berpengaruh langsung terhadap proses pembakaran dan performa engine. Kemungkinan lain yang turut dipertimbangkan adalah adanya gangguan (*trouble*) pada *Load Sensing (LS) valve*, seperti kebocoran internal akibat kerusakan seal atau spool yang dapat menyebabkan tekanan LS tidak terbentuk sesuai spesifikasi. Kondisi tersebut berpotensi mengurangi kemampuan pompa hidrolik dalam menghasilkan aliran dan tekanan yang dibutuhkan oleh sistem. Penyusunan beberapa kemungkinan penyebab ini dilakukan agar proses analisis lebih terarah dan tidak langsung berfokus pada satu komponen saja. Dengan mempertimbangkan seluruh kemungkinan yang ada, risiko kesalahan diagnosis dapat diminimalkan sehingga proses penentuan akar masalah dapat dilakukan secara lebih akurat. Tahap ini menjadi dasar dalam menentukan langkah pemeriksaan dan pengujian lanjutan untuk menemukan penyebab utama dari permasalahan yang terjadi.

4.1.4 Problem Paling Mendasar Dari Unit

Pada tahap ini dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan akar masalah yang sebenarnya. Pengujian

dilakukan dengan :

a. mengukur tekanan *hydraulic*,



Parameter	Value	Unit	Min	Max
Head Loss Pressure	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11
Head Loss Pressure (Hydraulic Control)	3.11	PSI	0.00	3.11

Gambar 4. 5 Mengukur Tekanan *Hydraulic*

Gambar 4.4 menunjukkan proses pengukuran tekanan hidrolik menggunakan pressure gauge yang dipasang pada pressure test port sistem hidrolik Excavator Caterpillar 320. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah tekanan kerja sistem masih sesuai dengan spesifikasi Caterpillar. Hasil pengukuran menjadi dasar dalam proses troubleshooting untuk menentukan ada atau tidaknya penurunan performa pada sistem hidrolik.

b. Melakukan *boom speed test*,



Gambar 4. 6 Melakukan *Boom Speed Test*

Gambar 4.5 menunjukkan proses pengujian kecepatan gerakan boom dengan mengukur waktu boom extend dan boom retract menggunakan stopwatch. Pengujian dilakukan beberapa kali untuk memperoleh data yang konsisten. Hasil pengujian digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi kondisi sistem hidrolik sebelum dan sesudah perbaikan.

c. Mengecek LS Spool Valve



Gambar 4. 7 Mengecek *Seal LS Spool Valve*

Gambar 4.6 memperlihatkan komponen *Load Sensing (LS) Spool Valve* yang berfungsi mengirimkan sinyal tekanan ke *hydraulic pump*. Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kondisi fisik *spool* dan *seal*. Dari hasil inspeksi ditemukan kerusakan pada seal sehingga menyebabkan *internal leakage*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tekanan *hydraulic* berada di bawah standar dan waktu gerakan *boom* lebih lambat dari spesifikasi. Berdasarkan hasil tersebut, dilakukan pemeriksaan lebih lanjut pada sistem *hydraulic* dan *engine* untuk mengidentifikasi penyebab utama permasalahan. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kondisi *engine* masih dalam batas normal dan tidak ditemukan gangguan pada sistem udara maupun performa *engine* yang dapat menyebabkan terjadinya *low power*.

Selanjutnya dilakukan inspeksi pada komponen ***Load Sensing (LS) valve***. Dari hasil pembongkaran dan pemeriksaan ditemukan adanya kerusakan pada seal LS valve yang menyebabkan kebocoran internal. Kebocoran tersebut mengakibatkan tekanan sinyal *Load Sensing* tidak dapat terbentuk sesuai spesifikasi sehingga pompa *hydraulic* tidak mampu menyesuaikan output aliran dan tekanan secara optimal. Akibatnya, tekanan *hydraulic* menjadi rendah dan kecepatan gerakan *boom* menurun dibandingkan standar yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa akar masalah utama penyebab *low power* pada sistem hidrolik adalah kebocoran internal akibat kerusakan seal pada *LS valve*. Kerusakan tersebut menyebabkan hilangnya tekanan LS sehingga performa sistem *hydraulic* menurun dan mengakibatkan gerakan *boom* menjadi lebih lambat dari spesifikasi.

4.1.5 Analisis *Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)*

Setelah dilakukan proses troubleshooting, analisis Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) digunakan untuk menentukan prioritas penyebab kerusakan berdasarkan tingkat risiko. Penilaian dilakukan menggunakan tiga parameter, yaitu Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D). Nilai ketiga parameter dikalikan untuk memperoleh Risk Priority Number (RPN) dengan persamaan:

$$RPN = S \times D \times O$$

Komponen dengan nilai RPN tertinggi menjadi prioritas utama dalam proses perbaikan.

Tabel 4. 1 Perhitungan FMEA

Komponen	Failure Mode	S	O	D	RPN	Prioritas
LS Spool Valve	Internal leakage	9	7	3	189	1
Hydraulic Pump	Tekanan rendah	8	4	5	160	2
Main Relief Valve	Tekanan tidak stabil	7	4	5	140	3
Hydraulic Filter	Tersumbat	6	5	4	120	4

Berdasarkan hasil analisis FMEA, *LS Spool Valve* memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 189, sehingga menjadi prioritas utama dalam proses perbaikan. Kerusakan seal pada komponen tersebut menyebabkan internal leakage yang mengakibatkan tekanan hidrolik menurun dan boom mengalami low power. Oleh karena itu, tindakan reseal LS Spool Valve dipilih sebagai solusi untuk mengembalikan performa sistem hidrolik.

4.1.6 JSA (*Job Safety Analysis*)

Sebelum proses troubleshooting dan perbaikan pada sistem hidrolik Excavator Caterpillar 320 dilakukan, telah disusun Job Safety Analysis (JSA) sebagai dokumen pendukung untuk mengidentifikasi potensi bahaya serta menentukan langkah pengendalian yang diperlukan selama pekerjaan berlangsung. Penyusunan JSA bertujuan untuk memastikan seluruh kegiatan dilaksanakan sesuai prosedur keselamatan kerja sehingga risiko kecelakaan dapat diminimalkan. Formulir JSA yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada **Lampiran 4** sebagai bukti penerapan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) selama pelaksanaan penelitian.

4.1.7 Perbaikan Utama Masalah Dari Permasalahan Unit

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa akar masalah *low power* pada sistem *hydraulic excavator Caterpillar 320* disebabkan oleh kebocoran internal pada komponen *Load Sensing (LS) Spool Valve*. Kebocoran tersebut terjadi akibat kondisi seal dan O-ring yang telah mengalami keausan sehingga tekanan sinyal LS tidak dapat dipertahankan sesuai spesifikasi.

Tindakan perbaikan dilakukan dengan melakukan pembongkaran *LS Spool Valve* untuk inspeksi kondisi komponen internal. Setelah dilakukan pemeriksaan, ditemukan beberapa O-ring dan seal mengalami pengerasan (*hardening*) serta penurunan elastisitas yang mengakibatkan terjadinya *internal leakage*. Selanjutnya dilakukan *proses reseal LS Spool Valve* dengan mengganti seluruh seal dan O-ring menggunakan seal kit baru sesuai spesifikasi pabrikan.

A. Proses pembersihan komponen

- B. Perakitan komponen
- C. *Assembly* komponen
- D. *Install* komponen
- E. Testing Unit

Sebelum pemasangan kembali, seluruh komponen dibersihkan menggunakan cairan pembersih yang direkomendasikan untuk menghilangkan kontaminan yang dapat mengganggu kinerja *valve*. Setelah proses pembersihan selesai, *spool valve* dirakit kembali dan dipasang pada *Main Pump Assembly* sesuai prosedur *service manual Caterpillar*.

Gambar 4.9 *LS Spool Valve* sebelum dilakukan reseal



Gambar 4. 8 Kerusakan *Seal LS Spool Valve*

Berdasarkan hasil pembongkaran yang ditunjukkan pada Gambar 4.8, diketahui bahwa seal (O-ring) pada *LS Spool Valve* mengalami kondisi getas. Hal ini terlihat dari permukaan seal yang telah mengeras, kehilangan elastisitas, dan mudah retak atau pecah saat dilepas dari dudukannya. Kondisi tersebut

menyebabkan kemampuan seal dalam menahan oli bertekanan menjadi berkurang sehingga terjadi internal leakage pada LS Spool Valve. Akibat kebocoran internal tersebut, sebagian aliran oli kembali ke saluran balik sehingga debit oli yang mengalir menuju boom cylinder menjadi tidak optimal. Meskipun tekanan hidrolik masih berada pada kisaran normal, berkurangnya debit oli menyebabkan gerakan boom extend menjadi lebih lambat dari standar yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil inspeksi dan pengujian yang telah dilakukan, kerusakan seal yang getas pada LS Spool Valve merupakan penyebab utama terjadinya hydraulic low power boom pada unit. Oleh karena itu, dilakukan tindakan reseal dengan mengganti seluruh O-ring yang mengalami kerusakan agar kebocoran internal dapat dihilangkan dan performa sistem hidrolik kembali optimal.



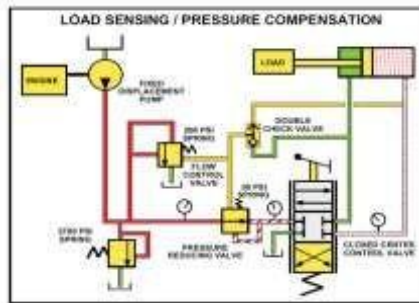
Gambar 4. 9 Spool LS Valve Sudah di Reseal

Berdasarkan Gambar 4.9, LS Spool Valve telah selesai

dilakukan proses reseal dengan mengganti seluruh O-ring yang sebelumnya mengalami kondisi getas menggunakan seal baru sesuai spesifikasi. Setelah proses penggantian, seluruh O-ring terpasang dengan baik pada alur spool valve sehingga mampu memberikan kerapatan yang optimal dan mencegah terjadinya internal leakage. Kondisi ini memungkinkan aliran oli bertekanan mengalir secara maksimal menuju boom cylinder tanpa mengalami kebocoran di dalam spool valve. Dengan berkurangnya kebocoran internal, debit oli yang diterima aktuator menjadi lebih optimal sehingga respons gerakan boom extend meningkat dan waktu siklus kerja menjadi lebih cepat dibandingkan sebelum dilakukan perbaikan. Hasil reseal ini menunjukkan bahwa penggantian seal pada LS Spool Valve berhasil mengembalikan fungsi komponen dalam mengatur aliran oli sesuai kebutuhan sistem hidrolik, sehingga gejala hydraulic low power boom dapat diminimalkan.

4.1.8 Strategi Perbaikan

Setelah proses reseal *LS Spool Valve* selesai dilakukan, unit diuji kembali untuk memastikan bahwa tindakan perbaikan telah mengatasi permasalahan yang terjadi. Pengujian dilakukan melalui pengukuran tekanan *hydraulic* dan *boom speed test* sesuai prosedur pengujian yang telah ditetapkan.



Gambar 4. 10 Diagram LS Spool Valve

Hasil pengujian menunjukkan bahwa tekanan *hydraulic* meningkat hingga berada dalam rentang spesifikasi *Caterpillar*. Selain itu, kecepatan gerakan *boom* mengalami peningkatan dan kembali sesuai standar operasi. Respons *boom* saat dioperasikan juga menjadi lebih cepat dan tenaga *hydraulic* kembali normal ketika unit diberikan beban kerja.

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa proses *reseal LS Spool Valve* berhasil menghilangkan kebocoran internal yang sebelumnya menyebabkan hilangnya tekanan *Load Sensing*. Dengan terbentuknya tekanan LS sesuai spesifikasi, pompa *hydraulic* mampu mengatur aliran dan tekanan secara optimal sehingga performa sistem *hydraulic* kembali normal.

Data sebelum perbaikan

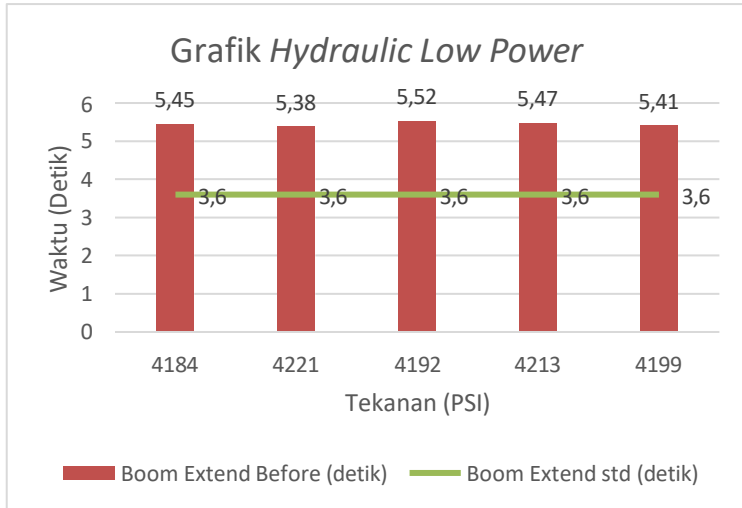
Setelah proses diagnosis selesai dilakukan, pengujian awal dilakukan untuk mengetahui kondisi sistem *hydraulic* sebelum dilakukan perbaikan. Parameter yang diukur meliputi tekanan *hydraulic*, waktu *boom extend*, dan *boom retract*. Hasil pengujian disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 2 Data Hydraulic Sebelum Perbaikan

No	Tekanan Hydraulic (PSI)	Boom Extend (detik)	Boom Retract (detik)
1	4.184	5,45	2,81
2	4.221	5,38	2,76
3	4.192	5,52	2,84
4	4.213	5,47	2,79
5	4.199	5,41	2,82

Berdasarkan hasil pengujian sebelum dilakukan perbaikan, tekanan hidrolik berada pada kisaran 4.184–4.221 psi, sedangkan waktu *boom extend* berkisar 5,38–5,52 detik dan boom retract berkisar 2,76–2,84 detik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa gerakan boom masih lebih lambat dibandingkan standar *Caterpillar*. Kondisi ini mengindikasikan adanya penurunan performa sistem *hydraulic* yang disebabkan oleh kebocoran internal pada *LS Spool Valve*. Akibatnya, tekanan *Load Sensing* yang diterima pompa tidak optimal sehingga debit oli yang dihasilkan belum mampu memenuhi kebutuhan aktuator secara maksimal.

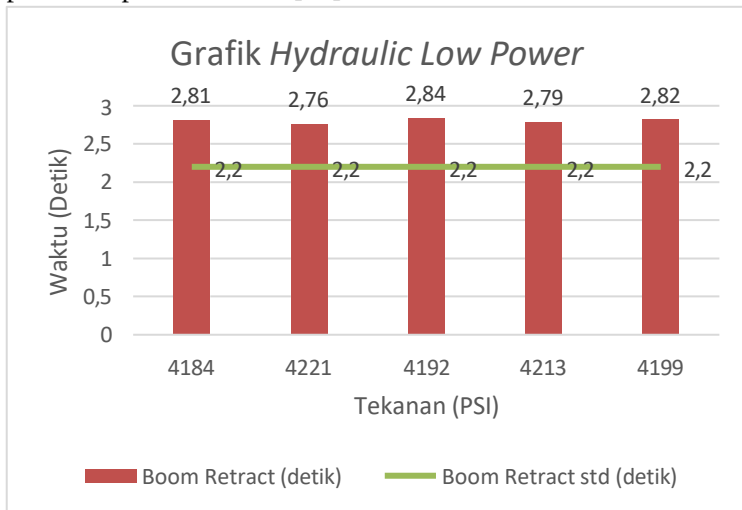
Grafik Sebelum Perbaikan



Gambar 4. 11 Grafik *Boom Extend* Sebelum Perbaikan

Berdasarkan grafik hasil pengujian, waktu boom extend sebelum dilakukan perbaikan berada pada kisaran 5,38–5,52 detik dengan tekanan hidrolik 4184–4221 PSI, sedangkan waktu standar yang digunakan pada pengujian adalah 3,6 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem hidrolik mengalami penurunan performa karena waktu gerakan boom melebihi standar yang ditetapkan. Pengujian boom speed test merupakan metode untuk mengevaluasi kondisi boom cylinder dan sistem hidrolik dengan mengukur waktu pergerakan silinder, sehingga semakin besar selisih waktu terhadap standar menunjukkan semakin rendah kinerja sistem hidrolik. Pada penelitian ini, waktu gerakan boom yang lebih lambat mengindikasikan bahwa aliran oli menuju boom cylinder tidak optimal akibat internal leakage pada LS Spool Valve, sehingga kecepatan

gerakan boom menurun meskipun tekanan hidrolik masih berada pada kisaran 4200 PSI. Hasil ini didukung oleh penelitian Halim dkk. (2024) yang menyatakan bahwa evaluasi kinerja sistem hidrolik excavator dilakukan melalui boom speed test dan pressure test untuk memastikan sistem hidrolik bekerja sesuai spesifikasi serta mendeteksi adanya penurunan kinerja pada komponen hidrolik[16].



Gambar 4. 12 Grafik *Boom Retarct* Sebelum Perbaikan

Berdasarkan grafik hasil pengujian, waktu boom retract sebelum dilakukan perbaikan berada pada kisaran 2,76–2,84 detik dengan tekanan hidrolik 4184–4221 PSI, sedangkan waktu standar yang digunakan pada pengujian adalah 2,2 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem hidrolik mengalami penurunan performa karena waktu gerakan boom retract masih melebihi standar yang ditetapkan. Pengujian boom speed test dilakukan dengan mengukur waktu pergerakan boom cylinder

saat memanjang (extend) dan memendek (retract) untuk mengevaluasi kondisi sistem hidrolik secara keseluruhan. Pada penelitian ini, waktu boom retract yang lebih lambat menunjukkan bahwa aliran oli menuju boom cylinder belum optimal akibat internal leakage pada LS Spool Valve, sehingga kecepatan gerakan silinder menurun meskipun tekanan hidrolik masih berada pada kisaran 4200 PSI. Hasil ini sejalan dengan penelitian Halim dkk. (2024) yang menyatakan bahwa boom speed test dan pressure test digunakan sebagai metode untuk mengevaluasi kinerja sistem hidrolik excavator dan memastikan setiap komponen masih bekerja sesuai spesifikasi yang ditetapkan[16].

Data sesudah perbaikan

Setelah proses reseal *LS Spool Valve* selesai dilakukan, pengujian ulang dilakukan menggunakan prosedur yang sama. Tujuannya adalah untuk mengetahui perubahan performa sistem *hydraulic* setelah dilakukan perbaikan. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel berikut.

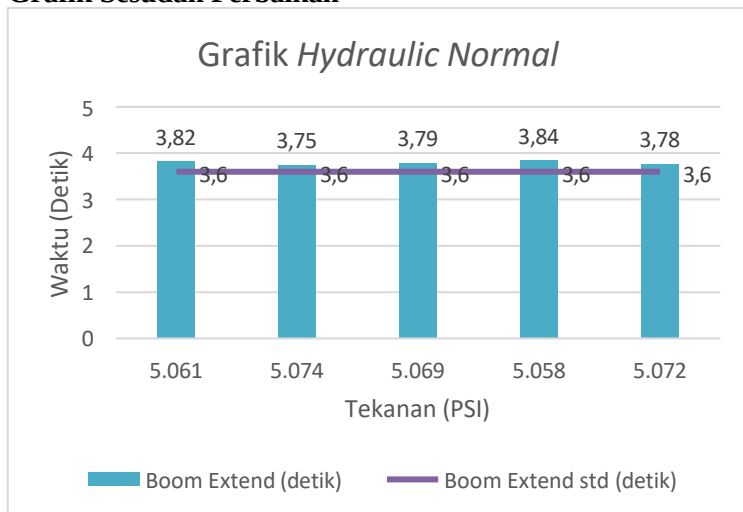
Tabel 4. 3 Data *Hydraulic* Sesudah Perbaikan

No	Tekanan <i>Hydraulic</i> (PSI)	<i>Boom Extend</i> (detik)	<i>Boom Retract</i> (detik)
1	5.061	3,82	2,04
2	5.074	3,75	1,98
3	5.069	3,79	2,01
4	5.058	3,84	2,03
5	5.072	3,78	1,99

Setelah dilakukan proses reseal *LS Spool Valve*, tekanan *hydraulic* meningkat menjadi 5.058–5.074 psi,

sedangkan waktu *boom extend* menurun menjadi 3,75–3,84 detik dan *boom retract* menjadi 1,98–2,04 detik. Berdasarkan hasil pengujian, tekanan hidrolik setelah perbaikan meningkat menjadi 5.058–5.074 PSI. Peningkatan tekanan tersebut menyebabkan waktu boom extend dan boom retract menjadi lebih cepat dibandingkan sebelum perbaikan. Hal ini menunjukkan bahwa proses reseal LS Spool Valve berhasil mengurangi internal leakage sehingga sistem hidrolik dapat bekerja kembali sesuai spesifikasi.

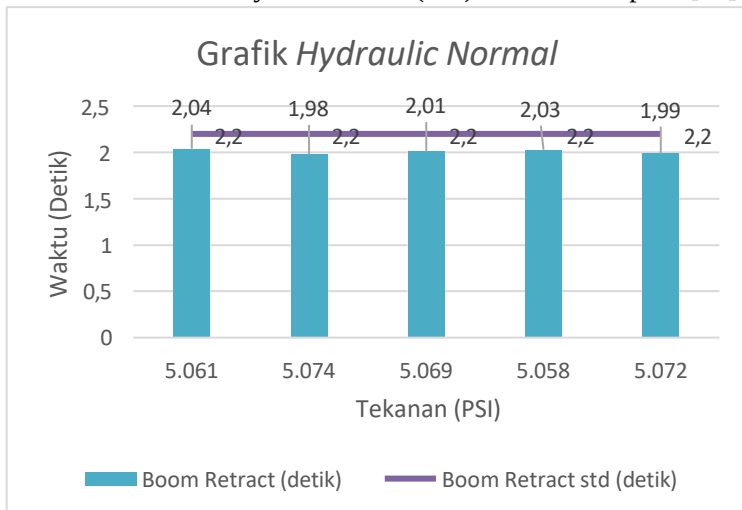
Grafik Sesudah Perbaikan



Gambar 4. 13 Grafik *Boom Extend* Setelah Perbaikan

Berdasarkan grafik hasil pengujian setelah dilakukan perbaikan, waktu boom extend berada pada kisaran 3,75–3,84 detik dengan tekanan hidrolik 5058–5074 PSI, sedangkan waktu standar yang digunakan pada pengujian adalah 3,6 detik.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa performa sistem hidrolik mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan sebelum perbaikan, ditandai dengan meningkatnya tekanan hidrolik hingga mendekati spesifikasi dan waktu gerakan boom extend yang semakin mendekati nilai standar. Peningkatan kinerja ini menunjukkan bahwa internal leakage pada LS Spool Valve telah berhasil diatasi sehingga aliran oli menuju boom cylinder kembali optimal dan kecepatan gerakan boom meningkat. Meskipun hasil pengujian masih memiliki selisih sekitar 0,15–0,24 detik dari standar, nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem hidrolik telah bekerja mendekati kondisi normal dan siap dioperasikan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Halim dkk. (2024) yang menyatakan bahwa kinerja sistem hidrolik dinyatakan baik apabila hasil boom speed test dan pressure test berada dalam rentang spesifikasi yang ditetapkan pada Service Information System (SIS) Caterpillar[16].



Gambar 4. 14 Grafik *Boom Retarct* Setelah Perbaikan

Berdasarkan grafik hasil pengujian setelah dilakukan perbaikan, waktu boom retract berada pada kisaran 1,98–2,04 detik dengan tekanan hidrolik 5058–5074 PSI, sedangkan waktu standar yang digunakan pada pengujian adalah 2,2 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kinerja sistem hidrolik telah kembali normal, ditandai dengan waktu boom retract yang telah memenuhi bahkan sedikit lebih cepat dari nilai standar. Peningkatan performa ini menunjukkan bahwa proses reseal LS Spool Valve berhasil mengatasi internal leakage, sehingga aliran oli menuju boom cylinder kembali optimal dan pergerakan silinder menjadi lebih responsif. Selain itu, tekanan hidrolik yang meningkat hingga mendekati spesifikasi turut mendukung tercapainya kecepatan gerakan yang sesuai dengan standar operasional. Hasil ini sejalan dengan penelitian Halim dkk. (2024) yang menyatakan bahwa kondisi sistem hidrolik dinyatakan baik apabila hasil boom speed test dan pressure test berada dalam rentang spesifikasi yang ditetapkan pada Service Information System (SIS) Caterpillar[16].

Rata – rata

Tabel 4. 4 Data Rata Rata Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Parameter	Sebelum	Sesudah
<i>Tekanan Hydraulic</i>	4.202 PSI	5.067 PSI
<i>Boom Extend</i>	5,45 detik	3,80 detik
<i>Boom Retract</i>	2,80 detik	2,01 detik

4.1.9 Pencatatan/Laporan

Troubleshooting Report

Unit Information

- *Model Unit : Excavator Caterpillar 320 GC*

- *Serial Number : CAT00320CZBT10863*
- *Hour Meter : 4945.5 h*
- *Complaint : Low Power Hydraulic System*

1. Step 1 – Verify Customer Complaint

Operator mengeluhkan unit mengalami *low power* pada sistem *hydraulic*. Gejala yang ditemukan adalah gerakan boom lambat dan tenaga *hydraulic* berkurang saat unit dioperasikan.

Pemeriksaan awal dilakukan dengan mengoperasikan unit dan memverifikasi keluhan operator. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kecepatan boom lebih lambat dibandingkan kondisi normal.

2. Step 2 – Collect Facts

Dilakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap sistem *hydraulic* dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 5 Pemeriksaan Problem

Item Pemeriksaan	Hasil
<i>Hydraulic Oil Level</i>	Normal
<i>Hydraulic Oil Condition</i>	Normal
<i>External Leakage</i>	Tidak ditemukan
<i>Engine Performance</i>	Normal
<i>Hydraulic Pressure</i>	Di bawah spesifikasi
<i>Boom Cycle Time</i>	Lebih lambat dari standar

Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa performa *hydraulic* tidak sesuai spesifikasi.

3. Step 3 – List Possible Causes

Kemungkinan penyebab yang dapat mengakibatkan *low power* antara lain:

1. Kerusakan *hydraulic pump*.

2. *Internal leakage* pada *control valve*.
3. Kerusakan *cylinder boom*.
4. Kerusakan seal atau O-ring.
5. Gangguan pada *Load Sensing (LS) system*.
6. Penurunan performa *engine*.

4. Determine Root Cause

Dilakukan pemeriksaan lanjutan terhadap sistem *Load Sensing (LS)*. Hasil inspeksi menunjukkan bahwa seal pada LS valve mengalami keausan dan kerusakan sehingga menyebabkan *internal leakage* pada LS circuit. Kebocoran internal tersebut menyebabkan tekanan LS tidak dapat mencapai nilai yang ditentukan sehingga *hydraulic pump* tidak mampu melakukan *stroke control* secara maksimal.

Root Cause

Kerusakan seal pada LS valve menyebabkan *internal leakage* pada *Load Sensing circuit* sehingga tekanan LS turun dan mengakibatkan *low power* pada sistem *hydraulic*.

5. Correct Root Cause

Tindakan perbaikan yang dilakukan:

1. Membongkar *LS valve*.
2. Membersihkan seluruh komponen *LS valve*.
3. Mengganti seal yang rusak dengan seal baru sesuai *part specification*.
4. Melakukan inspeksi *spool* dan *housing valve*.
5. Merakit kembali LS valve sesuai *service procedure*.
6. Memasang kembali *LS valve* pada unit.

7. Verify Repair

Setelah perbaikan selesai dilakukan pengujian ulang.

Hasil pengujian menunjukkan:

Tabel 4. 6 Pemeriksaan Setelah Perbaikan

Item Pemeriksaan	Hasil
<i>Hydraulic Pressure</i>	Normal
<i>Boom Cycle Time</i>	Normal
<i>Hydraulic Response</i>	Normal
<i>Internal Leakage</i>	Tidak ditemukan

Unit diuji operasikan dan seluruh fungsi *hydraulic* bekerja normal.

8. Document Findings

Problem

Unit mengalami *low power* pada sistem *hydraulic*.

Cause

Seal LS valve rusak sehingga terjadi *internal leakage* pada *Load Sensing circuit*.

Correction

Mengganti *seal LS valve* dan melakukan pemeriksaan menyeluruh pada komponen terkait.

Result

Tekanan *hydraulic* kembali normal, respons *hydraulic* sesuai spesifikasi, dan unit dapat beroperasi dengan baik.

Recommendation

Melakukan inspeksi berkala pada sistem *hydraulic* dan kondisi seal LS valve saat *preventive maintenance* untuk mencegah terjadinya kerusakan serupa.

4.2 Analisis Kerusakan *Seal LS Spool Valve*

Berdasarkan hasil pembongkaran dan pemeriksaan komponen, diketahui bahwa seal pada *LS Spool Valve* mengalami keausan dan kehilangan elastisitas. Kondisi tersebut menyebabkan seal tidak mampu menutup celah antara *spool* dan *housing valve* dengan sempurna sehingga terjadi kebocoran *internal (internal leakage)*. Kebocoran ini tidak terlihat dari luar, namun mengakibatkan tekanan *Load Sensing (LS)* tidak dapat terbentuk sesuai spesifikasi. Akibatnya, sinyal tekanan yang dikirim ke *hydraulic pump* menjadi lebih rendah sehingga pompa tidak mampu menyesuaikan debit aliran dan tekanan oli sesuai kebutuhan sistem.

Kerusakan seal diperkirakan terjadi akibat umur pemakaian komponen yang sudah cukup lama dan adanya kontaminasi debu pada oli *hydraulic*. Partikel debu yang terbawa aliran oli akan bergesekan dengan permukaan seal dan *spool valve* secara terus-menerus sehingga mempercepat keausan. Selain itu, tekanan kerja yang tinggi dan perubahan temperatur selama unit beroperasi juga mempercepat pengerasan *material seal*. Ketika seal kehilangan elastisitas, kemampuan penyegelan menjadi berkurang dan kebocoran internal tidak dapat dihindari.

Kebocoran internal pada *LS Spool Valve* menyebabkan tekanan *hydraulic* yang dihasilkan sistem menjadi lebih rendah dari kondisi normal. Hal tersebut terlihat dari hasil pengujian sebelum perbaikan, yaitu tekanan hidrolik rata-rata hanya mencapai 4.202 PSI, sedangkan waktu boom extend mencapai 5,45 detik dan boom retract 2,80 detik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kecepatan gerakan boom lebih lambat dibandingkan spesifikasi yang telah ditetapkan. Setelah

dilakukan penggantian seal dan O-ring pada *LS Spool Valve*, tekanan *hydraulic* meningkat menjadi rata-rata 5.067 PSI, sedangkan waktu boom extend turun menjadi 3,80 detik dan *boom retract* menjadi 2,01 detik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa performa sistem *hydraulic* kembali normal dan sesuai dengan standar kerja unit.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa kerusakan seal pada *LS Spool Valve* merupakan penyebab utama terjadinya *low power* pada sistem *hydraulic excavator*. Kebocoran internal yang terjadi menyebabkan tekanan *Load Sensing* menurun sehingga *hydraulic pump* tidak dapat menghasilkan tekanan dan aliran oli secara optimal. Setelah dilakukan penggantian seal sesuai spesifikasi, tekanan *hydraulic* kembali normal, respons boom menjadi lebih cepat, dan kemampuan kerja unit kembali seperti semula.

4.3 Presentase Perbaikan

Tekanan Naik:

$$\frac{5067 - 4202}{4202} \times 100 = 20,5\%$$

Boom Extend:

$$\frac{5.45 - 3.80}{5.45} \times 100 = 30,3\%$$

Boom Retarct:

$$\frac{2.80 - 2.01}{2.80} \times 100 = 28,2\%$$

Setelah dilakukan perbaikan, tekanan *hydraulic* meningkat sebesar 20,5%, sedangkan waktu *boom extend* berkurang 30,3% dan *boom retract* berkurang 28,2%. Hal tersebut menunjukkan bahwa *reseal LS Spool Valve* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan performa

sistem *hydraulic*.

4.4 Upaya Pencegahan

Untuk mencegah kerusakan *LS Spool Valve* terulang, perlu dilakukan perawatan secara berkala sesuai jadwal yang ditetapkan. Kondisi dan level oli *hydraulic* harus diperiksa secara rutin agar sistem tetap bekerja dengan baik dan terhindar dari kontaminasi. Selain itu, *filter hydraulic* perlu diganti sesuai interval perawatan untuk menjaga kebersihan oli. Pemeriksaan kebocoran pada *hose*, *fitting*, dan sambungan *hydraulic* juga harus dilakukan secara berkala agar penurunan tekanan dapat dideteksi lebih awal.

Pemeriksaan tekanan *hydraulic* secara berkala menggunakan *pressure gauge* juga diperlukan untuk memastikan tekanan sistem tetap sesuai spesifikasi. Apabila ditemukan penurunan tekanan atau gejala *low power*, pemeriksaan pada *LS Spool Valve* sebaiknya segera dilakukan agar kerusakan tidak semakin parah. Seluruh hasil inspeksi dan perawatan perlu dicatat sebagai riwayat perawatan. Dengan perawatan yang dilakukan secara rutin, kondisi sistem *hydraulic* dapat tetap optimal dan risiko terjadinya kebocoran internal pada *LS Spool Valve* dapat diminimalkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penyebab low power pada sistem hidrolik boom Excavator Caterpillar 320 menggunakan metode troubleshooting yang didukung Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), dapat disimpulkan bahwa penyebab utama terjadinya low power adalah kerusakan seal Load Sensing (LS) Spool Valve yang mengakibatkan internal leakage sehingga tekanan Load Sensing dan tekanan hidrolik menurun. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa LS Spool Valve memiliki nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi sebesar 189, sehingga menjadi prioritas utama dalam tindakan perbaikan. Setelah dilakukan reseal LS Spool Valve, tekanan hidrolik meningkat hingga mendekati spesifikasi Caterpillar dan waktu gerakan boom extend serta boom retract menjadi lebih cepat. Dengan demikian, tindakan perbaikan yang dilakukan berhasil mengatasi permasalahan low power dan mengembalikan performa sistem hidrolik Excavator Caterpillar 320.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pemeriksaan LS Spool Valve, kondisi seal, dan tekanan hidrolik dilakukan secara berkala sebagai bagian dari preventive maintenance. Selain itu, kebersihan oli hidrolik perlu dijaga dengan melakukan penggantian filter dan oli sesuai interval perawatan untuk mencegah kontaminasi yang dapat menyebabkan internal leakage dan menurunkan performa sistem hidrolik. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan analisis pada komponen hidrolik lainnya agar diperoleh hasil yang lebih menyeluruh.

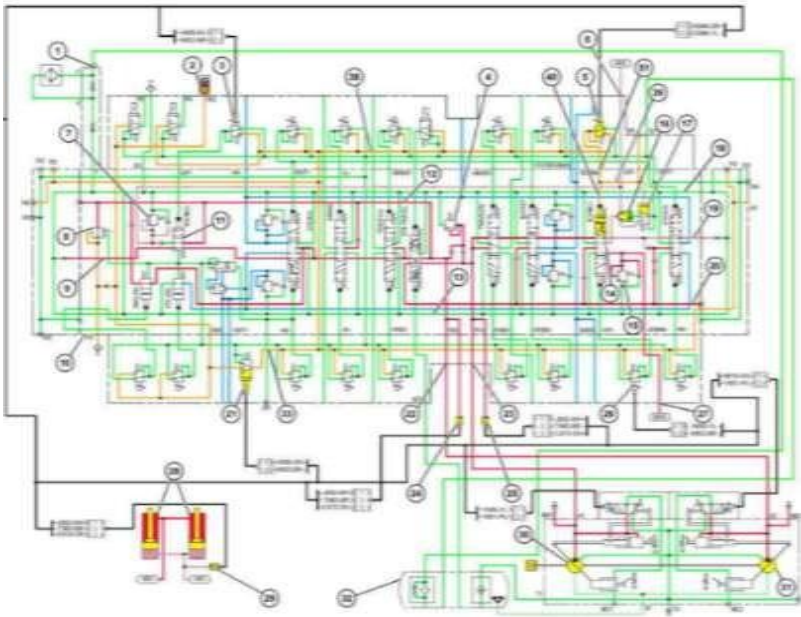
DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. E. Thariq, “ANALISA LOW POWER DAN HYDRAULIC LOW PRESSURE PADA UNIT DOZER D31E KOMATSU DI DINAS BINA MARGA DKI JAKARTA,” 2022.
- [2] D. K. M. Ananda Esa Satria1, “ANALISA PENYEBAB DAN STRATEGI PENANGANAN KERUSAKAN LIFT CYLINDER PADA WHEEL LOADER LIUGONG CLG856 BERDASARKAN STUDI LITERATUR UNTUK MENGURANGI DOWNTIME UNIT.”
- [3] M. T. . Fathurohman Rizqi Ramadhan : Ir. Subroto, “Analisa Penyebab Gerakan Lambat Sistem Hidrolik Pada Boom Cylinder Excavator Komatsu PC 200-8,” pp. 1–10, 2023.
- [4] A. S. Rizky, A. A. Abdillah, and A. Apriana, “Troubleshooting Sistem Hidrolik Pada Swing Boom Excavator 302 . 5 Di Workshop Alat Berat Politeknik Negeri Jakarta,” pp. 1619–1627, 2021.
- [5] D. Agil Kurniawan and R. Noval, “Analisa Low Power Pada System Hydraulic Mini Hydraulic Excavator 302.5 di Workshop Alat Berat,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Mesin Politek. Negeri Jakarta*, pp. 1083–1087, 2022, [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [6] B. T. Rendy Orlando R.B1, Disabella Dayera2, “Analisa Kerusakan Hydraulic Cylinder Boom pada Unit Excavator Kobelco Sk200-10,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 2, pp. 14571–14579, 2022.
- [7] S. Purwanto, N. Aisyah, B. D. Prihadianto, R. Krisnaputra, F. E. Wismo, and I. Bahiuddin, “Rancangan Sistem Hidrolik Pada Front Attachment Alat Peraga Mini Excavator,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, pp. 1153–1163, 2024, doi: 10.21776/jrm.v15i2.1729.

- [8] A. Ibnu, S. Al, D. R. Hartana, and S. Hidrolik, “Analisis Kerusakan Sistem Hidrolik Pada Excavator dengan Menggunakan Metode FMEA,” vol. 06, no. 02, pp. 54–58, 2025.
- [9] United Tractors, “8 Masalah Sistem Hidrolik pada Alat Berat dan Solusinya.” [Online]. Available: <https://utconnect.unitedtractors.com/news/480543d1-f159-423f-be9a-08ddde2a6421>
- [10] P. B. C. T. Nusantara, “Ini Penyebab Kerusakan Pompa Hidrolik & Solusi Perbaikannya.” [Online]. Available: <https://bctn.co.id/blogs/detail/penyebab-kerusakan-pompa-hidrolik>
- [11] G-Times Articles, “8 Penyebab Kegagalan O-Ring & Cara Mencegahnya – Panduan Optimalisasi Penyegelan!” [Online]. Available: <https://www.gmors.co.id/article/8-Major-Causes-of-O-Ring-Failure-and-Prevention-Methods/detail#:~:text=Kerusakan saat Pemasangan&text=O-Ring robek%2C, yang mengakibatkan penurunan kinerja penyegelan.&text=Teknik pemasangan yang tidak tepat,pema>
- [12] M. E. Wahyudinata, R. Noval, and I. Susanto, “Analisa Overheating Engine Whell Loader 835 H Liugong Studi Kasus Pada Waterpump,” *Pros. Semin. Nas. Tek. Mesin*, pp. 1473–1482, 2024, [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/view/3533%0Ahttps://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sntm/article/download/3533/2116>
- [13] “PT Trakindo Utama, ‘TT028 – Engine Performance Analysis: 7 Step Troubleshooting,’ Training Center Cileungsi,” pp. 1–10.
- [14] I. Roswandi, O. Pratama, and D. Junaedi, “Analisis Penerapan Health Safety and Environment dengan

- Metode Fault Tree Analysis dalam Meningkatkan Produktivitas Kerja di Laboratorium PT. XYZ,” *J. Media Tek. dan Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, p. 67, 2023, doi: 10.35194/jmtsi.v7i2.2435.
- [15] J. O. B. Safety, A. Di, P. T. Pln, and U. L. P. Daruba, “DENTIFIKASI DAN ANALISIS RESIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE JSA (JOB SAFETY ANALYSIS) DI PT. PLN ULP DARUBA,” vol. 05, no. 01, pp. 385–396, 2025.
- [16] A. Halim, M. Fadli, and M. Mangkona, “Kinerja Sistem Hidrolik Pada Unit Excavator 320D2 Caterpillar,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, pp. 1165–1174, 2024, doi: 10.21776/jrm.v15i2.1756.

Lampiran 1 Skema Diagram Hydraulic



Lampiran 2 *Sims Report*63

Lampiran 3 FORM HASIL WAWANCARA OPERATOR

A. Identitas Wawancara

Uraian	Keterangan
Judul Penelitian	Analisa Penyebab Low Power Sistem Hidrolik pada Boom Excavator Caterpillar 320 Menggunakan Metode Troubleshooting
Hari/Tanggal	24 April 2026
Lokasi	Workshop PT Trakindo Utama
Unit	Excavator Caterpillar 320
Hour Meter	10.245 HM
Responden	Operator Excavator
Pewawancara	Muhammat Firdaus

B. Hasil Wawancara

No.	Pertanyaan	Jawaban Operator
1	Apa keluhan utama pada unit?	Boom mengalami low power sehingga gerakannya lebih lambat dari kondisi normal.
2	Kapan gejala tersebut mulai dirasakan?	Sekitar satu minggu sebelum unit diperiksa dan semakin terasa saat unit digunakan secara terus-menerus.
3	Pada kondisi apa gejala paling sering muncul?	Saat boom mengangkat material atau bekerja dengan beban.
4	Apakah gangguan terjadi terus-menerus?	Ya, hampir setiap kali unit dioperasikan.
5	Apakah terdapat kebocoran oli hidrolik yang terlihat?	Tidak ditemukan kebocoran oli hidrolik secara visual.

6	Apakah pernah dilakukan perbaikan sebelumnya?	Belum pernah dilakukan penggantian seal pada LS Spool Valve .
7	Bagaimana dampak gangguan terhadap pekerjaan?	Waktu siklus kerja menjadi lebih lama sehingga produktivitas unit menurun.
8	Apakah terdapat indikator kerusakan pada monitor unit?	Tidak terdapat indikator atau kode kerusakan yang muncul pada monitor.
9	Apa tindakan yang biasanya dilakukan operator?	Mengurangi beban kerja dan tetap mengoperasikan unit sambil menunggu pemeriksaan mekanik.
10	Apakah ada informasi lain yang perlu disampaikan?	Gejala muncul secara bertahap dan semakin terasa ketika unit digunakan untuk pekerjaan yang membutuhkan tenaga boom lebih besar.

C. Kesimpulan Wawancara

Hasil Wawancara

Berdasarkan hasil wawancara, operator menyampaikan bahwa boom mengalami low power yang ditandai dengan gerakan boom lebih lambat, terutama saat mengangkat beban. Gangguan terjadi secara bertahap tanpa adanya kebocoran oli hidrolik yang terlihat maupun indikator kerusakan pada monitor unit. Informasi tersebut menjadi dasar pelaksanaan proses troubleshooting, yang kemudian dilanjutkan dengan pemeriksaan tekanan hidrolik, boom speed test, dan inspeksi Load Sensing (LS) Spool Valve untuk menentukan penyebab utama permasalahan. penyebab utama permasalahan.

D. Persetujuan Hasil Wawancara

Responden (Operator)

Nama : Mahendra

Jabatan : Operator Excavator

Tanda Tangan :



(Mahendra)

Tanggal : 24 April 2026

Pewawancara

Nama : **Muhammat Firdaus**

Peneliti

Tanda Tangan :



(Muhammat Firdaus)

Tanggal : 24 April 2026

Lampiran 4 Checklist Pemeriksaan Awal

No.	Item Pemeriksaan	Standar Pemeriksaan	Hasil	Keterangan
1	Konfirmasi keluhan operator	Boom mengalami low power/lambat	☒ Ya ☐ Tidak	Gerakan boom lambat saat diberi beban
2	Kondisi fisik boom cylinder	Tidak ada retak, penyok, atau kerusakan	☒ Baik ☐ Rusak	Kondisi normal
3	Kebocoran pada boom cylinder	Tidak terdapat kebocoran oli	☒ Tidak Ada ☐ Ada	Tidak ditemukan kebocoran eksternal
4	Level oli hidrolik	Sesuai batas indikator (level gauge)	☒ Sesuai ☐ Tidak	Level oli normal
5	Kondisi oli hidrolik	Bersih, tidak tercampur air/kotoran	☒ Baik ☐ Buruk	Oli masih layak digunakan
6	Hose dan fitting hidrolik	Tidak bocor atau retak	☒ Baik ☐ Rusak	Tidak ditemukan kebocoran
7	Main control valve	Tidak terdapat kebocoran eksternal	☒ Baik ☐ Rusak	Kondisi normal
8	Respons engine	Putaran stabil sesuai spesifikasi	☒ Normal ☐ Tidak Normal	Engine bekerja normal
9	Respons gerakan boom	Gerakan halus dan responsif	☐ Normal ☒ Lambat	Boom bergerak lambat
10	Indikasi awal kerusakan	Diperlukan pemeriksaan lanjutan	☒ Ya ☐ Tidak	Dilanjutkan ke pressure test dan inspeksi LS Spool Valve

Lampiran 5 Job Safety Analysis

Pekerjaan / Task		TROUBLESHOOTING LOW POWER EXCA 320		Nomor JSA / JSA Number		Halaman / Page		dari / of	
Tgl Pembuatan JSA / Date of JSA		24/04/2026		Departemen / Department		SERVICE		Tempat Kerja / Work Location	
Disusun oleh / Compiled By		WAHYU K		Review oleh / Reviewed by		SHE DEPARTEMEN		Atasan / Superior	
		TTD / Sign				TTD / Sign		TTD / Sign	
Apakah anda terlatih untuk melakukan pekerjaan ini? / Are you properly trained to complete this task? ☒ Ya ☐ Tidak/ No Apakah anda perlukan untuk memastikan bahwa pekerjaan selesai tanpa adanya kecelakaan kerja? / What do you need to ensure this job is completed without Memastikan bahwa semua pekerja memahami prosedur kerja yang aman dan memahami resiko serta pengendaliannya Siapakah yang bertanggung jawab untuk menghentikan pekerjaan jika terjadi perubahan pekerjaan atau gangguan kondisi lingkungan kerja? / Who is responsible for Stop Work authority if change job or workplace distraction Siapakah saja yang melihat jika ada potensi bahaya Apakah anda memerlukan peralatan LOTO? / Are you need LOTO equipments? ☐ Ya ☒ Tidak/ No									
Kondisi Lingkungan / Environmental Condition		Normal		Cuaca / Weather		Cerah		Medan / Terrain	
								Normal	
Pengendalian Sumber Bahaya / Hazardous Energy Control		☒ Listrik / Electric ☒ Hidrolik / Hydraulic		☒ Gravitasi (benda jatuh/terjatuh) ☒ Mekanis / Mechanical		☐ Pneumatis / Pneumatic ☐ Panas / Thermal			
APD yang diperlukan / Required PPE		☒ Helm / Safety Helmet ☒ Sepatu / Safety Shoes ☒ Kacamata / Safety Glasses		☒ Sarung Tangan / Hand Gloves ☐ Pelindung Telinga / Hearing Protection ☐ Pelindung Pernapasan / Respiratory Protection		☐ Pelindung Mata / Face Shield ☐ Pelindung Jutuh / Fall Protection ☐ Lain-Lain / Others			
Risikonya yang perlu dipertimbangkan dalam melaksanakan bahaya/ These to consider in identify hazards 1. Bahaya Fisik : Terjatuh, terkena kuli, tertimpa, tersengat 2. Bahaya Kimia : Listrik, Api, Ledakan, Kebakaran, Radiasi, Panas, Stress, Terjepit, Tersandung, Terjatuh, Tertimpa, Cederaan 3. Bahaya Biologi : Penyakit yang ditularkan melalui darah, lakat, tanaman, serangga. 4. Bahaya Ergonomi : Gerakan berulang, beban berlebihan, Postur Janggal, Durasi Kerja, Desain area kerja 5. Bahaya Lingkungan : Ingestion, skin contact, inhalation, absorption 6. Bahaya Ergonomi : Repetition, Forceful exertion, awkward posture, duration, work area design									
NO	Urutan Dasar Langkah Tugas / Job Step (Maximum 15 Langkah / Maximum 15 Steps)	Bahaya Yang Terkait / Potential Hazard	Tindakan Pengendalian/ Recommended Action						
1	PREPARE TOOLS	1.1 Tangan tertimpa tool saat pembawaan	1.1.1 Hindari posisi tidak ergonomis 1.1.2 Gunakan sarung tangan						
2	CHECK KEBOCORAN	2.1 Kaki Tersandung 2.2 Kepala Terbentur	2.1.1 perhatikan area kerja 2.2.1 Fokus dalam bekerja 2.2.3 Gunakan apd lengkap						
3	INSTALL ET TOOL	3.1 Terjepit dan tergores	3.1.1 Menggunakan sarung tangan 3.3.2 Hindari titik jepit						
4	MENCARI TROUBLESHOOTING	4.1 Terjatuh Saat naik ke unit 4.2 Terpeleset dan Terbentur	4.1.1 Gunakan 3 Point Contact 4.2.1 gunakan APD yang sesuai 4.2.2 Fokus Dalam Bekerja						
5	PERBAIKAN TROUBLESHOOTING	5.1 Terkena Cipratan Oli 5.2 Tangan Tergores	5.1.1 Gunakan Safety Gless 5.2.1 Gunakan Hand Glove 5.2.2 Fokus Dalam Bekerja						
6	HOUSEKEEPING	6.1 Tterpeleset ceceran oli 6.2 tertimpa tool	6.1.1 bersihkan ceceran oli dengan majun 6.2.1 gunakan sarung tangan dan hati hati						

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Muhammat Firdaus dilahirkan di Sidoarjo, 02 April 2005. Anak dari Bapak Mujiono dan Ibu Siti Samawati. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis mulai menuntut ilmu di MI Hidayatul Abidin pada tahun (2011-2017), melanjutkan ke MTsN Sidoarjo pada tahun (2017-2020), dan melanjutkan ke SMK Trisakti Tulangan pada tahun (2020-2023). Pada tahun 2023 penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi di Politeknik Negeri Madura Jurusan Rekayasa Mesin dan Industri, Program Studi D3 Teknik Mesin Alat Berat selama 3 tahun (2023-2026). Selama di Politeknik Negeri Madura.