



**IMPLEMENTASI *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*
(*FMEA*) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (*FTA*) UNTUK
PENINGKATAN KUALITAS SUKU CADANG ALAT BERAT
MERK KOMATSU PADA PT.XYZ**

SKRIPSI

Mangadar Juni Filder Sinaga
20190910002

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

TANGERANG

2026



**IMPLEMENTASI *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS*
(*FMEA*) DAN *FAULT TREE ANALYSIS* (*FTA*) UNTUK
PENINGKATAN KUALITAS SUKU CADANG ALAT BERAT
MERK KOMATSU PADA PT.XYZ**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Buddhi Dharma
Jenjang Pendidikan Strata 1

Mangadar Juni Filder Sinaga
20190910002

Program Studi Teknik Industri
Fakultas Sains dan Teknologi

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
TANGERANG
2026

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini.

NIM : 20190910002
Nama : Mangadar Juni Filder Sinaga
Jenjang Studi : Strata 1
Program Studi : Teknik Industri
Peminatan : *Quality System*

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat Gelar Akademik Sarjana atau kelengkapan studi, baik di Universitas Buddhi Dharma maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Skripsi ini saya buat sendiri tanpa bantuan dari pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.
4. Dalam Skripsi ini tidak terdapat pemalsuan (kebohongan), seperti buku, artikel, jurnal, data sekunder, pengolahan data, dan pemalsuan tanda tangan dosen atau Ketua Program Studi Universitas Buddhi Dharma yang dibuktikan dengan keasliannya.
5. Lembar pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, tanpa paksaan dan apabila dikemudian hari atau pada waktu lainnya terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima Sanksi Akademik berupa pencabutan Gelar Akademik yang telah saya peroleh karena Skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan dan norma yang berlaku.

Tangerang, 28 Januari 2026
Yang membuat pernyataan,



Mangadar Juni Filder Sinaga
20190910002

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini.

NIM : 20190910002
Nama : Mangadar Juni Filder Sinaga
Jenjang Studi : Strata I
Program Studi : Teknik Industri
Peminatan : *Quality System*

Dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Universitas Buddhi Dharma, Hak Bebas Royalti Non – Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul: “Implementasi *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)* Dan *Fault Tree Analysis (FTA)* Untuk Peningkatan Kualitas Suku Cadang Alat Berat Merk Komatsu Pada PT.XYZ”.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini pihak Universitas Buddhi Dharma berhak menyimpan, mengalih-media atau format-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan atau mempublikasikannya di *internet* atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama atau pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Buddhi Dharma, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

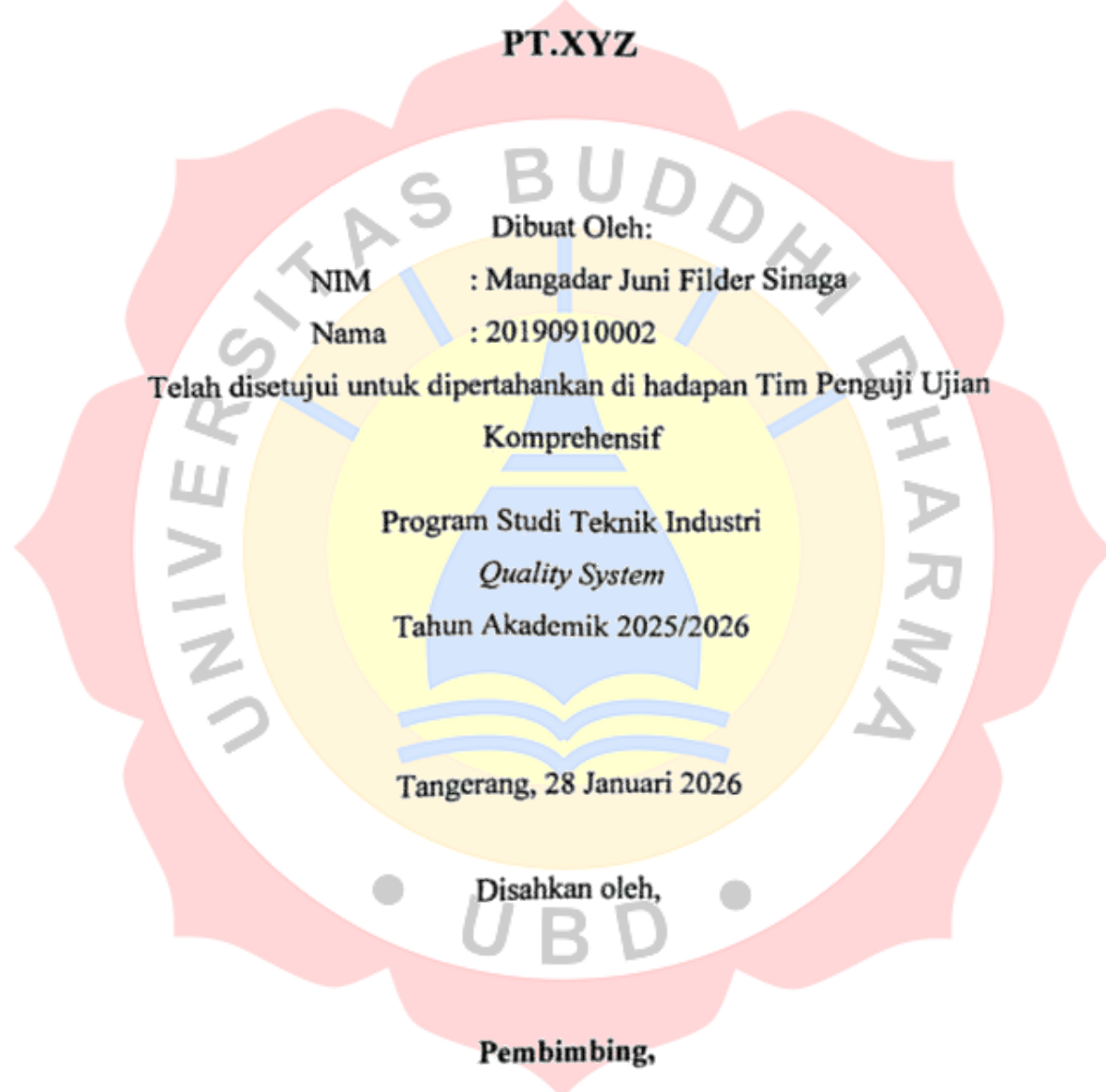
Tangerang, 28 Januari 2026
Yang membuat pernyataan,



Mangadar Juni Filder Sinaga
20190910002

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI
IMPLEMENTASI *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*
DAN *FAULT TREE ANALYSIS (FTA)* UNTUK PENINGKATAN
KUALITAS SUKU CADANG ALAT BERAT *MERK KOMATSU* PADA
PT.XYZ**



Dibuat Oleh:

NIM : Mangadar Juni Filder Sinaga

Nama : 20190910002

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian

Komprehensif

Program Studi Teknik Industri

Quality System

Tahun Akademik 2025/2026

Tangerang, 28 Januari 2026

Disahkan oleh,

Pembimbing,

(Dr. Abidin, ST., M.Si.)
NUPTK: 2740754655200002

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**IMPLEMENTASI *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*
DAN *FAULT TREE ANALYSIS (FTA)* UNTUK PENINGKATAN
KUALITAS SUKU CADANG ALAT BERAT *MERK KOMATSU* PADA**

PT.XYZ

Dibuat Oleh:

NIM : 20190910002

Nama : Mangadar Juni Filder Sinaga

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian
Komprehensif

Program Studi Teknik Industri

Quality System

Tahun Akademik 2025/2026

Tangerang, 28 Januari 2026

Disahkan oleh,

Dekan,

Ketua Program Studi,

Dr. Yakub, S.Kom M.Kom., M.M.
NUPTK: 1836747648130172

Dr. Abidin, ST., M.Si.
NUPTK: 2740754655200002

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKIRPSI

Nama : Mangadar Juni Filder Sinaga
NIM : 20190910002
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Implementasi *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)* Dan
Fault Tree Analysis (FTA) Untuk Peningkatan Kualitas Suku
Cadang Alat Berat Merk Komatsu Pada PT.XYZ

Dinyatakan LULUS setelah mempertahankan di depan Tim Penguji pada hari Rabu, 28-01-2026.

Nama penguji :
Ketua Sidang : Ramona Dyah Safitri, S.Si, M.Si
NUPTK: 8652771672230312

Tanda Tangan :



Penguji I : Prihantoro Syahdu Sutopo, ST., M.T
NUPTK: 4445761662130212

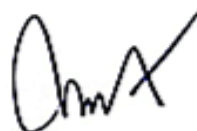


Penguji II : Dr. Abidin, ST., M.Si
NUPTK: 2740754655200002



Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Yakub, M.Kom., M.M.

NUPTK: 1836747648130172

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **Implementasi *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)* Dan *Fault Tree Analysis (FTA)* Untuk Peningkatan Kualitas Suku Cadang Alat Berat Merk Komatsu Pada PT.XYZ**. Tujuan utama dari pembuatan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat kelengkapan dalam menyelesaikan Program Sarjana Program Studi Teknik Industri di Universitas Buddhi Dharma. Dalam penyusunan Skripsi ini penulis banyak menerima bantuan dan dorongan baik moril maupun materiil dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Limajatini, S.E., M.M., B.K.P. sebagai Rektor Universitas Buddhi Dharma.
2. Bapak Dr. Yakub, M.Kom., M.M. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Dr. Abidin, ST., M.Si. sebagai Ketua Program Studi Teknik Industri dan pembimbing yang telah membantu dan memberikan dukungan serta harapan untuk menyelesaikan penulisan Skripsi ini.
4. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moril dan materiil.
5. Pimpinan perusahaan PT. Jaya Powerindo Perkasa.
6. Teman-teman yang selalu membantu dan memberikan semangat.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk disebutkan satu-persatu sehingga terwujudnya penulisan ini. Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga Skripsi ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Tangerang, 28 Januari 2026

Penulis

ABSTRAK

Komatsu adalah salah satu merek alat berat yang digunakan hampir disetiap pekerjaan pertambangan, kontruksi jalan dan pembangunan. PT.XYZ adalah perusahaan yang bergerak dibidang jual beli alat berat bekas, dimana alat berat merek komatsu menjadi keluhan dari konsumen terkait suku cadang. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidaksesuaian standar komponen dan kelemahan sistem pemeliharaan, sehingga diperlukan analisis menyeluruh untuk mengidentifikasi komponen paling kritis beserta akar penyebab kegagalannya. Tujuan penelitian ini meliputi penentuan alat berat dengan tingkat kerusakan tertinggi, identifikasi suku cadang yang paling sering gagal, penilaian tingkat risiko menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, serta penelusuran akar masalah melalui *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk menghasilkan usulan perbaikan yang tepat. Penelitian menggunakan data primer dan sekunder, yang selanjutnya diolah menggunakan *FMEA* untuk menentukan nilai *Risk Priority Number (RPN)* dan *FTA* untuk memetakan hubungan sebab-akibat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Komatsu PC200-8 MO merupakan unit dengan kerusakan tertinggi. Solenoid dan kabel menjadi suku cadang dengan tingkat penggantian terbanyak. *FMEA* menemukan bahwa solenoid dengan mode kegagalan “macet” memiliki *RPN* tertinggi yaitu 192, diikuti kegagalan kabel dengan *RPN* 175. Melalui *FTA*, penyebab utama solenoid macet meliputi penggunaan oli tidak standar, kontaminasi kotoran, kerusakan *seal*, serta usia pakai komponen. Sementara itu, kegagalan kabel dipicu oleh soket yang tidak rapat, jalur kabel yang tidak tertata, dan penggunaan kabel yang tidak sesuai spesifikasi. Penelitian menyimpulkan bahwa peningkatan kualitas suku cadang, perbaikan prosedur kerja teknisi, serta penerapan pemeliharaan preventif lebih ketat sangat diperlukan untuk meningkatkan keandalan alat berat dan menekan *downtime*.

Kata Kunci: alat berat, *FMEA*, *FTA*, suku cadang.

ABSTRACT

Komatsu is a brand of heavy equipment used in almost every mining, road construction, and development project. PT.XYZ is a company engaged in the buying and selling of used heavy equipment, and Komatsu heavy equipment is a major source of consumer complaints regarding spare parts. These issues indicate inconsistencies in spare-part standards and weaknesses in maintenance practices, requiring a comprehensive analysis to identify the most critical components and the root causes of their failures. The objectives of this research include determining the equipment with the highest failure rate, identifying the most frequently damaged spare parts, assessing risk levels using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), and tracing root causes through Fault Tree Analysis (FTA) to develop appropriate improvement strategies. The study uses both primary and secondary data, which are evaluated using FMEA to calculate the Risk Priority Number (RPN) and FTA to map cause-effect relationships. Results show that the Komatsu PC200-8 MO has the highest number of failures, while solenoids and cables are the most frequently replaced components. FMEA identifies the solenoid with a “stuck” failure mode as the most critical component with an RPN of 192, followed by cable failure with an RPN of 175. FTA reveals that solenoid failure is driven by non-standard oil usage, contamination, seal deterioration, and component aging. Cable failure arises from loose sockets, poor routing, and the use of non-standard cables. The study concludes that improving spare-part quality control, enhancing technician work procedures, and strengthening preventive maintenance are essential to increasing equipment reliability and reducing downtime.

Keywords: FMEA, FTA, heavy equipment, spare part.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SKIRPSI	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Alat Berat.....	5

2.1.1	Klasifikasi Alat Berat Berdasarkan Penggerak Utama	5
2.1.2	Jenis -jenis Alat Berat	6
2.2	Kualitas	7
2.2.1	Kualitas Produk.....	7
2.2.2	Diagram <i>Pareto</i>	8
2.2.3	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	9
2.2.4	<i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	13
2.3	Penelitian yang Relevan	14
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1	Kerangka Pemikiran	17
3.2	Tahapan Penelitian	18
3.3	Teknik Pengumpulan Data	20
BAB IV	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	22
4.1	Gambaran Umum Perusahaan	22
4.1.1	Sejarah Perusahaan	22
4.1.2	Struktur Organisasi Perusahaan.....	23
4.1.3	Proses Produksi.....	30
4.2	Data dan Pengolahan	36
4.2.1	Data Kerusakan Alat Berat dari Konsumen.....	48
4.2.2	Data Penggantian Suku Cadang.....	54
4.3	Analisis dan Pembahasan	73

4.3.1	Jenis Alat Berat Komatsu dengan Tingkat Perbaikan Terbanyak	73
4.3.2	Suku Cadang yang Paling Sering Terjadi Kerusakan	74
4.3.3	Dampak Kerugian Terburuk Akibat Kerusakan Suku Cadang dengan Menggunakan Metode <i>FMEA</i>	76
4.3.4	Usulan Perbaikan Terhadap Suku Cadang Berdasarkan Metode <i>Fault Tree Analysis (FTA)</i>	78
BAB V	SIMPULAN DAN SARAN	85
5.1	Simpulan.....	85
5.2	Saran	86
DAFTAR PUSTAKA		88
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		93
LAMPIRAN		94

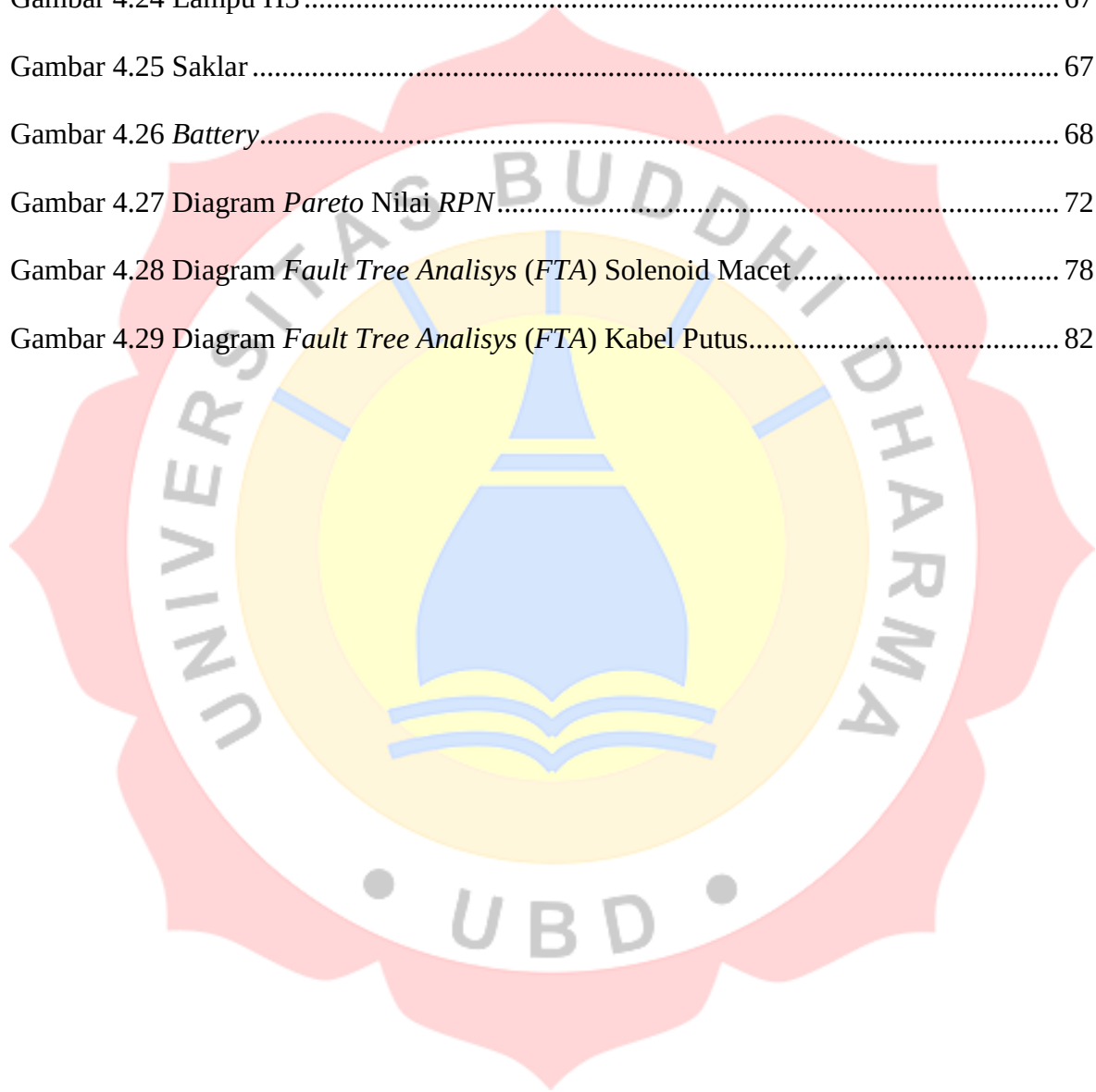
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Tingkat Keparahan (<i>Severity</i>).....	11
Tabel 2.2 Tabel Tingkat Kejadian (<i>Occurance</i>).....	12
Tabel 2.3 Tabel Tingkat Deteksi (<i>Detection</i>)	12
Tabel 2.4 Simbol <i>FTA</i>	14
Tabel 4.1 Data Kerusakan (Jenis Alat Berat)	37
Tabel 4.2 Data Kerusakan Alat Berat dari Konsumen	42
Tabel 4.3 Data Kerusakan <i>Electrical</i>	48
Tabel 4.4 Data Perbaikan Alat Berat	54
Tabel 4.5 Data Penggantian Suku Cadang	59
Tabel 4.6 <i>FMEA Worksheet</i>	69
Tabel 4.7 Nilai <i>RPN</i>	72
Tabel 4.8 Persentase Kerusakan Alat Berat.....	73
Tabel 4.9 Persentase Kerusakan Suku Cadang.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambaran Alat Berat Roda Kelabang	5
Gambar 2.2 Gambaran Alat Berat Roda Ban	6
Gambar 2.3 Diagram <i>Pareto</i>	9
Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran	17
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian.....	20
Gambar 4.1 Perusahaan Tampak Depan	23
Gambar 4.2 Area Kantor	23
Gambar 4.3 Area <i>Workshop</i>	23
Gambar 4.4 Struktur Perusahaan.....	24
Gambar 4.5 Flowchart Perbaikan Alat Berat.....	36
Gambar 4.6 Perbandingan Jenis Alat Berat.....	41
Gambar 4.7 Perbandingan Jenis Kerusakan	48
Gambar 4.8 Kerusakan Alat Berat dari Konsumen	53
Gambar 4.9 Diagram <i>Pareto</i> Perbaikan Alat Berat.....	56
Gambar 4.10 PC200-8 MO Tampak Belakang	57
Gambar 4.11 PC200-8 MO Tampak Samping Depan.....	57
Gambar 4.12 PC75-3 Tampak Depan.....	57
Gambar 4.13 PC75-3 Tampak Samping Belakang.....	57
Gambar 4.14 PC78-6 Tampak Samping Belakang.....	58
Gambar 4.15 PC78-6 Tampak Samping Depan	58
Gambar 4.16 PC78-10 Tampak Samping Depan	58
Gambar 4.17 PC78-10 Tampak Samping Belakang.....	58
Gambar 4.18 PC135F-10 Tampak Samping Belakang	59
Gambar 4.19 PC135F-10 Tampak Depan	59

Gambar 4.20 Diagram <i>Pareto</i> Suku Cadang yang Diganti	64
Gambar 4.21 Solenoid	65
Gambar 4.22 Kabel.....	65
Gambar 4.23 Sekring 15A	66
Gambar 4.24 Lampu H3	67
Gambar 4.25 Saklar	67
Gambar 4.26 <i>Battery</i>	68
Gambar 4.27 Diagram <i>Pareto</i> Nilai <i>RPN</i>	72
Gambar 4.28 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (<i>FTA</i>) Solenoid Macet.....	78
Gambar 4.29 Diagram <i>Fault Tree Analysis</i> (<i>FTA</i>) Kabel Putus.....	82



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Pengesahan Selesai Kerja Praktik.....	94
Lampiran 2 Kartu Bimbingan Skripsi	95



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pada era saat ini dunia berkembang sangat pesat dalam hal teknologi. Tidak terkecuali dalam penggunaan alat berat untuk mempermudah pekerjaan manusia. Alat berat sangat penting dalam pekerjaan manusia, mulai dari pembangunan, konstruksi jalan, dan untuk pertambangan. Alat berat ini dapat mempercepat pekerjaan dan target yang sudah ditetapkan akan tercapai. Untuk alat berat sendiri ada berbagai kegunaannya. Untuk pertambangan sendiri ada alat seperti: truk tambang (*dump truck*), alat pemadat tanah (*compactor*), alat pendorong (*bulldozer*), dan *Excavator*. Untuk konstruksi jalan ada alat seperti: *bulldozer*, *single drum roller*, *Excavator*, *crane*. Untuk pembangunan sendiri ada alat: *wheel loader*, *crane*, *Excavator*.

PT. XYZ merupakan sebuah perusahaan yang bergerak pada bidang jual beli alat berat bekas. Pemakaian alat berat di dunia sangat banyak sesuai kebutuhannya. Tanpa terkecuali Indonesia sudah pasti banyak penggunaannya. Apalagi Indonesia adalah negara berkembang, di mana untuk pembangunan sudah beberapa tahun terakhir ini gencar meningkatkan pembangunan infrastruktur secara merata di seluruh pulau yang ada di Indonesia

Sejalan dengan tujuan perusahaan maka diperlukan sebuah penelitian berkaitan dengan kualitas suku cadang alat berat tersebut. Metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* adalah untuk mengidentifikasi skenario kegagalan sistem, mode kegagalan komponen yang memicunya (Wisner *et al.*, 2024). *FMEA* akan meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk (Mustaqim *et al.*, 2021). Sementara itu *Fault Tree Analysis (FTA)* digunakan untuk mengupayakan pengendalian mutu (kualitas) dengan cara menganalisis,

mengidentifikasi, dan melakukan tindakan untuk menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam pekerjaan (Zakaria *et al.*, 2023). *FMEA* digunakan untuk menganalisis risiko secara menyeluruh dengan tujuan mengenali potensi kegagalan pada suatu peralatan serta dampak yang mungkin ditimbulkannya. Sementara itu, *FTA* berfungsi untuk menelusuri hubungan antara berbagai faktor penyebab kegagalan dan menggambarkannya dalam bentuk diagram pohon kesalahan, guna menunjukkan bagaimana sistem dapat gagal beserta konsekuensinya (Iraz dan Suseno, 2023).

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Banyaknya alat berat merek Komatsu dengan tingkat keluhan tinggi yang dialami oleh konsumen PT. XYZ.
2. Suku cadang dengan kualitas yang kurang baik merupakan salah satu penyebab utama terjadinya kerusakan pada alat berat.
3. Adanya kerugian yang dialami oleh konsumen akibat kerusakan suku cadang yang terjadi.
4. Perusahaan belum memiliki solusi terhadap permasalahan kualitas suku cadang yang ada.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Masalah yang akan diteliti hanya pada kerusakan pada alat berat jenis *Excavator* merek Komatsu yang dijual oleh PT.XYZ.
2. Masalah yang akan diteliti hanya pada suku cadang yang digunakan pada alat berat jenis *Excavator* merek Komatsu pada PT. XYZ.

3. Penelitian akan dilakukan untuk menganalisis kualitas suku cadang yang gunakan dan tidak termasuk cara penggunaan alat berat tersebut dengan metode *FMEA*.
4. Penelitian terfokus pada bagian elektrik.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis alat berat merek Komatsu dengan tingkat perbaikan terbanyak yang dialami oleh konsumen PT.XYZ.
2. Menemukan suku cadang yang paling sering terjadi kerusakan terkait dengan komplain konsumen PT. XYZ.
3. Menemukan dampak kerugian yang terburuk yang dialami oleh konsumen akibat kerusakan suku cadang dengan metode *FMEA*.
4. Memberikan usulan perbaikan terhadap permasalahan kualitas alat berat merk Komatsu sesuai dengan akar masalah yang ditemukan dengan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*.

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui alat berat merek Komatsu apa yang sering menjadi keluhan bagi para pembeli.
2. Mengetahui suku cadang apa yang bermasalah pada alat berat merek Komatsu pada perusahaan PT. XYZ.
3. Mengetahui dampak dari suku cadang yang sering menjadi kendala dengan metode *FMEA*.
4. Dapat memberikan pengetahuan tentang akar masalah penyebab kerusakan sesuai metode *Fault Tree Analysis (FTA)* dan melakukan penanggulangan terhadap masalah dengan tepat.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematik penulisan pada dalam laporan tugas akhir ini dapat dipaparkan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, waktu dan tempat pelaksanaan, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas tentang teori – teori yang berhubungan dengan masalah yang diteliti yaitu pengendalian kualitas dengan metode *FMEA* dan *FTA*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini membahas tentang sejarah profil perusahaan PT. XYZ, struktur organisasi perusahaan, tugas dan wewenang setiap bagian organisasi.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Berisi tentang data yang dikumpulkan selama proses penelitian berlangsung yang diolah menggunakan metode *FMEA* dan *FTA* untuk menemukan akar permasalahan yang ada serta usulan permasalahan tersebut.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan tentang simpulan hasil dari penelitian dan saran perbaikan bagi PT. XYZ.

BAB II

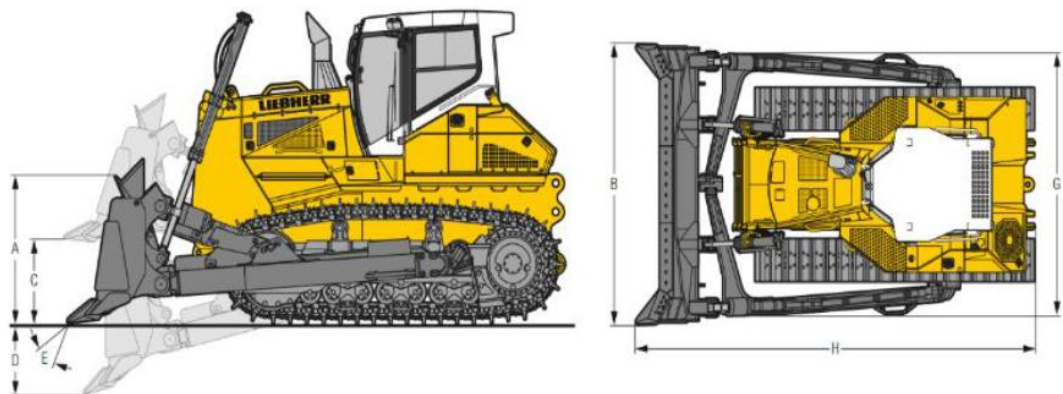
LANDASAN TEORI

2.1 Alat Berat

2.1.1 Klasifikasi Alat Berat Berdasarkan Penggerak Utama

Alat berat berdasarkan cara operasionalnya dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu, alat yang dapat dipindahkan atau bergerak dengan bantuan alat penggerak utama, dan alat berat yang statis atau tidak dapat berpindah-pindah. Berdasarkan penggerak utamanya alat berat dapat digolongkan menjadi 2 yakni traktor roda kelabang (*crawler tractor*) dan traktor yang menggunakan roda ban (*wheel tractor*). Dengan penjelasan sebagai berikut (Pribadi, 2022):

1. Roda Kelabang (*Crawler Tractor*), biasanya digunakan untuk kondisi jalanan yang kurang baik, hal tersebut karena jenis roda kelabang dapat memberikan gesekan yang besar antara roda dan permukaan tanah sehingga menghasilkan kemungkinan selip yang hampir tidak mungkin, namun karena hal tersebut kecepatan jenis tergolong cukup rendah hanya 4,5 km/jam saja, menurut Mases dan Santoso, (2025) alat berat jenis roda kelabang juga dapat disebut dengan *bulldozer*, seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Gambaran Alat Berat Roda Kelabang

2. Roda Ban (*Wheel Tractor*), Menggunakan ban karet sehingga dapat menghasilkan kecepatan yang lebih baik dibandingkan *crawler tractor*, karena hal tersebut *wheel tractor* dapat lebih baik digunakan pada jalanan yang lebih bagus dibandingkan dengan *crawler tractor*. Salah satu contoh alat berat dengan roda ban adalah *tractor* roda dua yang biasa digunakan dalam pertanian (Poerbaningtyas dan Pranata, 2022).



Gambar 2.2 Gambaran Alat Berat Roda Ban

2.1.2 Jenis-jenis Alat Berat

Berikut ini adalah beberapa jenis alat berat (Nurdiansyah *et al.*, 2024):

1. *Excavator*, biasanya disebut dengan *Backhoe* merupakan alat berat dengan penggali hidrolik memiliki *bucket* di bagian depannya. Traktor dengan roda ban atau *crawler* merupakan alat penggerak pada alat berat ini. *Backhoe* bekerja dengan cara menggerakkan *bucket* ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat berat tersebut.
2. *Dump Truck*, merupakan alat berat yang biasanya digunakan untuk mengangkut material seperti tanah, pasir, dan batuan.

3. *Vibro Roller*, merupakan versi lain dari *tandem roller* adalah *vibro roller* (penggilas akhir). *Vibro roller* biasanya digunakan untuk memadatkan dengan tingkat efisiensi pemadatan yang sangat baik. Alat ini hampir dapat digunakan dalam setiap jenis pemadatan
4. *Motor Grader*, sebuah mesin sortir, juga biasanya dikenal sebagai suatu mata pisau atau suatu mesin sortir motor, adalah suatu sarana angkut rancang bangun dengan suatu mata pisau besar yang digunakan untuk menciptakan suatu permukaan datar.
5. *Crane*, biasanya digunakan untuk mengangkat beban berat pada proyek konstruksi. *Crane* bekerja dengan cara mengangkat beban secara horizontal untuk dipindahkan dari suatu tempat ke tempat lainnya.

2.2 Kualitas

2.2.1 Kualitas Produk

Kualitas produk adalah kemampuan suatu produk untuk melaksanakan fungsinya meliputi, keandalan, kemudahan operasi, ketepatan, perbaikan, dan daya tahan serta atribut bernilai lainnya. Jadi kualitas produk merupakan faktor yang menentukan kepuasan dan keputusan pembelian konsumen (Wijaya dan Nugroho, 2022).

Kualitas produk adalah kemampuan sebuah produk dalam memperagakan fungsinya, hal ini termasuk keseluruhan *durabilitas*, reliabilitas, ketepatan, kemudahan pengoperasian, dan reparasi produk, juga atribut produk lainnya (Hasanah, 2023). Kualitas produk merupakan sesuatu yang bisa memuaskan keinginan dan kebutuhan yang ditawarkan ke pasar agar dapat dipunyai, diperhatikan, digunakan, ataupun dikonsumsi (Aghitsni dan Nur, 2022).

2.2.2 Diagram *Pareto*

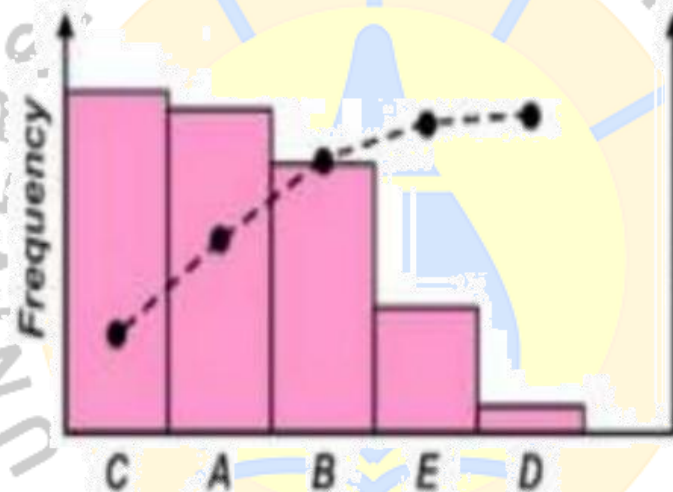
Diagram *pareto* bertujuan untuk menemukan masalah atau penyebab yang terjadi pada dalam sebuah permasalahan yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Langkah-langkah pembuatan diagram *pareto* sebagai berikut (Arif dan Gunawan, 2023):

1. Melakukan identifikasi atas sebuah masalah yang ingin di analisis penyebab-penyebab dari masalah tersebut dan dipecahkan.
2. Menganalisis dan temukan semua faktor penyebab masalah (dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti: pengukuran lapangan, data sekunder, dan lain sebagainya).
3. Membuat frekuensi atas setiap penyebab timbulnya masalah ke dalam bentuk angka dan persentase.
4. Kemudian membuat sebuah model sumbu X dan Y, namun hanya menggunakan kuadran 2, yakni pada area X positif dan Y positif.
5. Sumbu Y digunakan sebagai frekuensi dari setiap penyebab, sedangkan sumbu X digunakan untuk mendata setiap faktor penyebab.
6. Menginterpretasikan setiap faktor penyebab dengan menggunakan model batang.
7. Mengurutkan faktor penyebab dimulai dari yang paling besar frekuensinya hingga penyebab dengan frekuensi terkecil.
8. Menggunakan bagian kanan dari sumbu X untuk mengakumulasikan persentasenya hingga genap 100%, dengan memberi tanda berupa titik dari setiap batang menuju persentase, kemudian ditarik garis ke titik 100%.

Diagram *Pareto* bertujuan untuk penyelesaian masalah yang efisien, maka pada dasarnya kita hanya perlu menangani sedikit hal yang penting. Namun, jika suatu item yang tampaknya memiliki kepentingan yang relatif kecil dapat diselesaikan dengan

tindakan penanggulangan sederhana, hal ini akan menjadi contoh dari penyelesaian masalah yang efisien, dan pengalaman, informasi, serta dorongan moral yang diperoleh dari hal ini akan menjadi aset yang sangat berharga untuk penyelesaian masalah di masa mendatang.

Diagram *pareto* dibuat berdasarkan penyebab. Setelah mengidentifikasi masalah dengan membuat diagram *pareto* berdasarkan gejala, penting untuk mengidentifikasi penyebabnya guna menyelesaikan masalah tersebut. Oleh karena itu, sangat penting untuk membuat diagram *pareto* berdasarkan penyebab jika ingin dilakukan perbaikan. (Kume, 2019). Contoh diagram *pareto* dapat dilihat pada Gambar 2.3:



Gambar 2.3 Diagram *Pareto*
Sumber: Arif dan Gunawan (2023)

2.2.3 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan teknik analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada peralatan, fasilitas, atau sistem beserta dampaknya, sehingga dapat dirumuskan rekomendasi peningkatan keandalan dan keselamatan (Iraz dan Suseno, 2023). *FMEA* secara garis besar dibagi menjadi 2 yaitu *DFMEA* dan *PFMEA*, *DFMEA* adalah sebuah metodologi untuk mengevaluasi kegagalan desain dan pengaruhnya terhadap kinerja sistem dalam fase

desain (Wijaya *et al.*, 2022) dan *PFMEA* adalah alat yang digunakan untuk memastikan bahwa *potential failure modes*, sebab dan akibatnya telah diperhatikan sesuai dengan karakteristik prosesnya. (Andika dan Alek, 2023).

Riks Priority Number (RPN), sebuah nilai yang dihasilkan dari perkalian antara, tingkat keparahan (*Severity*), tingkat kemungkinan terjadinya suatu peristiwa (*Occurrence*), dan kemampuan mendeteksi kesalahan sebelum mencapai konsumen (*Detection*) (Koh *et al.*, 2025). *RPN* memberikan gambaran tentang seberapa tinggi risiko kegagalan tersebut, dan nilai *RPN* sendiri merupakan sebuah nilai yang menjadi data atau nilai pendukung untuk menunjukkan kerusakan atau kecacatan yang menjadi prioritas dalam proses perbaikan, dengan persamaan sebagai berikut untuk menghitung *RPN* (Klausarino dan Hidayat, 2023):

$$RPN : S \times O \times D \dots \dots \dots \text{Pers (1)}$$

Dimana:

RPN = *Riks Priority Number*

S = *Severity*

O = *Occurrence*

D = *Detection*

Dengan pengertian sebagai berikut (Tangestani *et al.*, 2025):

1. *Severity*, adalah langkah pertama untuk menganalisis risiko yaitu berupa sebuah penilaian tingkat keparahan dari keseriusan efek yang ditimbulkan dari beberapa mode kegagalan (*failure mode*), menghitung seberapa besar dampak/intensitas sebuah kejadian dapat mempengaruhi *output* sebuah proses, maupun proses-proses selanjutnya. *Severity* dapat dinilai dengan rangking mulai skala 1 sampai 10, dengan nilai 10 merupakan dampak terburuk seperti pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Tabel Tingkat Keparahan (*Severity*)

Efek	Efek dari <i>Severity</i>	Nilai
Berbahaya Tanpa peringatan	Dapat menyebabkan <i>konsumen</i> mengalami kerugian atau cedera tanpa peringatan	10
Berbahaya dengan peringatan	Dapat menyebabkan <i>konsumen</i> mengalami kerugian atau cedera dengan beberapa peringatan	9
Sangat Tinggi	Akan menyebabkan gangguan besar pada layanan yang secara langsung merugikan konsumen	8
Tinggi	Gangguan kecil pada layanan yang secara langsung mempengaruhi konsumen	7
Sedang	Gangguan layanan yang besar tidak melibatkan konsumen secara langsung	6
Rendah	Gangguan kecil pada layanan yang tidak melibatkan konsumen	5
Sangat Rendah	Gangguan kecil pada layanan yang melibatkan konsumen yang tidak memerlukan pengerjaan ulang atau ketidaknyamanan bagi konsumen	4
Kecil	Gangguan kecil pada layanan yang tidak melibatkan Konsumen, namun tidak memerlukan pengerjaan ulang atau ketidaknyamanan bagi konsumen	3
Sangat Kecil	Tidak ada gangguan layanan yang diketahui oleh konsumen, tidak ada pengerjaan ulang yang diperlukan	2
Tidak ada	Tidak mempengaruhi	1

Sumber: Tangestani *et al.* (2025)

2. *Occurrence*, adalah suatu penilaian sebuah peluang (probabilitas) frekuensi penyebab mekanisme kegagalan yang akan terjadi, sehingga dapat menghasilkan bentuk/mode kegagalan yang memberikan akibat tertentu selama masa penggunaan produk. Dengan memperkirakan kemungkinan *occurrence* pada skala 1 sampai 10, seperti pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Tabel Tingkat Kejadian (*Occurance*)

Kejadian Kegagalan	Periode	Nilai
Sangat tinggi	Lebih dari 1 kali dalam 1 hari	10
	Sekali setiap 3-4 hari	9
Tinggi	Sekali dalam 1 minggu	8
	Sekali dalam 1 bulan	7
Sedang	Sekali dalam 3 Bulan	6
	Sekali dalam 6 Bulan	5
	Sekali dalam 1 tahun	4
Rendah	Sekali dalam 1-3 tahun	3
Sangat Rendah	Sekali dalam 3-6 tahun	2
Terpencil	Sekali dalam lebih dari 7 tahun	1

Sumber: Tangestani *et al.* (2025)

3. *Detection*, adalah pengukuran terhadap kemampuan dari alat/proses kontrol dalam mengendalikan/mengontrol kegagalan, mendeteksi kesalahan maupun mode-mode kegagalan (*failure mode*) yang menyebabkan terjadinya kegagalan dengan pada skala 1 sampai 10, seperti pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Tabel Tingkat Deteksi (*Detection*)

Efek	Kemungkinan untuk mendeteksi kegagalan dengan proses yang ada saat ini	Nilai
Hampir Mustahil	Saat ini tidak ada cara untuk mendeteksi kegagalan	10
Sangat Terpencil	Kemungkinan sangat kecil untuk mendeteksi kegagalan	9
Terpencil	Kemungkinan yang jauh untuk mendeteksi kegagalan	8
Sangat Rendah	Kemungkinan mendeteksi kegagalan sangat rendah	7
Rendah	Kemungkinan rendah untuk mendeteksi kegagalan	6
Sedang	Kemungkinan sedang untuk mendeteksi kegagalan	5

Sumber: Tangestani *et al.* (2025)

Tabel 2.3 Tabel Tingkat Deteksi (*Detection*) (Lanjutan)

Efek	Kemungkinan untuk mendeteksi kegagalan dengan proses yang ada saat ini	Nilai
Cukup Tinggi	Kemungkinan cukup tinggi untuk mendeteksi kegagalan	4
Tinggi	Kemungkinan tinggi untuk mendeteksi kegagalan	3
Sangat Tinggi	Kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi kegagalan	2
Hampir Pasti	Mendekati kemungkinan tertentu untuk mendeteksi kegagalan	1

Sumber: Tangestani *et al.* (2025)

2.2.4 Fault Tree Analysis (FTA)

Fault Tree Analysis (FTA) adalah metode analisis terstruktur yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab terjadinya kegagalan sistem. Teknik ini menggunakan logika untuk menelusuri akar masalah, menilai risiko, serta menganalisis dampaknya. Prosesnya diawali dengan menentukan peristiwa yang tidak diinginkan, lalu mengidentifikasi berbagai kondisi atau kesalahan yang dapat memicunya (Mulyojati dan Ferida, 2023).

Fault Tree Analysis (FTA) terbukti menjadi metode yang efektif dalam memperdalam pemahaman mengenai potensi ancaman pada sistem pangan serta dalam mengidentifikasi titik-titik intervensi yang relevan. Salah satu keunggulan utama teknik ini adalah kemampuannya untuk memprioritaskan area yang rentan dan mendukung pengambilan keputusan berdasarkan penilaian risiko. Oleh sebab itu, *FTA* banyak diterapkan dalam kerangka manajemen risiko di berbagai sektor industri. Dalam konteks tertentu, *FTA* juga dimanfaatkan untuk menilai apakah fungsi yang dirancang pada jenis mesin pembuat kopi tertentu dapat dijalankan dengan baik dan tetap aman, termasuk saat dioperasikan dalam kondisi abnormal atau penggunaan yang tidak sesuai (Guadalupe *et al.*, 2024).

Kelebihan *Fault Tree Analysis (FTA)* adalah kemampuannya menjelaskan secara sistematis seluruh penyebab potensial dari suatu kegagalan hingga mencapai akar permasalahan. Namun, metode ini memiliki kelemahan berupa tingkat subjektivitas yang tinggi, ruang lingkup analisis yang terbatas, serta memerlukan keahlian teknis yang mendalam dalam penerapannya (Dofantara *et al.*, 2023).

Dalam pembuatan *FTA* terdapat beberapa simbol yang dapat membantu dalam mengerti tujuan dari dibuatnya *FTA*. Pengertian simbol-simbol di dalam *FTA* dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4 Simbol *FTA*

Simbol	Kode	Keterangan	Definisi
	G	<i>Top Event</i>	Kejadian kegagalan yang tidak diharapkan
	Gate	<i>OR Gate</i>	Kejadian kegagalan sistem terjadi apabila satu atau komponen lainnya mengalami kegagalan
	Gate	<i>And Gate</i>	Kejadian kegagalan sistem terjadi apabila satu dan komponen lainnya mengalami kegagalan
	E	<i>Basic Event</i>	Penyebab mula kegagalan sistem

Sumber: Dwisetiono dan Asmara (2022)

2.3 Penelitian yang Relevan

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) merupakan metode analisis risiko berbasis pendekatan induktif yang banyak digunakan dalam pengendalian kualitas untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada proses, produk, maupun sistem. Analisis dilakukan dengan mengenali berbagai *failure modes*, mengevaluasi dampaknya terhadap operasi, dan menentukan prioritas perbaikan melalui perhitungan *Risk Priority*

Number (RPN) yang berasal dari komponen *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Penerapan *FMEA* telah berlangsung luas dalam beragam sektor industri. Dalam industri pangan, Iraz dan Suseno (2023) menerapkan *FMEA* untuk mengidentifikasi kegagalan pada produksi *cookies* coklat.

Pada industri manufaktur, Klauserino dan Hidayat (2023) menggunakan *FMEA* untuk menentukan komponen kritis pada produk *clamp*, sedangkan Luthfi *et al.* (2023) mengombinasikan *Seven Tools* dan *FMEA* untuk menganalisis pengendalian kualitas pada produk tempe. Dalam sektor alat berat, Mustaqim *et al.* (2021) memanfaatkan *FMEA* untuk menilai kegagalan pada proses *repair* komponen mekanik, sementara Nurjanah *et al.* (2023) menggunakan *FMEA* dan *Pareto* untuk menentukan komponen kritis pada *small Excavator*. Pada sektor kesehatan, *FMEA* digunakan untuk berbagai bentuk evaluasi risiko.

Tangestani *et al.* (2025) mengembangkan model *FMEA* untuk memetakan polutan udara di fasilitas kesehatan, ElLithy *et al.* (2023) menggunakannya untuk menilai tantangan implementasi *otomasi* farmasi, dan Koh *et al.* (2025) menerapkan *FMEA* dalam analisis risiko *workflow real-time gated proton therapy*. Selain itu, aplikasi *FMEA* juga ditemukan pada sistem keselamatan kerja dan industri, seperti penelitian Marhavilas *et al.* (2025) yang mengintegrasikan *FMEA* dalam kerangka *multi-metode* untuk penilaian risiko industri berskala besar. Kumpulan penelitian tersebut menegaskan bahwa *FMEA* unggul dalam memberikan informasi prioritas risiko secara sistematis. Meskipun demikian, *FMEA* memiliki keterbatasan mendasar, yaitu tidak mampu menelusuri akar penyebab kegagalan secara mendalam karena analisis berhenti pada level potensi kegagalan yang teridentifikasi.

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan metode analisis risiko berbasis pendekatan deduktif yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab dari suatu peristiwa

puncak (*top event*). *FTA* membangun struktur logika berupa hubungan sebab-akibat melalui penggunaan gerbang logika *AND* dan *OR* untuk menelusuri penyebab dasar dari suatu kegagalan. Berbagai penelitian menunjukkan efektivitas *FTA* dalam menganalisis sistem yang kompleks. Guadalupe *et al.* (2024) menggunakan *FTA* untuk menelusuri penyebab kontaminasi pestisida pada proses penerimaan kopi, sedangkan Hardianto dan Nuriyanto (2023) menerapkannya untuk mengidentifikasi penyebab *reject* pada *paving block*.

Dalam sektor logam Mulyojati dan Ferida (2023) memanfaatkan *FTA* untuk menemukan akar penyebab kecelakaan kerja dalam proses pencetakan. Pada konteks alat berat, Dofantara *et al.* (2023) mengintegrasikan *FMECA* dan *FTA* untuk menentukan komponen paling kritis pada *container crane*. Sementara itu, Zakaria *et al.* (2023) menggunakan *FTA* untuk mengidentifikasi penyebab cacat dimensi pada *header boiler*.

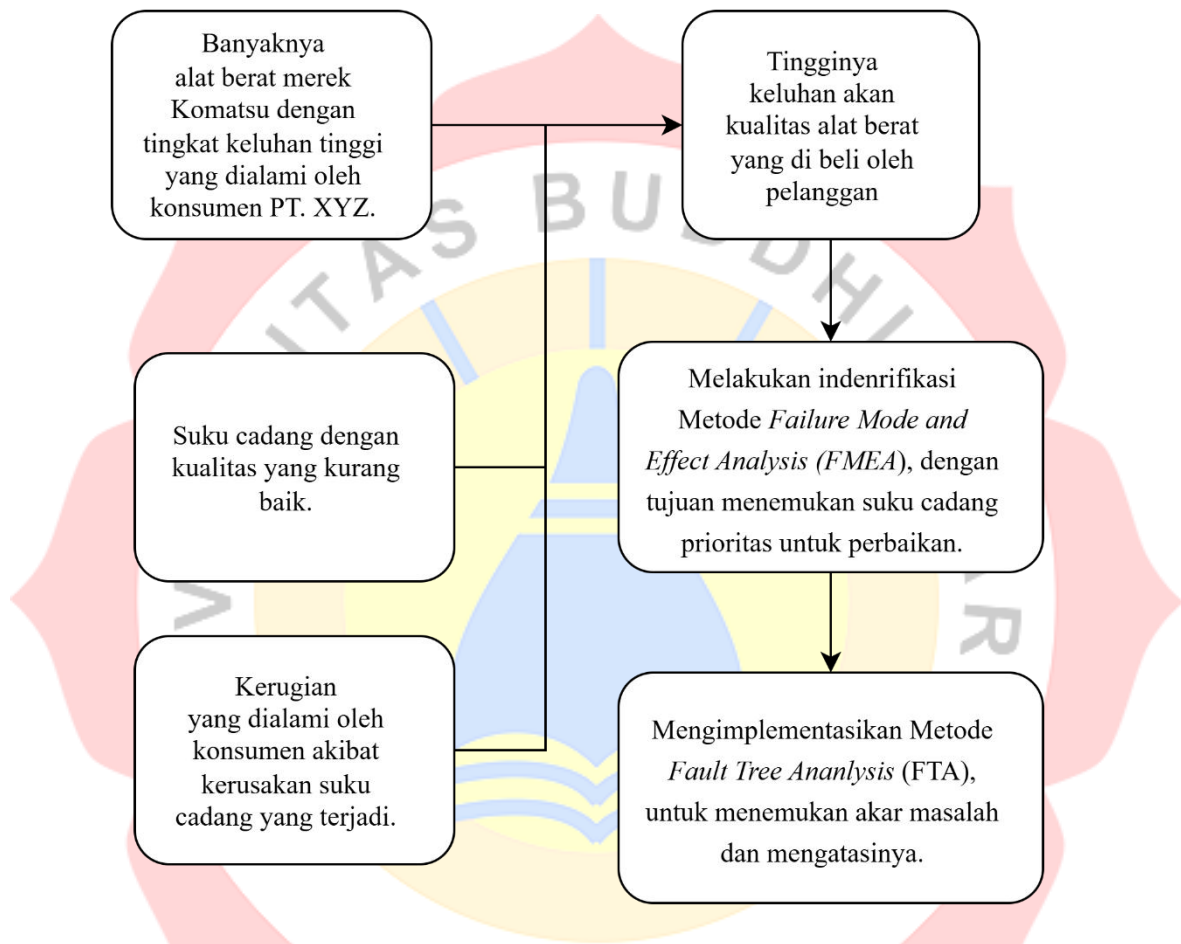
Dwisetiono dan Asmara (2022) menunjukkan penerapan *FTA* pada sistem bahan bakar kapal, di mana metode ini efektif dalam memetakan sumber bahaya hingga tingkat komponen melalui kombinasi *PHA* dan *FTA*, sehingga membantu mengidentifikasi titik-titik kritis keselamatan pada sistem maritim. Keseluruhan literatur tersebut menunjukkan bahwa *FTA* unggul dalam memetakan struktur penyebab secara mendalam sampai ke level dasar, sehingga sangat cocok untuk investigasi akar kegagalan. Namun, *FTA* memiliki kelemahan, yaitu sangat bergantung pada kelengkapan data dan tidak menyediakan mekanisme kuantifikasi risiko seperti *RPN* pada *FMEA*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa banyaknya alat berat merek Komatsu dengan tingkat keluhan tinggi yang dialami oleh konsumen PT. XYZ menunjukkan adanya permasalahan utama yang dihadapi perusahaan, yaitu meningkatnya jumlah keluhan pelanggan terhadap alat berat Komatsu yang dijual. Kondisi ini menjadi latar belakang dilakukannya penelitian untuk mencari akar permasalahan dan solusi perbaikan. Salah satu penyebab utama keluhan pelanggan adalah kualitas suku cadang yang kurang baik, di mana mutu komponen tidak memenuhi standar yang ditetapkan. Hal ini mengakibatkan kerusakan

pada alat berat serta menurunkan tingkat keandalan produk. Kerusakan tersebut juga berdampak langsung pada konsumen dalam bentuk *downtime* operasional dan kerugian finansial, yang pada akhirnya turut memengaruhi reputasi perusahaan di mata pelanggan.

Tingginya keluhan terhadap kualitas dan performa alat berat mengindikasikan adanya masalah mendasar pada mutu suku cadang maupun proses produksi. Untuk mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* guna menentukan potensi kegagalan, menilai tingkat risiko, serta menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat keparahan, peluang, dan deteksi masalah. Selanjutnya, setelah komponen prioritas diketahui, metode *Fault Tree Analysis (FTA)* diterapkan untuk menelusuri akar penyebab kegagalan secara sistematis dan merancang solusi perbaikan agar masalah serupa tidak terjadi kembali di masa mendatang.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dijelaskan di bawah ini:

1. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Menyusun pernyataan masalah berdasarkan temuan lapangan. Menetapkan tujuan utama, seperti mengidentifikasi komponen suku cadang yang bermasalah berdasarkan dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan menemukan akar masalah dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*.

2. Kajian Literatur

Mempelajari teori-teori terkait jenis-jenis alat berat, alat pengendalian kualitas dengan diagram *pareto* dan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, dan *Fault Tree Analysis (FTA)*. Menganalisis penelitian terdahulu yang relevan sebagai landasan teori dan pembanding.

3. Pengumpulan Data

Melakukan pengumpulan data berdasarkan pada PT.XYZ sesuai dengan data yang dibutuhkan, terdapat 2 jenis data yaitu; data primer adalah sumber informasi utama yang dikumpulkan secara langsung selama penelitian berlangsung, sedangkan data sekunder adalah sumber data penelitian yang tidak diperoleh secara langsung atau diperoleh melalui media perantara (Sulung dan Muspawi, 2025).

4. Input Hasil Pengumpulan Data

Melakukan *input* atau memasukkan data yang telah dikumpulkan terlebih sebelumnya tahapan ini bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan pengolahan data yang sudah dikumpulkan, dalam proses *input* data ini menggunakan aplikasi *Ms.Office* (*Ms.Excel*) sebagai alat bantu untuk menyimpan data yang telah dikumpulkan sebelumnya.

5. Identifikasi Data dengan Metode *FMEA* dan Menemukan Akar Masalah dengan Metode *FTA*

Melakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan, analisis dilakukan sesuai dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* menemukan akar masalah dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis (FTA)*, dalam proses pengolahan data dibantu oleh aplikasi *Ms.Office* untuk membantu mempermudah proses pengolahan data dan mendapatkan hasil pengolahan yang lebih tepat.

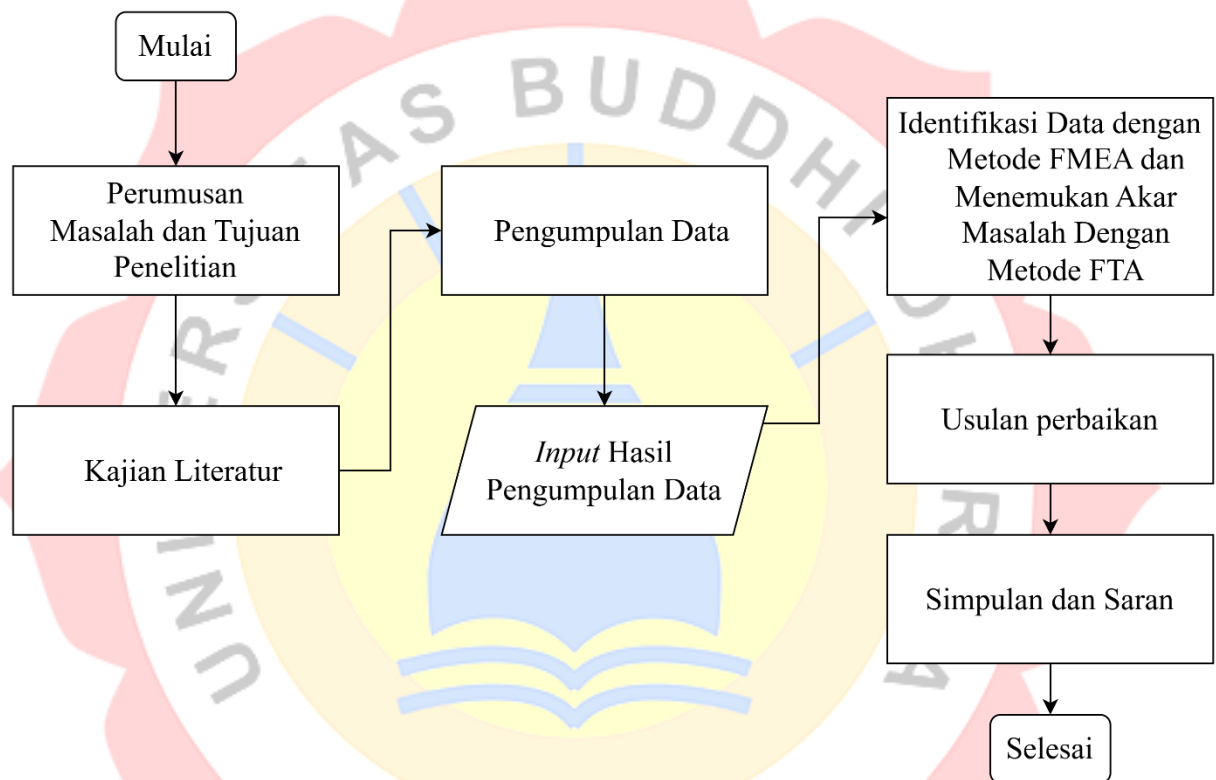
6. Usulan perbaikan

Memberikan usulan perbaikan untuk PT.XYZ berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, usulan perbaikan diberikan berdasarkan metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *FMEA* dan *FTA*.

7. Simpulan dan Saran

Menyimpulkan temuan utama dari penelitian sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian. Memberikan saran untuk perbaikan sistem pemeliharaan dan pengadaan suku cadang dilakukan penelitian dengan tujuan agar dapat meningkatkan kualitas produk yang dimiliki oleh PT. XYZ.

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut:



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik atau pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Observasi Langsung (Data Primer)

Pada tahap ini dengan secara langsung untuk mencari permasalahan yang terjadi pada Perusahaan PT. XYZ serta mencari solusi untuk memecahkan permasalahan dengan metode yang digunakan. Pada laporan ini, observasi dilakukan di *workshop* PT. XYZ di Kota Tangerang.

2. Observasi Data Lampau (Data Sekunder)

Pengumpulan data dengan menggunakan data yang sudah ada atau sudah dikumpulkan oleh perusahaan sebelum proses penelitian dilakukan.

3. Studi Pustaka

Untuk mengetahui penjelasan teoritis terhadap metode dan landasan teori dari penelitian ini yang bersumber dari berbagai jurnal dan sumber bacaan lainnya yang diperlukan.

