



TUGAS AKHIR (BM43350)

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS LAYANAN
MAINTENANCE HEAD TRUCK DENGAN
MENGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI
PERUSAHAAN BONGKAR MUAT SURABAYA**

**AHMAD ZABROJADUL LUCKY
NRP. 1121040001**

**DOSEN PEMBIMBING:
DEVINA PUSPITA SARI, S.T., M.T.
Ir. GAGUK SUHARDJITO, M.M.**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN BISNIS
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2025**



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (BM43350)

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS LAYANAN
MAINTENANCE HEAD TRUCK DENGAN
MENGUNAKAN METODE SIX SIGMA DI
PERUSAHAAN BONGKAR MUAT SURABAYA**

**AHMAD ZABROJADUL LUCKY
NRP. 1121040001**

**DOSEN PEMBIMBING:
DEVINA PUSPITA SARI, S.T., M.T.
Ir. GAGUK SUHARDJITO, M.M.**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN BISNIS
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2025**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”
This page is intentionally left blank

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS LAYANAN *MAINTENANCE HEAD TRUCK* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DI PERUSAHAAN BONGKAR MUAT SURABAYA

Disusun Oleh:

Ahmad Zabrojadul Lucky

1121040001

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D4 Manajemen Bisnis
Jurusan Teknik Bangunan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA

Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 16 Juli 2025
Periode Wisuda : Oktober 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji

NIDN

Tanda Tangan

1. Devina Puspita Sari, S.T., M.T.

(0015098801)

(.....)

2. Ir. Gaguk Suhardjito, M.M.

(0014016107)

(.....)

3. Yesica Novrita Devi, S.ST., M.MT.

(0004118902)

(.....)

4. Ir. Medi Prihandono, M.MT

(-)

(.....)

Dosen Pembimbing

NIDN

Tanda Tangan

1. Devina Puspita Sari, S.T., M.T.

(0015098801)

(.....)

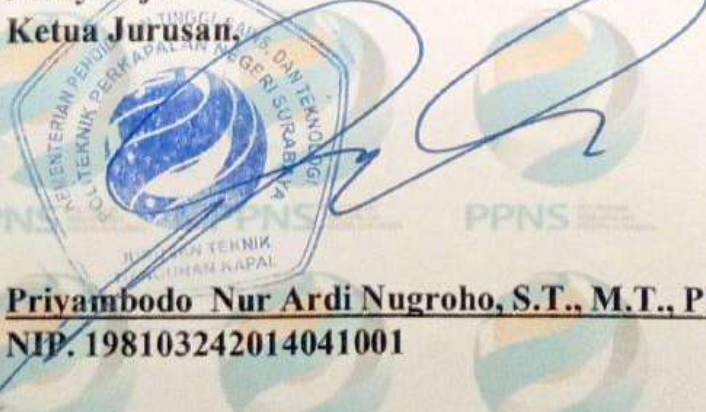
2. Ir. Gaguk Suhardjito, M.M.

(0014016107)

(.....)

Menyetujui

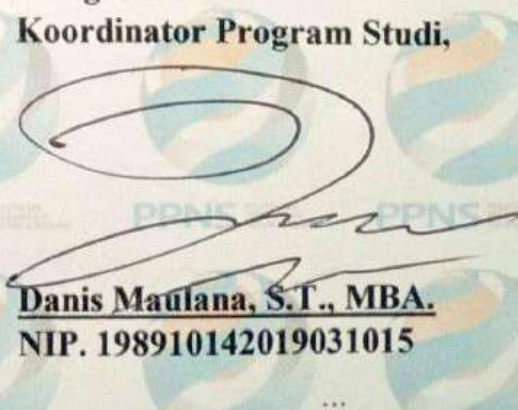
Ketua Jurusan



Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.,D.
NIP. 198103242014041001

Mengetahui


Koordinator Program Studi,



Danis Maulana, S.T., MBA.
NIP. 198910142019031015

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

 PPNS	<u>PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT</u>	No. : F.WD I. 021 Date : 3 Nopember 2015 Rev. : 01 Page : 1 dari 1
--	--	---

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Zabrojadul Lucky

NRP. : 1121040001

Jurusan/Prodi : Teknik Bangunan Kapal / D4 – Manajemen Bisnis

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS LAYANAN *MAINTENANCE HEAD TRUCK* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DI PERUSAHAAN BONGKAR MUAT SURABAYA

Adalah **benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.**

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima **sanksi** sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggungjawab.

Surabaya, 16 Juli 2025
Yang membuat pernyataan,



(Ahmad Zabrojadul Lucky)
NRP. 1121040001

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Pengendalian Kualitas Layanan *Maintenance Head Truck* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* di Perusahaan Bongkar Muat Surabaya”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana terapan pada program studi D4 Manajemen Bisnis Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Penulis menyadari penyelesaian dan penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, kerja sama, bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih tak terhingga kepada :

1. Bapak Budiono dan Ibu Masrohah selaku kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, nasihat dan senantiasa memberikan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir.
2. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal
4. Bapak Danis Maulana, S.T., MBA, selaku Koordinator Program Studi D4-Manajemen Bisnis.
5. Ibu Devina Puspita Sari, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I penulis sekaligus Koordiantor Tugas Akhir Program Studi D4-Manajemen Bisnis yang telah memberikan bimbingan, arahan dan solusi kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
6. Bapak Ir. Gaguk Suhardjito, M.M., selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah memberikan bimbingan, arahan dan solusi kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir.
7. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Manajemen Bisnis yang telah memberikan ilmu kepada penulis selama berkuliah.
8. Bapak - Bapak pada Divisi Mobile Equipment yang telah memberikan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir

9. Apriliian Adil Fauzul Iman dan Anasyah Adreena Saila selaku adik penulis dan keluarga besar yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman terdekat penulis Hartono, Diah, Auni, Fiqih, Stella, dan Alfa yang selalu menjadi tempat bercerita, berkeluh kesah, membantu, memotivasi, dan menyemangati penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Kopi Kenangan, Fore, Djournal, Imba, dan Kafe Asa yang secara tidak langsung menjadi tempat terbaik untuk berpikir, berdiskusi, dan menyelesaikan setiap bab dalam suasana yang mendukung.
12. Teman-teman Manajemen Bisnis Angkatan 21 yang telah berjuang dan menyemangati satu sama lain, berjuang bersama selama pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan keterbatasan pengetahuan sehingga dimungkinkan ada kekeliruan dan kesalahan yang tidak disengaja. Oleh karena itu penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya dan membuka untuk masukan dan kritikan dari semua pihak demi perkembangan dan perbaikan lebih lanjut. Semoga Tugas Akhir ini, memberikan manfaat dan referensi bagi pembaca. Akhir kata, penulis ucapkan mohon maaf dan terima kasih.

Penulis,

Ahmad Zabrojadul Lucky

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS LAYANAN *MAINTENANCE HEAD TRUCK* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DI PERUSAHAAN BONGKAR MUAT SURABAYA

Ahmad Zabrojadul Lucky

ABSTRAK

Perusahaan bongkar muat di Surabaya memiliki peran vital dalam mendukung kelancaran distribusi logistik di pelabuhan. Namun, tingginya angka *unplanned maintenance* pada unit *Head Truck* mengganggu efektivitas operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab dan merancang solusi peningkatan layanan *maintenance* menggunakan metode *Six Sigma*. Tahapan *Define* mengidentifikasi enam jenis kerusakan sebagai *critical to quality* (CTQ), dengan fokus utama pada *chassis* dan *control system* dan *tyre system*. Pada tahap *Measure*, perhitungan menunjukkan rata-rata DPMO sebesar 81.068,6 dan *level sigma* sebesar 2,91 mengindikasikan perlunya peningkatan kualitas pada *maintenance Head Truck*. Analisis *Fishbone* pada tahap *Analyze* mengungkap penyebab signifikan antara lain: penggantian *spare part* hanya dilakukan saat kerusakan parah, keterbatasan alat pemantau tekanan ban (TPMS), keterbatasan perangkat *diagnostic*, mekanik belum maksimal dalam *preventive maintenance*, serta kualitas *spare part* yang cepat aus. Tiga penyebab dengan nilai RPN tertinggi yang dihitung menggunakan metode FMEA ditetapkan sebagai prioritas dalam tahap *Improve* dan diberikan rekomendasi perbaikan berupa pembuatan form checklist tekanan ban, pencatatan umur pakai *spare part* dalam sistem *Work Order*, dan penyusunan sistem antrean penggunaan alat *diagnostic*. Tahap *Control* difokuskan pada implementasi pengendalian yang memastikan keberlanjutan perbaikan melalui supervisi, dokumentasi digital, dan pelatihan teknisi. Hasil penelitian diharapkan dapat mengurangi *unplanned maintenance* dan meningkatkan efektivitas sistem perawatan *Head Truck*.

Kata kunci: *Fishbone*, FMEA, *Head Truck*, *Six Sigma*, *Unplanned Maintenance*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

ANALYSIS OF QUALITY CONTROL OF SERVICE OF HEAD TRUCK MAINTENANCE USING THE SIX SIGMA METHOD AT A STEVEDORING COMPANY IN SURABAYA

Ahmad Zabrojadul Lucky

ABSTRACT

The stevedoring company in Surabaya plays a vital role in supporting logistics flow at the port. However, frequent unplanned maintenance of Head Trucks disrupts operational efficiency. This study aims to identify root causes and propose service improvement solutions using the Six Sigma methodology. In the Define phase, six failure modes were identified as critical to quality (CTQ), with a primary focus on the chassis and control system and tire system. The Measure phase revealed an average DPMO of 81,068.6 and a sigma level of 2.91, indicating a strong need for quality improvement. The Analyze phase, through Fishbone analysis, identified major causes: delayed spare-part replacement, absence of a tire-pressure monitoring system (TPMS), limited diagnostic equipment, poor preventive maintenance by mechanics, and rapid part wear. The three causes with the highest Risk Priority Numbers (RPN), determined via FMEA, were prioritized in the Improve phase. Recommended actions include creating a tire-pressure checklist, integrating spare-part service-life tracking into the Work Order system, and establishing a queue for diagnostic equipment use. The Control phase emphasizes sustaining improvements through supervision, digital documentation, and technician training. These actions are expected to reduce unplanned maintenance and establish a more effective Head Truck maintenance system.

Keywords: Fishbone, FMEA, Head Truck, Six Sigma, Unplanned Maintenance

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	v
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kualitas	9
2.1.1 Pengertian Kualitas.....	9
2.1.2 Pengendalian Kualitas	9
2.1.3 Dimensi Kualitas	10
2.2 Bongkar Muat.....	11
2.3 Maintenance	13
2.3.1 <i>Unplanned Maintenance</i>	13
2.3.2 <i>Planned Maintenance</i>	14
2.4 Head Truck	15
2.5 Six Sigma	18
2.3.1 <i>Define</i>	18
2.3.2 <i>Measure</i>	20
2.3.3 <i>Analyze</i>	22
2.3.4 <i>Improve</i>	24
2.3.5 <i>Control</i>	28
2.6 Penelitian Terdahulu	28
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	33

3.1	Diagram Alir Penelitian.....	33
3.2	Tahapan Penelitian.....	34
3.3	Jadwal Penelitian.....	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1	Tahap Define.....	41
4.1.1	Diagram SIPOC.....	41
4.1.2	Identifikasi <i>Critical to Quality</i>	43
4.2	Tahap <i>Measure</i>	45
4.2.1	Mengukur Tingkat Defect yang Terjadi.....	45
4.2.2	Mengukur Nilai DPMO dan Nilai <i>Sigma</i>	48
4.3	Tahap <i>Analyze</i>	52
4.4	Tahap <i>Improve</i>	55
4.5	Tahap <i>Control</i>	59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		61
5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA.....		63
LAMPIRAN.....		67
Lampiran 1. Surat Pernyataan		67
Lampiran 2. Data <i>Maintenance Report Head Truck</i> Tahun 2023.....		68
Lampiran 3. Unit <i>Head Truck</i> Dengan Frekuensi <i>Maintenance</i> Tertinggi		69
Lampiran 4. Biaya <i>Maintenance Head Truck</i> Tahun 2023.....		70
Lampiran 5. Data Operasional Bongkar muat <i>Head Truck</i>		71
Lampiran 6. Spesifikasi <i>Head Truck</i> Volvo FM400		72
Lampiran 7. Lembar Wawancara Tahap <i>Define</i>		73
Lampiran 8. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma.....		78
Lampiran 9. Tabel Konversi DPMO ke Nilai Sigma.....		82
Lampiran 10. Lembar Wawancara <i>Fishbone</i>		84
Lampiran 11. Lembar Kusioner FMEA.....		87
Lampiran 12. Perhitungan Nilai RPN		92
Lampiran 13. Lembar Hasil Wawancara <i>Improve</i>		94
Lampiran 14. Form Checklist Tekanan Ban <i>Head Truck</i>		95
Lampiran 15. Form <i>Work Order Maintenance Head Truck</i>		97

Lampiran 16. Tabel Antrean Penggunaan Alat Diagnostic <i>Head Truck</i>.....	98
Lampiran 17. Hasil Wawancara <i>Control</i>.....	99
Lampiran 18. Rincian <i>Maintenance Report Head Truck</i> tahun 2023	101
Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian	110
Lampiran 20. Biodata Penulis	111

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hubungan <i>Sigma</i> dan DPMO	21
Tabel 2. 2 Evaluasi Penilaian <i>Severity</i>	25
Tabel 2. 3 Evaluasi Penilaian <i>Occurance</i>	26
Tabel 2. 4 Evaluasi Penilaian <i>Detection</i>	27
Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	39
Tabel 4. 1 Total <i>Unplanned Maintanance Head Truck</i> Tahun 2023	46
Tabel 4. 2 Perhitungan DPMO dan Nilai <i>Sigma</i>	49
Tabel 4. 3 Jumlah Frekuensi <i>Unplanned Maintenance Head Truck</i>	50
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> (RPN).....	56
Tabel 4. 5 RPN Tertinggi.....	57
Tabel 4. 6 Usulan Perbaikan.....	58
Tabel 4. 7 Usulan <i>Control</i> Perbaikan	59

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Data Jumlah <i>Maintenance</i>	2
Gambar 1. 2 Grafik Biaya <i>Maintenance Head Truck</i>	3
Gambar 1. 3 Laporan <i>Unplanned Maintenance Head Truck</i>	4
Gambar 2. 1 Kegiatan Bongkar Muat	12
Gambar 2. 2 <i>Maintenance Head Truck</i>	13
Gambar 2. 3 <i>Head Truck</i>	15
Gambar 2. 4 Diagram SIPOC	18
Gambar 2. 5 Pohon <i>Critical to Quality</i> (CTQ)	19
Gambar 2. 6 <i>Pareto</i> Diagram	22
Gambar 2. 7 <i>Fishbone</i> Diagram	23
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	33
Gambar 4. 1 SIPOC Diagram <i>Unplanned Maintenance Head Truck</i>	42
Gambar 4. 2 CTQ (<i>Critical to Quality</i>) Tree	44
Gambar 4. 3 Diagram <i>Pareto</i>	51
Gambar 4. 4 <i>Fishbone</i> Diagram <i>Unplanned Maintenance Head Truck</i>	53

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

BAB 1

PENDAHULUAN

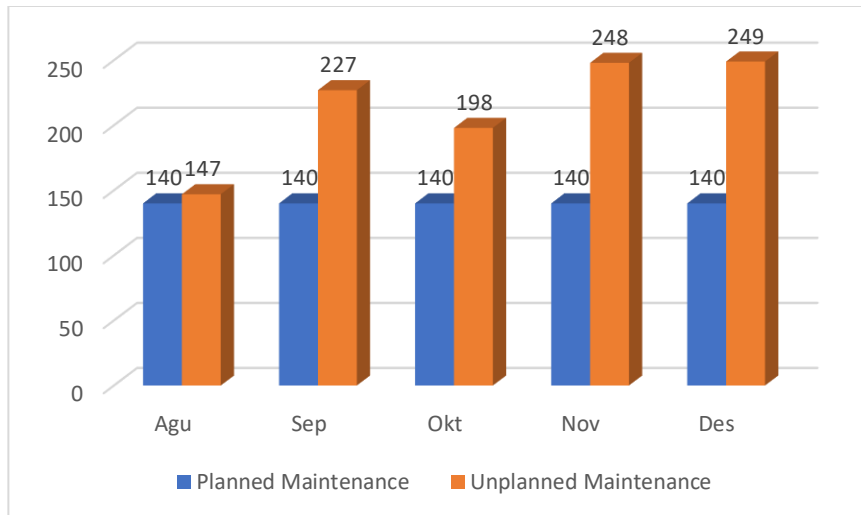
1.1 Latar Belakang

Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya, Jawa Timur, adalah pelabuhan terbesar dan tersibuk kedua di Indonesia. Ini juga merupakan jalan utama menuju wilayah timur Indonesia. Hal ini disebabkan fakta bahwa semua barang yang dibawa dari wilayah timur dan barat Indonesia harus transit terlebih dahulu di Pelabuhan Tanjung Perak (Manurung dkk., 2023). Perusahaan bongkar muat Surabaya adalah Perusahaan yang menjalankan terminal bongkar muat barang dan petikemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Perusahaan ini melayani arus keluar masuk *container* dari dalam negeri, terutama dari Indonesia bagian timur, serta rute internasional. Seringkali, layanan jasa bongkar muat menghadapi masalah pengoperasian, seperti cuaca buruk, kurangnya alat, dan keterlambatan kapal yang akan sandar atau lepas.

Perusahaan bongkar muat Surabaya bertanggung jawab atas pengelolaan dan pengoperasian peralatan-peralatan besar yang digunakan untuk memindahkan peti kemas dari kapal ke darat atau sebaliknya. salah satu peralatan penting dalam bisnis ini adalah *Head Truck* (HT), yang berfungsi sebagai pengangkut peti kemas dari dermaga ke *container yard* atau tempat penyimpanan sementara. Karena alat ini berfungsi sebagai penghubung antara kapal dan fasilitas darat, efisiensi operasional *Head Truck* (HT) sangat penting untuk kelancaran proses bongkar muat. Perusahaan harus memperhatikan banyak hal untuk memastikan kinerja alat yang optimal, seperti kualitas *maintenance* peralatan. Kualitas ini sangat penting untuk kelancaran operasional secara keseluruhan.

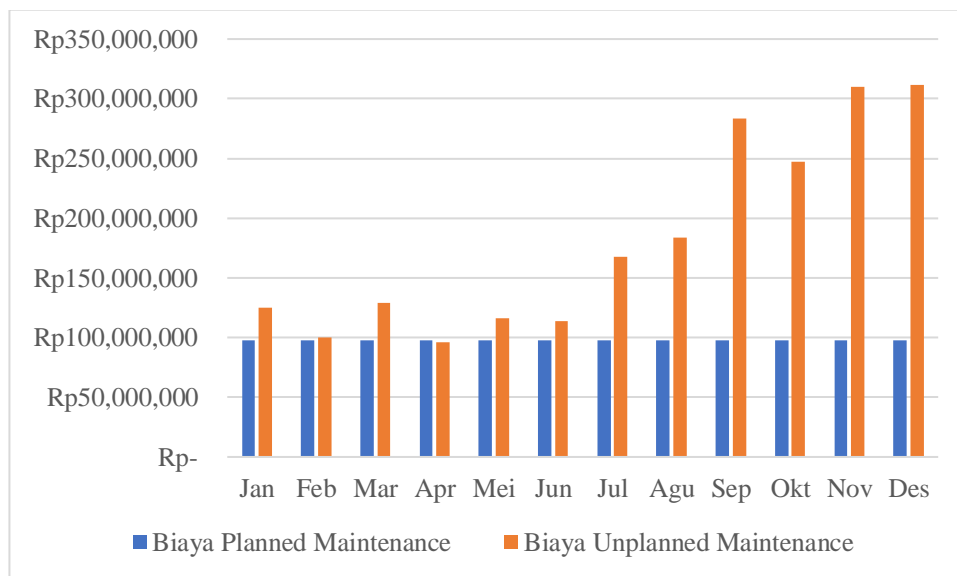
Kegiatan pemeliharaan alat atau *maintenance* merupakan kegiatan untuk meyakinkan fisik aset yang senantiasa berfungsi dan kinerjanya sesuai standar yang diinginkan. *Maintenance* merupakan perawatan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan seperti kerusakan terlalu cepat terhadap semua peralatan (Suryapradana & Halim, 2021). Kualitas *maintenance* menjadi bagian penting dari menjamin keandalan dan umur panjang peralatan dalam

berbagai industri. *Maintenance* yang baik dapat mengurangi kerusakan, meningkatkan kinerja operasional, dan mengurangi biaya *downtime* yang dapat timbul akibat gangguan pada *Head Truck* (HT). Dalam hal ini, fokus pada kualitas *maintenance* merupakan langkah strategis Untuk memastikan kinerja *Head Truck* (HT) tetap optimal dan mendukung produktivitas perusahaan secara berkelanjutan



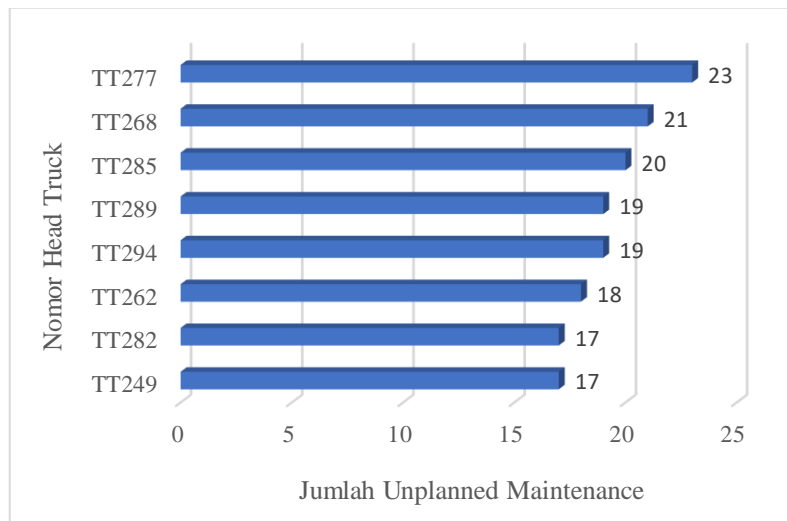
Gambar 1. 1 Data Jumlah Maintenance
(Data Perusahaan, 2023)

Pada Gambar 1.1 ditampilkan laporan kegiatan maintenance khusus unit *Head Truck* (HT) dari bulan Agustus sampai Desember tahun 2023 yang menunjukkan jumlah kegiatan *unplanned maintenance* lebih tinggi daripada jumlah *planned maintenance* seperti pada Lampiran 2. *Planned maintenance* meliputi cek unit, pembersihan unit, resertifikasi, dan standarisasi. Sementara itu *unplanned maintenance* mencakup perbaikan suku cadang yang rusak dan penggantian suku cadang yang mengalami kerusakan. Total selama bulan Agustus sampai Desember tahun 2023, terdapat 1.069 kegiatan *unplanned maintenance*. Analisis menunjukkan bahwa mendekati akhir tahun, kegiatan *maintenance* mengalami peningkatan yang cukup tinggi, disebabkan oleh kondisi pelabuhan yang ramai serta kedatangan kapal yang meningkat pada periode tersebut. Akibatnya, intensitas operasional *Head Truck* (HT) untuk bongkar muat juga turut meningkat.



Gambar 1. 2 Grafik Biaya *Maintenance Head Truck*
(Data Perusahaan, 2023)

Pada Gambar 1.2 menampilkan grafik perbandingan antara biaya *unplanned maintenance* dan *planned maintenance* untuk unit Head Truck (HT) sepanjang tahun 2023. Data menunjukkan bahwa meskipun jumlah kegiatan *planned maintenance* stabil setiap bulan (140 kegiatan), biaya *unplanned maintenance* meningkat drastis seiring waktu, terutama memasuki semester kedua tahun 2023. Peningkatan paling tajam terjadi pada bulan September hingga Desember, dengan puncaknya pada bulan November dan Desember, di mana biaya *unplanned maintenance* melebihi Rp300.000.000 per bulan. Sementara itu, biaya *planned maintenance* tetap berada di kisaran Rp98.000.000 per bulan. Selisih biaya yang signifikan ini mencerminkan tingginya beban biaya perawatan *unplanned maintenance* dibandingkan *planned maintenance*. Data tersebut juga menunjukkan bahwa mendekati akhir tahun, biaya maintenance Head Truck mengalami peningkatan yang cukup tajam. Didorong oleh padatnya arus kapal dan aktivitas logistik, yang kemudian meningkatkan risiko *unplanned maintenance* dan beban biaya pemeliharaan yang tidak terencana. Oleh karena itu, pengendalian kualitas layanan *maintenance* menjadi semakin penting, baik untuk efisiensi biaya maupun keberlangsungan operasional pelabuhan.



Gambar 1. 3 Laporan *Unplanned Maintenance Head Truck*
(Data Perusahaan, 2023)

Menurut data laporan *maintenance Head Truck* bulan Agustus sampai Desember 2023, dari 1.069 kegiatan *unplanned maintenance, Head Truck* (HT) dengan nomor 277 mencatatkan jumlah pemeliharaan tidak direncanakan tertinggi yaitu 23 kali selama periode tersebut seperti pada Lampiran 3. Hal ini menunjukkan bahwa analisis mendalam diperlukan untuk menemukan faktor-faktor spesifik yang menyebabkan tingkat kerusakan yang tinggi, baik dari sisi teknis maupun kualitas pelaksanaan *maintenance*. Dengan mengidentifikasi faktor-faktor tersebut, dapat disusun strategi pengendalian kualitas yang lebih sistematis dan berbasis data untuk merumuskan strategi pengendalian kualitas yang efektif.

Berdasarkan data operasional *Head Truck* di Lampiran 5, diketahui bahwa dalam kondisi optimal, satu unit *Head Truck* mampu mengangkut dua trailer dalam satu kali jalan, dan dapat melakukan dua kali pengangkutan dalam satu jam. Dengan asumsi bahwa satu trailer setara dengan dua TEUs, maka setiap unit *Head Truck* mampu menangani sebanyak 8 TEUs per jam. Namun, jika terjadi *unplanned maintenance*, unit tersebut tidak dapat beroperasi selama waktu perbaikan. Dalam penelitian ini, diasumsikan bahwa satu kejadian *unplanned maintenance* mengakibatkan *downtime* selama rata-rata 0,75 jam. Dengan jumlah *unplanned maintenance* yang terjadi setiap bulan, maka dapat dihitung perkiraan kehilangan produktivitas dalam satuan TEUs. Pada bulan

Desember 2023 terjadi 249 kali *unplanned maintenance*, yang setara dengan *downtime* sebesar 186,75 jam. Jika satu jam *downtime* menyebabkan kehilangan 8 TEUs, maka diperkirakan terdapat kehilangan produktivitas sebesar 1.494 TEUs pada bulan tersebut. Kondisi ini menunjukkan bahwa meningkatnya frekuensi *unplanned maintenance* berdampak signifikan terhadap penurunan produktivitas unit *Head Truck* di lapangan, terutama pada periode akhir tahun di mana aktivitas bongkar muat meningkat pesat. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk melakukan evaluasi dan pengendalian kualitas layanan *maintenance* guna meminimalkan *downtime* dan memaksimalkan output logistik di terminal.

Peningkatan jumlah *unplanned maintenance Head Truck* (HT) yang pada unit tertentu selama bulan Agustus sampai dengan bulan Desember 2023 menunjukkan semakin menurunnya kualitas *maintenance*. Kondisi inilah yang seharusnya dikendalikan dan menjadi perhatian perusahaan karena jika kondisi ini terus berlanjut akan berdampak negatif pada operasional bongkar muat serta mengurangi efisiensi dan produktivitas layanan pelabuhan. Oleh karena itu, perusahaan harus melakukan pengendalian kualitas *maintenance* untuk mengurangi intensitas *unplanned maintenance*, menjaga kinerja peralatan, dan memastikan operasional berjalan lebih lancar dan efisien.

Pengendalian kualitas merupakan alat penting bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas barang atau jasa jika diperlukan, mempertahankan kualitas yang sudah baik, dan mengurangi jumlah barang yang rusak atau tingkat layanan yang kurang memuaskan (Oktarini, 2021). Perusahaan senantiasa mencari strategi untuk memperbaiki proses bongkar muat dengan menjaga dan meningkatkan kualitas *maintenance Head Truck* (HT). Perusahaan dapat menggunakan strategi seperti *Six Sigma*, *Taguchi Method*, *X-Bar Chart*, dan Metode Inspeksi 100% untuk melakukan pengendalian kualitas dan perbaikan sistem operasi yang berfokus pada perbaikan proses. Penelitian sebelumnya mengenai pengendalian kualitas pernah dilakukan yaitu *Six Sigma DMAIC* Sebagai Pengendalian Kualitas Layanan *Service After Sales* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* Di Auto2000 Plaju Palembang (Oktarini, 2021), Analisis Pengendalian *Physical Availability* Pada Alat Berat Caterpillar

785C Dengan Metode *Six Sigma* (Trianiza dkk., 2024), dan Analisis *Quality Control* Komponen *Excavator (Tail Frame)* Pada PT. XYZ dengan Metode *Six Sigma* ((Prihandoko dkk., 2020).

Penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma*, yang dapat membantu mempermudah manajemen kualitas dan meningkatkan performa perusahaan. Konsep DMAIC adalah dasar implementasi metode *Six Sigma*. Langkah - langkah tersebut dimulai dengan tahap *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control*. Tujuan DMAIC adalah untuk menggambarkan setiap masalah, peluang, proses, dan kebutuhan pelanggan, sehingga setiap langkahnya harus diverifikasi dan diperbarui (Sasongko dkk, 2021). Dengan metode ini, diharapkan akan membantu perusahaan bongkar muat Surabaya dalam mengidentifikasi penyebab tingginya *unplanned maintenance* dan menemukan solusi untuk masalah tersebut. Berdasarkan uraian yang telah disampaikan, penulis tertarik untuk mendalami topik ini lebih lanjut yang berjudul “**Analisis Pengendalian Kualitas Layanan *Maintenance Head Truck* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* Di Perusahaan Bongkar Muat Surabaya**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan dalam latar belakang, maka dapat disusun rumusan masalah yang perlu diteliti lebih lanjut untuk dianalisis guna menemukan solusi yang tepat. Berikut adalah rumusan masalah:

1. Apa saja permasalahan *maintenance Head Truck* yang terjadi pada perusahaan bongkar muat Surabaya?
2. Bagaimana kinerja layanan *maintenance Head Truck* di perusahaan bongkar muat Surabaya dievaluasi menggunakan metode *Six Sigma*?
3. Bagaimana permasalahan *Unplanned Maintenance* pada *Head Truck* yang terjadi pada perusahaan bongkar muat Surabaya di analisis menggunakan metode *Six Sigma*?
4. Bagaimana rekomendasi untuk perbaikan dan pengendalian proses *maintenance Head Truck* dirancang menggunakan metode *Six Sigma*?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan yang disusun sebelumnya. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi terkait permasalahan *maintenance* yang terjadi pada perusahaan bongkar muat Surabaya.
2. Mengevaluasi kinerja layanan *maintenance Head Truck* menggunakan metode *Six Sigma* di perusahaan bongkar muat Surabaya.
3. Menganalisis terkait permasalahan *Unplanned Maintenance* pada *Head Truck* di perusahaan bongkar muat Surabaya.
4. Menyusun rekomendasi untuk perbaikan dan pengendalian proses *maintenance Head Truck* dengan menggunakan metode *Six Sigma*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat bermanfaat untuk berbagai pihak, manfaat tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti
 - a. Menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh selama masa perkuliahan dalam bidang pengendalian kualitas dan metode *Six Sigma*.
 - b. Menjadi capaian penting dalam menyelesaikan studi pada Program Studi D4-Manajemen Bisnis atau program pendidikan terkait.
2. Bagi Perusahaan
 - a. Memberikan solusi untuk meningkatkan kualitas layanan *maintenance Head Truck* dan mengurangi frekuensi *unplanned maintenance*.
 - b. Menjadi capaian penting dalam menyelesaikan studi pada Program Studi D4-Manajemen Bisnis atau program pendidikan terkait.
3. Bagi Pembaca
 - a. Menambah referensi bagi peneliti lain yang tertarik pada topik peningkatan kualitas layanan *maintenance* menggunakan metode *Six Sigma*.

- b. Memberikan panduan bagi akademisi dan praktisi dalam mengembangkan studi lebih lanjut terkait manajemen pemeliharaan dan pengendalian kualitas.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan - batasan yang diberikan agar pembahasan tidak terlalu meluas dan dapat mencapai hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tempat penelitian di Divisi *Mobile Equipment*.
2. Objek penelitian berfokus pada unit *Head Truck* sejumlah 105 unit.
3. Data yang digunakan berupa data primer diperoleh dari penyebaran asesmen kepada dua orang supervisi *Mobile Equipiment* dan seorang *leader mechanic*.
4. Data sekunder berupa data historis yang mencatat jumlah maintenance *Head Truck* dari bulan Januari – Desember Tahun 2023
5. Jenis *Head Truck* yang diteliti dibatasi hanya pada tipe Volvo FM400
6. Penelitian menggunakan metode *six sigma* yang didasarkan pada siklus DMAIC.
7. Tahap *Improve* dibatasi dengan memberikan usulan perbaikan untuk mengurangi masalah *Unplanned Maintenance Head Truck* pada perusahaan.
8. Dikarenakan keterbatasan waktu dalam penelitian ini, tahap *control* dibatasi hingga memberikan rekomendasi pengendalian yang belum dilakukan implementasi secara nyata.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas

Kualitas mempunyai definisi yang sangat luas dan berbeda-beda menurut perspektif setiap orang, tetapi kualitas merupakan suatu ciri yang membedakan suatu tingkat keunggulan, entitas yang berkaitan dengan yang terbawa pada kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan, Kualitas berfungsi dalam sebuah sistem memberikan jaminan bahwa barang atau jasa tersebut akan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan.

2.1.1 Pengertian Kualitas

Menurut kotler dalam (Indrasari, 2019) menyatakan kualitas adalah keseluruhan ciri serta sifat suatu produk atau pelayanan yang berpengaruh pada kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dinyatakan atau tersirat. Suatu barang dan jasa akan dinilai bermutu apabila dapat memenuhi ekspektasi atau harapan konsumen akan nilai produk tersebut. Sedangkan pengertian kualitas barang dan jasa didefinisikan sebagai keseluruhan gabungan karakteristik barang dan jasa dalam hal pemasaran, rekayasa, produksi, dan pemeliharaan yang menjadikan barang dan jasa memenuhi harapan pelanggan atau konsumen. Kualitas diputuskan oleh pelanggan, artinya kualitas didasarkan pada pengalaman aktual pelanggan atau konsumen terhadap barang atau jasa yang diukur berdasarkan persyaratan atau atribut mereka (Wijaya, 2018).

2.1.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian adalah suatu tindakan yang dilakukan dengan melacak, membandingkan dengan standar, mendefinisikan perbedaan, dan kemudian mengambil tindakan untuk menyelesaikan kembali proses tersebut sehingga sesuai dengan persyaratan (Buffa, 1999). Pengertian pengendalian dilakukan untuk memastikan bahwa proses produksi dan operasi perusahaan berjalan sesuai dengan harapan perusahaan dan untuk memperbaiki kesalahan agar standar dapat dicapai. Pengendalian kualitas adalah keseluruhan fungsi atau

kegiatan yang harus dilakukan untuk menjamin tercapainya sasaran dalam hal kualitas produksi dan jasa pelayanan yang diproduksi (Yamit, 2011). Pengendalian kualitas juga dapat didefinisikan sebagai upaya untuk menjaga kualitas dan kualitas barang yang dihasilkan agar sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh perusahaan. (Choir, 2018).

Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk memastikan bahwa produk atau jasa yang dibuat memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan dengan biaya yang terjangkau atau serendah mungkin. Pengendalian kualitas memiliki beberapa tujuan. Adapun tujuan dari Pengendalian Kualitas adalah sebagai berikut:

1. Pengendalian Kualitas terhadap suatu barang atau jasa tersedia memenuhi spesifikasi.
2. Agar dapat memberikan kepuasan kepada konsumen.
3. Mengetahui apakah segala sesuatu berjalan dengan rencana melalui instruksi-instruksi serta prinsip yang telah ditetapkan.
4. Mengetahui apakah kelemahan dan kesulitan serta menjaga jangan sampai terjadi kesalahan lagi.
5. Mengetahui apakah segala sesuatunya berjalan dengan efisien dan apakah mungkin dapat diadakan perbaikan.

Pengendalian kualitas tidak hanya penting untuk memastikan bahwa barang atau jasa memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, tetapi juga membantu perusahaan menjalankan bisnis dengan lebih efisien. Perusahaan dapat menemukan dan mengurangi kesalahan dalam proses produksi, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan produktivitas. Pengendalian kualitas juga membantu menjaga reputasi perusahaan.

2.1.3 Dimensi Kualitas

Perusahaan harus memahami berbagai faktor yang memengaruhi kualitas jasa jika mereka ingin menjaga dan meningkatkannya. Salah satu kerangka yang sering digunakan adalah dimensi kualitas jasa, yang membantu Perusahaan mengetahui apa yang perlu diperhatikan agar dapat memenuhi standar yang ditetapkan. Menurut Utami dkk., (2019). Berikut lima dimensi kualitas layanan yang perlu diperhatikan oleh perusahaan:

1. Keandalan (*Reliability*), Keandalan adalah ketika perusahaan mampu menyediakan jasa atau layanan seperti yang dijanjikan dari waktu ke waktu. Keandalan merupakan kinerja perusahaan untuk memberikan teknik layanan yang efektif dengan cepat, akurat dan memuaskan,
2. Terukur (*Tangibles*), Terukur memiliki arti bahwa jasa atau layanan yang ditawarkan memiliki fasilitas fisik penyedia, lokasi web, peralatan, pribadi dan material komunikasi yang riil.
3. Bukti fisik (*tangibles*) antara lain berupa fasilitas fisik, perlengkapan, sumber daya manusia dan sarana komunikasi.
4. Responsivitas (*Responsiveness*), Responsivitas adalah ketika karyawan perusahaan dapat memberikan bantuan dan mampu menyediakan pelayanan dengan cepat. Beberapa referensi menyebut responsivitas dengan istilah daya tanggap (*responsive*) yaitu adanya kemauan yang tanggap dalam membantu konsumen.
5. Jaminan (*Assurance*), Jaminan adalah ketika karyawan dapat memberikan pelayanan yang cukup mencakup pengetahuan, kesopanan, kompetensi, dan dapat dipercaya. Hal ini merupakan bentuk pertanggungjawaban dalam melindungi pelanggan dan menghindarkan pelanggan dari sesuatu yang tidak diinginkan.
6. Empati (*Empathy*), Empati adalah ketika perusahaan penyedia jasa layanan memberikan perhatian mendalam dan bersifat personal. Bentuk-bentuk empati yang biasanya dimunculkan antara lain kemudahan yang terjadi dalam menjalin relasi, komunikasi, dan persepsi akan kebutuhan pelanggan.

2.2 Bongkar Muat

Menurut Farezan dkk. (2023) kegiatan bongkar merupakan proses memindahkan barang dari geladak atau palka kapal ke dermaga atau gudang. Sementara itu, kegiatan muat adalah proses memasukkan barang dari dermaga atau gudang ke dalam kapal. Dengan kata lain, kegiatan bongkar mencakup pemindahan muatan dari kapal ke dermaga, tongkang, atau truk menggunakan derek kapal, derek darat, atau alat bantu lainnya. Sedangkan pemuatan adalah

proses mengangkut barang dari dermaga, gudang, tongkang, atau truk ke dalam kapal hingga tersusun rapi di kapal dengan bantuan derek atau peralatan lain yang diperlukan (Suyono & Hariyanto, 2011).



Gambar 2. 1 Kegiatan Bongkar Muat
(Dokumentasi Penulis, 2024)

Pada Gambar 2.1 Menunjukkan kegiatan bongkar muat *container* dari kapal. Bongkar muat merupakan bagian dari proses pengiriman barang (*forwarding*), terutama dalam transportasi laut. Barang yang diangkut menggunakan kapal biasanya melewati beberapa tahap, mulai dari penyimpanan di gudang atau area penumpukan di pelabuhan, kemudian dipindahkan ke dermaga, dan selanjutnya dimuat ke atas kapal (Langga dkk., 2022). Sebaliknya, barang yang dibongkar dari kapal akan melalui proses sebaliknya, yaitu dipindahkan dari kapal ke dermaga, lalu diangkut ke lokasi pemilik barang. Namun, dalam kondisi tertentu, ada barang yang tidak melewati tahap penumpukan dan langsung dikirim ke pemiliknya.

Layanan bongkar muat barang memiliki hubungan yang erat dengan jasa pengangkutan, yang berfungsi sebagai perantara antara perusahaan bongkar muat dan pelanggan. Pengangkutan memainkan peran penting dalam memastikan kelancaran bisnis, khususnya dalam menjamin bahwa barang dikirim ke tujuan dalam kondisi baik, lengkap, dan tepat waktu. Selain itu, pengangkutan juga melibatkan pergerakan tenaga kerja yang mendukung

operasional perusahaan, sehingga efisiensi dan ketepatan dalam proses ini menjadi faktor krusial dalam keberhasilan bisnis.

2.3 *Maintenance*



Gambar 2. 2 *Maintenance Head Truck*
(Dokumentasi Penulis, 2024)

Pada Gambar 2.2 Terlihat *Head Truck* yang sedang dalam proses *maintenance*. Umumnya setiap perusahaan memahami bahwa *maintenance* itu penting karena *maintenance* yang kurang baik akan dapat merusak kenyamanan, pemborosan yang mengakibatkan terjadinya kemahalan biaya, dan dapat mengganggu lingkungan kehidupan yang layak. *Maintenance* adalah seluruh kegiatan yang mencakup upaya menjaga sistem peralatan, agar dapat bekerja sesuai harapan (Assauri, 2016). *Maintenance* juga bermakna melakukan tindakan rutin guna menjaga perangkat atau mencegah timbulnya gangguan (Arsyad & Sultan, 2018).

2.3.1 *Unplanned Maintenance*

Pada pemeliharaan tidak terencana (*Unplanned Maintenance*) terdiri dari dua jenis pemeliharaan yang dapat dilakukan yaitu *Corrective Maintenance* dan *Emergency Maintenance*. Melalui bentuk pelaksanaan pemeliharaan tidak terencana ini, diharapkan dapat memperpanjang umur peralatan atau mesin dan dapat memperkecil frekuensi kerusakan yang sama seperti sebelumnya (Sulistyo dkk, 2022).

1. *Corrective Maintenance*

Pemeliharaan koreksi adalah pemeliharaan yang hanya memerlukan perbaikan. Artinya bisa menunggu kerusakan terlebih dahulu, kemudian memperbaiki atau mengganti suku cadang tergantung kerusakannya. Ketika perusahaan melakukan tindakan pemeliharaan korektif, terdapat ketidakpastian dalam kelancaran proses perbaikan dan berbagai implikasi yang dapat mengganggu proses perbaikan. Beberapa faktor, antara lain:

- a. Menunggu mekanik khusus (*waiting mekanik expert*)
- b. Menunggu alat khusus (*waiting tool*)
- c. Menunggu part (*waiting part*)

2. *Emergency Maintenance*

Pemeliharaan darurat adalah kegiatan perbaikan yang harus segera dilakukan karena terjadi kemacetan atau kerusakan yang tidak terduga. pemeliharaan berjalan (*running maintenance*) dimana pekerjaan pemeliharaan dilakukan ketika fasilitas atau peralatan dalam keadaan beroperasi. pemeliharaan berjalan diterapkan pada peralatan-peralatan yang harus beroperasi terus dalam melayani proses produksi. Beberapa kegiatan seperti:

- a. *Service sparepart* yang mengalami kerusakan
- b. Penggantian *sparepart* yang mengalami kerusakan

2.3.2 *Planned Maintenance*

Pemeliharaan terencana (*Planned Maintenance*) adalah pemeliharaan yang terorganisir dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya (Nasution dkk, 2021). Pada pemeliharaan terencana ini hanya ada satu jenis pemeliharaan yang dapat dilakukan Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*). Pemeliharaan preventif merupakan langkah pemeliharaan dengan pengamatan yang sistematis, teratur dan ekonomis oleh analis teknis yang bertujuan untuk memastikan fungsi peralatan dan

menyiapkan suku cadang sesuai dengan prediksi yang direncanakan, disertai dengan perencanaan yang teratur.

Proses pemeliharaan yang disarankan memerlukan kebijakan inspeksi dan pemeliharaan sistem untuk mengidentifikasi kegagalan melalui pengujian dan inspeksi rutin (Ardianzah, 2023). Operasi pemeliharaan preventif meliputi:

- a. Pengecekan secara keseluruhan menggunakan alat khusus maupun secara visual
- b. Inspeksi adalah kegiatan pemeriksaan secara berkala yang bertujuan untuk memeriksa kondisi komponen peralatan
- c. Pemeliharaan tanpa mematikan mesin / posisi mesin menyala running. Bertujuan memeriksa kerusakan visual dengan pendengaran, misal contoh kerusakan bearing, kebocoran angin, kebocoran bahan bakar dan lainnya

2.4 *Head Truck*



Gambar 2. 3 *Head Truck*
(Dokumentasi Penulis, 2024)

Sesuai dengan Gambar 2.3 terlihat unit *Head Truck* yang digunakan untuk proses bongkar muat. *Head truck* merupakan alat transportasi darat yang biasa digunakan sebagai alat bantu mekanis untuk mendukung kegiatan bongkar muat di terminal pelabuhan peti kemas modern (Khrisdamara & Andesta, 2022). Dengan desain yang kompak dan kemampuan manuver yang baik, *Head Truck* sangat efisien digunakan di area terbatas yang penuh dengan kontainer. Selain itu, alat ini juga dirancang untuk menangani kargo berat dan besar, memberikan stabilitas dan kekuatan yang diperlukan untuk memastikan

keamanan pengangkutan. Dalam lingkungan pelabuhan yang sibuk, unit *Head Truck* yang menjadi objek penelitian adalah Volvo FM400. *Head Truck* ini memiliki dimensi $6940 \times 2500 \times 3995$ mm, sistem penggerak 6×4, standar emisi Euro 5, dan menggunakan ban berukuran 295/80R22.5. Dari segi tenaga, Volvo FM400 dibekali mesin Volvo D13A, yaitu mesin 6 silinder *In-Line* dengan tenaga 400 HP dan torsi maksimum mencapai 2000 Nm, yang mampu membawa beban hingga ± 135 ton. Mesin ini juga terintegrasi dengan sistem transmisi, penggerak, dan pendingin yang bekerja secara sinergis untuk mendukung kinerja optimal selama proses operasional. Dengan spesifikasi tersebut, Volvo FM400 sangat ideal digunakan untuk operasional berat di area pelabuhan.

Sistem pada unit *Head Truck* dapat dibagi ke dalam lima kategori utama, di mana setiap kategori mencakup sejumlah komponen kecil yang saling terhubung.

1. *Engine System*

Engine atau mesin memiliki peran yang krusial. Mengingat mesin merupakan motor penggerak utama *Head Truck* tersebut. Mesin truk juga terhubung dengan berbagai sistem lainnya, seperti sistem transmisi, sistem penggerak (*drive system*), dan sistem pendingin. Keseluruhan sistem bekerja bersama untuk memastikan truk berfungsi dengan baik. Mesin yang digunakan oleh *Head Truck* merk Volvo FM400 yaitu jenis Volvo D13A, memiliki 6 silinder, *In-Line 400 HP*, dan dapat menghasilkan torsi sebesar 2000 Nm. Sehingga diklaim dapat membawa beban seberat ± 135 ton.

2. *Electrict System*

Sistem kelistrikan dan instrumen adalah sistem yang berfungsi sebagai sumber tenaga kelistrikan *Head Truck* agar dapat beroperasi. Hampir seluruh sistem dan komponen unit sangat bergantung pada jaringan kelistrikan. Jika terjadi gangguan pada sistem kelistrikan maka bisa dipastikan unit berhenti total.

3. *Transmission & Clutch System*

Unit *Head Truck* dilengkapi dengan kopling ganda I-Shift sehingga dapat dibedakan menjadi *Hi-Low Transmission* atau gigi tinggi dan gigi rendah dan memiliki kelebihan dapat mengganti gigi tanpa gangguan dalam penyaluran tenaga. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen seperti *axel*, *master cylinder*, *servo clutch*, dan *solenoid clutch* yang berpotensi mengalami kerusakan.

4. *Brake System*

Head Truck Volvo FM-400 memiliki jenis *Pneumatic drum brake with EBS as standard* + VEB. Komponen yang terdapat pada sistem di antaranya *valve*, *brake chamber*, *spring brake cylinder* dan komponen pendukung lainnya. Dengan teknologi EBS, pengereman menjadi lebih responsif dan aman, terutama dalam kondisi jalan yang menurun atau saat membawa muatan berat.

5. *Chassis & Control System*

Sistem sasis dan kontrol merupakan struktur utama yang menopang seluruh komponen pada *Head Truck*. Sasis yang kuat dan kokoh memastikan kestabilan kendaraan saat membawa beban berat. Selain itu, sistem kontrol mencakup berbagai sensor dan aktuator yang membantu pengemudi dalam mengendalikan kendaraan dengan lebih presisi. Beberapa fitur dalam sistem ini meliputi suspensi udara, sistem kemudi hidrolik, serta kontrol kestabilan yang bekerja secara otomatis untuk menjaga keseimbangan truk dalam berbagai kondisi jalan.

6. *Tyre System*

Sistem ban merupakan bagian penting yang langsung berinteraksi dengan permukaan jalan. *Head Truck* Volvo FM400 menggunakan ban khusus dengan daya tahan tinggi untuk menyesuaikan dengan kapasitas beban yang besar. Sistem ini mencakup pemantauan tekanan ban (TPMS – *Tire Pressure Monitoring System*) untuk memastikan tekanan udara selalu dalam kondisi optimal, sehingga dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi risiko kecelakaan akibat ban kempis atau pecah. Selain

itu, pola tapak ban didesain untuk memberikan traksi maksimal, terutama pada medan yang sulit atau licin.

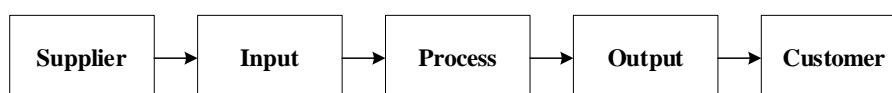
2.5 Six Sigma

Six Sigma adalah pendekatan yang terstruktur dan didasarkan pada fakta yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional melalui penerapan metode statistik dalam proses bisnis. Diharapkan bahwa pelaksanaan ini akan meningkatkan nilai organisasi (Tengtarto dkk, 2023). Metode peningkatan kualitas yang dikenal sebagai Six Sigma bertujuan untuk mencapai target 3,4 *Defect per Million Opportunities* (DPMO) untuk setiap produk, termasuk barang dan jasa. Tujuan dari metode ini adalah untuk mengurangi jumlah cacat yang mungkin terjadi selama proses produksi atau penyediaan jasa. (Widodo dkk, 2022).

Six Sigma merupakan metodologi terdepan yang memiliki tujuan utama untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam suatu proses bisnis. *Six Sigma* menyediakan berbagai alat untuk mengurangi variabilitas, menghilangkan cacat, dan membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah. Perusahaan dapat meningkatkan kinerja dan layanan dengan menerapkan metode *six sigma*.

2.3.1 Define

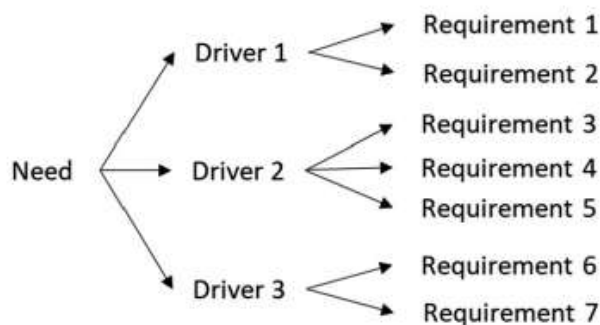
Tahap *Define* merupakan fase awal yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan dan menganalisis dampak dari permasalahan tersebut terhadap kepuasan pelanggan. Pendefinisian masalah ini dapat dilakukan dengan mengidentifikasi alur proses *maintenance* di Perusahaan bongkar muat menggunakan diagram SIPOC. SIPOC merupakan singkatan dari lima elemen *Supplier*, *Input*, *Process*, *Output*, dan *Customer* yang digunakan untuk mendefinisikan aliran kerja yang akan diteliti.



Gambar 2. 4 Diagram *SIPOC*
(Data pengolahan data, 2025)

Gambar 2.4 menunjukkan elemen-elemen yang terdapat pada diagram SIPOC. *Supplier* pada diagram SIPOC merupakan pihak yang memberikan informasi, bahan baku, atau sumber daya lainnya ke dalam proses. *Input* merupakan sesuatu yang menjadi masukan proses. *Process* merupakan langkah-langkah yang mengolah input. *Output* merupakan hasil dari proses. Sedangkan *Customer* merupakan pihak yang menerima hasil proses.

Mengidentifikasi *Critical to Quality* (CTQ) untuk menetapkan jenis-jenis kerusakan yang terjadi dalam proses *unplanned maintenance Head Truck* atau mengindikasikan penyebab kerusakan pada *unplanned maintenance* yang menyebabkan kualitas layanan *maintenance* tidak optimal. CTQ adalah sebuah fitur utama yang berkaitan dengan fitur penting untuk kebutuhan pelanggan, yang dapat didefinisikan sebagai bagian dari proses atau kegiatan yang berdampak langsung pada pencapaian tingkat kualitas yang diinginkan Perusahaan (Gaspersz, 2002). Menurut Tannady (2015) menyatakan bahwa Critical to Quality adalah batas, karakteristik dan standar kualitas atas dimensi-dimensi kualitas yang harus dijaga dari sebuah proses.



Gambar 2. 5 Pohon *Critical to Quality* (CTQ)
(Al-Rifai, 2024)

Gambar 2.5 menunjukkan bahwa pomenunjukkan bahwa pohon CTQ (*CTQ Tree*) terdiri dari tiga komponen yakni *Needs* (kebutuhan), *Drivers* (pengemudi), dan *Requirements* (persyaratan). *Needs* (kebutuhan) adalah produk atau layanan apa yang harus diberikan kepada pelanggan untuk membuat mereka puas. *Drivers* (pengemudi) adalah elemen apa yang digunakan untuk menilai seberapa baik produk atau layanan untuk memenuhi

kebutuhan. *Requirements* (persyaratan) adalah standar kinerja yang harus dilakukan untuk memuaskan pelanggan.

2.3.2 *Measure*

Langkah kedua pada metode six sigma, dalam tahap pelaksanaan *measure* cara memahami proses yang mempengaruhi CTQ, kemudian mengukur besaran penyimpangan yang terjadi dibandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan. pada CTQ dari produk yang ingin diperbaiki, selanjutnya mengumpulkan informasi dasar dari produk dan menetapkan target perbaikan yang ingin dicapai. pada tahap ini diikuti dengan menghitung DPMO dan menentukan level sigma.

Mengukur tingkat kecacatan dalam pengukuran six sigma, dapat menggunakan alat yaitu DPMO (*Defect Per Million Opportunities*). DPMO merupakan alat untuk mengukur tingkat kualitas produk maupun proses karena ada hubungan langsung dengan cacat, biaya dan waktu yang terbuang. Ada beberapa tahap dalam mengukur nilai sigma suatu Perusahaan yaitu sebagai berikut:

a) Perhitungan DPMO (*Defect per Million Opportunity*)

Dalam menghitung nilai DPMO sebagai indikasi jumlah cacat yang muncul dalam satu juga kesempatan, dapat digunakan Persamaan 2.1 berikut:

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah defect yang ditemukan}}{\text{Jumlah unit yang diperiksa} \times \text{Jumlah CTQ}} \times 1000.000 \quad (2.1)$$

b) Konversi Nilai Sigma

Dalam metodologi *Six Sigma*, *Sigma* merupakan parameter yang mengukur disperse atau sebaran data dalam suatu proses. Nilai *sigma* difungsikan untuk menilai efektivitas suatu proses dalam mempertahankan batas spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk mendapat nilai sigma, kinerja dasar proses yang telah dihitung menggunakan rumus

DPMO dikonversikan ke dalam tingkat sigma dengan Persamaan 2.2 berikut:

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - \text{DPMO}}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2.2)$$

Nilai *sigma* digunakan untuk menilai proses yang telah berlangsung dengan menggunakan indikator jumlah produk yang cacat dan menggunakan pedoman nilai sigma sebagai acuan penilaian proses, semakin besar nilai *sigma*, maka proses dinilai semakin baik. Untuk mengetahui nilai *sigma* dengan menggunakan nilai DPMO, dapat menggunakan persamaan berikut dalam Ms excel (Tannady, 2015).

Tabel 2. 1 Hubungan *Sigma* dan DPMO

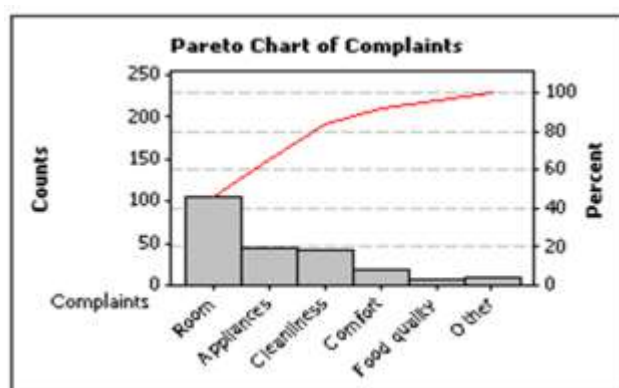
Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	DPMO	Keterangan
1- <i>sigma</i>	691.462	Sangat tidak kompetitif
2- <i>sigma</i>	308.538	Rata-rata industri Indonesia
3- <i>sigma</i>	66.807	
4- <i>sigma</i>	6.210	Rata-rata industri USA
5- <i>sigma</i>	233	
6- <i>sigma</i>	3,4	Industri kelas dunia

Sumber: Gasperzs, 2002

Berdasarkan Tabel 2.1 menunjukkan enam standar *sigma* yang mengukur dispersi statistik yang disebut standar deviasi, ukuran 6 *sigma* (*six sigma*) pada kurva normal mewakili tingkatan jumlah produk yaitu dengan kata lain arus dalam kondisi baik dengan probabilitas 0,9999996660 yang artinya hanya diizinkan jumlah produk yang cacat adalah 3,4 per satu juta produk atau dengan kata lain 6 *sigma* adalah tingkat yang setara dengan variasi proses.

Tahap *measure* menggunakan *tools pareto* diagram, grafik yang menunjukkan data atribut berdasarkan kategori masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Bisa digunakan untuk menentukan penyebab dari masalah yang ada dan memfokuskan perhatian dengan membuat

peringkat terhadap penyebab masalah dalam bentuk yang signifikan. Diagram *pareto* diperkenalkan oleh Damaso Pareto pada tahun 1848 yang mengemukakan konsep efisiensi pareto yang menyatakan bahwa 80% dari akibat berasal atau dihasilkan oleh 20% penyebab atau bisa juga diartikan bahwa 80% hasil usaha adalah buah dari 20% usaha yang produktif dan optimal. Dalam sudut pandang yang negatif, hukum pareto bisa memiliki makna bahwa 80% dari kegagalan merupakan tanggung jawab 20% penyebab, atau 80% produk yang cacat disebabkan oleh 20% faktor dari keseluruhan produksi (Tannady, 2015).



Gambar 2. 6 *Pareto* Diagram
(Yuwono & Riyadi, 2013)

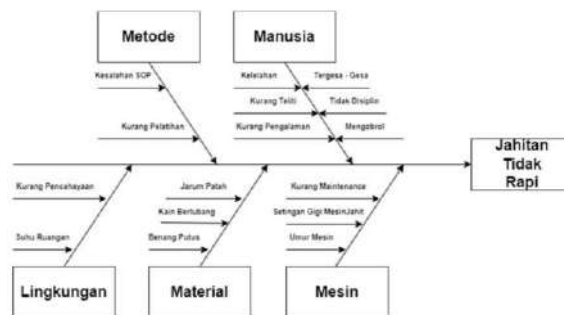
Berdasarkan Gambar 2.6 merupakan *Pareto* diagram digunakan untuk membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya dari yang paling besar disebelah kiri ke yang paling kecil disebelah kanan. Menentukan prioritas kategori kejadian-kejadian yang dikaji untuk mengetahui masalah utama proses. Kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak paling besar terhadap kejadian. Hasil pareto dapat digunakan diagram sebab akibat untuk mengetahui akar penyebab masalah.

2.3.3 *Analyze*

Langkah ketiga pada metode *six sigma*, dalam tahap pelaksanaan *analyze* dilakukan analisa hubungan sebab-akibat untuk mengetahui faktor yang perlu diatasi, mulai dari penyebab masalah, memperlihatkan dampak dari kegagalan proses atau produk, menguraikan penyebab kegagalan serta akar penyebab permasalahan. Tujuan dari tahap *Analyze* adalah untuk memprioritaskan

langkah – langkah korektif yang berokus pada akar penyebab kegagalan (Pratiwi dkk, 2021). Tools yang digunakan dengan menggunakan *fishbone* diagram.

Fishbone diagram atau yang dapat disebut juga dengan diagram *Ishikawa* atau diagram sebab akibat adalah metode grafis yang digunakan untuk menggambarkan berbagai penyebab suatu peristiwa atau fenomena tertentu. Bentuk dari diagram ini menyerupai bentuk kerangka ikan. Struktur yang menyerupai kerangka ikan ini merupakan alat analisis sebab – akibat yang sering digunakan untuk mengidentifikasi hubungan kompleks dari penyebab suatu masalah atau peristiwa tertentu (Coccia, 2018).



Gambar 2. 7 *Fishbone* Diagram
(Hakim & Al-Faritsy, 2024)

Pada Gambar 2.7 dapat dilihat bahwa diagram tersebut memiliki empat kategori yaitu Metode, Manusia, Lingkungan, Material, dan Mesin. Pada Gambar 2.7. dapat dilihat juga bahwa pada kepala ikan mewakili permasalahan dan pada “tulang ikan” mewakili kategori penyebab utama.

Penggunaan diagram sebab akibat mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Mendapatkan kesepakatan tentang masalah yang terjadi dan mengungkapkan masalah itu sebagai pertanyaan masalah
2. Menemukan sekumpulan penyebab yang mungkin dengan menggunakan teknik brainstorming atau membentuk anggota tim yang memiliki ideide yang berkaitan dengan masalah
3. Menggambar diagram dengan pertanyaan mengenai masalah untuk ditempatkan pada sisi kanan (membentuk kepala ikan) dan kategori

utama seperti metode, manusia, mesin, dan lingkungan ditempatkan pada cabang utama (membentuk tulang-tulang besar dari ikan) kategori utama dapat diubah sesuai kebutuhan

4. Menetapkan setiap penyebab dalam kategori utama yang sesuai dengan menetakannya pada cabang yang sesuai
5. Untuk setiap penyebab yang mungkin, tanyakan 'mengapa' untuk menemukan akar penyebab, kemudian tulislah akar-akar penyebab itu pada cabang-cabang yang sesuai dengan kategori utama (membentuk tulang-tulang kecil dari ikan) untuk menemukan akar penyebab
6. Intrepretasi atas diagram sebab-akibat dengan melihat penyebab-penyebab yang muncul secara berulang, kemudian mendapat kesepakatan melalui konsensus tentang penyebab tersebut, selanjutnya memberikan perhatian pada penyebab yang dipilih
7. Menerapkan hasil analisis dengan menggunakan diagram sebab-akibat dengan cara mengembangkan dan mengimplementasikan serta memonitor hasil untuk menjamin bahwa tindakan korektif yang dilakukan efektif karena telah menghilangkan akar penyebab dari masalah yang dihadapi (Gasperz, 2002).

Diagram sebab-akibat dapat dipergunakan untuk hal-hal dibawah ini:

1. Mendapatkan kesepakatan tentang masalah yang terjadi dan mengungkapkannya masalah itu sebagai pertanyaan masalah.
2. Menemukan sekumpulan penyebab yang mungkin dengan menggunakan teknik *brainstorming* atau membentuk anggota tim yang memiliki ide-ide yang berkaitan dengan masalah.

2.3.4 Improve

Tahap improve memiliki tujuan untuk menemukan solusi yang dapat diimplementasikan dalam proses saat ini untuk menghilangkan akar penyebab ketidaksesuaian sehingga dapat meningkatkan kualitas produk dengan menggunakan *tools* metode *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA berfungsi untuk mengidentifikasidampak dari kegagalan proses atau desain, memberikan analisa mengenai prioritasdari penanggulangan dengan menggunakan parameter nilai resiko prioritas atau

Risk Priority Number (RPN), mengidentifikasi modus kegagalan potensial serta meminimumkan peluang kegagalan di kemudian hari (Tannady, 2015).

FMEA merupakan teknik analisa resiko secara sirkulatif yang digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan, fasilitas atau sistem dapat gagal serta akibat yang ditimbulkannya. Hasil FMEA berupa rekomendasi untuk meningkatkan tingkat keselamatan fasilitas, peralatan satuan sistem (Gasperz, 2002). Metode FMEA diawali dengan mengidentifikasi setiap elemen, proses dengan menuliskan setiap potensi kegagalan yang muncul, sebab dari setiap kegagalan, dan efek dari setiap kegagalan. Dari setiap identifikasi tersebut akan diketahui resiko yang akan diukur melalui RPN. Adapun langkah – langkah melakukan analisis metode FMEA (Nuzul & Hana, 2018):

1. Menentukan mode kegagalan pada produk yang dikerjakan
2. Mencatat efek yang akan timbul dari kegagalan tersebut
3. Mencari dan menemukan penyebab dari kegagalan tersebut
4. Menentukan nilai *severity* (tingkat keparahan), nilai *occurance* (tingkat kegagalan yang sering muncul), nilai *detection* (deteksi munculnya kegagalan).
5. Menghitung dengan rumus untuk mendapatkan *Risk Priority Number*.
6. Melakukan tindakan perbaikan pada proses yang memiliki nilai RPN tertinggi

Tujuan yang dapat dicapai jika menerapkan metode FMEA yaitu dapat mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahannya, mencegah timbulnya permasalahan. Pengaruh buruk atau risiko yang akan ditanggung oleh pelanggan atau perusahaan akibat dari kegagalan yang ditimbulkan.

Penentuan rating *severity* berdasarkan kejadian yang mempengaruhi hasil akhir dari proses. Penilaian diberikan dari nilai terendah sampai dengan nilai tertinggi. seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan, tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh/ dampak mode kegagalan pada keseluruhan sistem, proses serta pelanggan, menurut tingkat keseriusan dinilai pada skala 1 sampai 10. Penilaian *severity* tersaji pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. 2 Evaluasi Penilaian *Severity*

Karakteristik	Keterangan	Rating
<i>None</i>	Tidak terjadi dampak pada penyebab	1
<i>Very Minor</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi tidak berpengaruh	2
<i>Minor</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi sangat sedikit berpengaruh	3
<i>Very Low</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi sedikit berpengaruh	4
<i>Low</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi cukup sedikit berpengaruh	5
<i>Moderate</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi berpengaruh	6
<i>High</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi cukup banyak berpengaruh	7
<i>Very High</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi banyak berpengaruh	8
<i>Hazardous With Warning</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi sangat berpengaruh	9
<i>Hazardous Without Warning</i>	Terjadi dampak dari penyebab yang sangat dominan berpengaruh	10

Sumber: Tannady, 2015 (Lanjutan)

Evaluasi Penilaian frekuensi pada Tabel 2.2 yaitu munculnya penyebab atau terjadinya ketidaksesuaian atau cacat pada produk, untuk mengetahui seberapa sering frekuensi suatu moda kegagalan dalam proses produksi dengan melihat seberapa banyak gangguan yang dapat menyebabkan sebuah kegagalan. penilaian *occurance* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 3 Evaluasi Penilaian *Occurance*

Karakteristik	Keterangan	Rating
<i>Very Low</i>	Penyebab tidak terjadi	1
<i>Low</i>	Penyebab tidak sering terjadi	2
	Penyebab sedikit sering terjadi	3
<i>Moderate</i>	Penyebab kadang-kadang sering terjadi	4
	Penyebab cukup sering terjadi	5
	Penyebab sering terjadi	6
<i>High</i>	Penyebab cukup sangat sering terjadi	7
	Penyebab kdang-kadang sangat sering terjadi	8
<i>Very High</i>	Penyebab sangat sering terjadi	9
	Penyebab selalu terjadi	10

Sumber: Tannady, 2015

Tabel 2.3 menunjukkan frekuensi munculnya penyebab atau terjadinya *defect* pada produk. Tingkat kemungkinan lolosnya penyebab kegagalan dari kontrol

yang sudah dipasang. Angka 1 menunjukkan kemungkinan untuk lewat dari kontrol (pasti terdeteksi) sangat kecil. Dan angka 10 untuk lolos dari kontrol (tidak terdeteksi) sangat besar. Kemampuan atau kontrol dalam mendeteksi penyebab atau terjadinya kecacatan, seperti pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 4 Evaluasi Penilaian *Detection*

Karakteristik	Keterangan	Rating
<i>Very High</i>	Sangat jelas, sangat mudah untuk diketahui	1
<i>High</i>	Jelas bagi indra manusia	2
	Memerlukan inspeksi	3
<i>Moderately High</i>	Inspeksi hati-hati dengan indra manusia	4
<i>Moderate</i>	Inspeksi yang sangat hati-hati dengan indra manusia	5
	Memerlukan inspeksi, dan bantuan alat/metodesederhana	6
<i>Low</i>	Memerlukan inspeksi, dan bantuan alat/metodekompleks	7
<i>Very Low</i>	Memerlukan inspeksi dan bantuan alat/metodekompleks yang sangat mahal	8
<i>Almost Imposiblbe</i>	Kemungkinan besar tidak dapat dideteksi	9
<i>Imposiblbe</i>	Tidak dapat dideteksi	10

Sumber: Tannady, 2015

Tabel 2.4 menunjukkan proses dari kegiatan produksi, selanjutnya *Risk Priority Number* diurutkandari yang tertinggi sampai nilai terendah. Produksi yang memiliki nilai RPN tertinggi mendapatkan perhatian lebih lanjut untuk mengurangi jumlah kecacatan pada produk. RPN menggambarkan area yang perlu menjadi prioritas perhatian dalam tindakan koreksi. Berikut rumus mencari nilai RPN.

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.3)$$

Dengan

$S = \text{Severity Priority}$

$O = \text{Occurance Risk}$

$D = \text{Detection Risk}$

RPN memberikan panduan untuk mengidentifikasi dan menentukan potensi kegagalan kemudian memberikan tindakan yang disarankan serta menentukan risiko. Menghitung RPN dengan cara mengalikan setiap peringkat parameter *Severity*, *Occurance* dan *Detection* yang telah ditentukan. Nilai RPN dihitung untuk mengartikan dampak kegagalan sehingga untuk mengetahui masalah yang serius dalam proses. Nilai RPN yang telah dianalisis dapat dijadikan acuan untuk menentukan prioritas dimana nilai RPN tertinggi akan menjadi prioritas untuk perbaikan yang harus segera dilakukan. Nilai RPN yang telah dianalisis pada tahap *Analyze* juga dapat dijadikan acuan untuk menentukan prioritas dimana nilai RPN tertinggi akan menjadi prioritas untuk perbaikan yang harus segera dilakukan

2.3.5 Control

Control atau pengendalian adalah tahapan terakhir yang memiliki tujuan untuk menentukan kemampuan untuk mengendalikan beberapa komponen penting serta menerapkan sistem yang efektif untuk mengelola proses (Oktarini dkk, 2021). Tahapan ini berperan sebagai langkah pengawasan untuk menyakinkan bahwa hasil yang diinginkan sedang dalam proses pencapaian. Setelah merumuskan strategi perbaikan pada tahap *Improve*, tahap kontrol berorientasi pada mempertahankan kemajuan yang telah berhasil dicapai sehingga perbaikan yang dilakukan dapat terus berjalan secara konsisten dan berkelanjutan.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berguna untuk membandingkan penelitian yang sudah dilakukan dengan penelitian yang sedang dikerjakan. Pada bagian Tabel 2.5 menunjukkan penelitian terdahulu yang telah dipilih sesuai dengan permasalahan dalam penelitian, sehingga diharapkan mampu memberikan referensi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian. Berikut penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan.

Tabel 2. 5 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan
1	(Oktarini dkk., 2021)	Pengendalian Kualitas Layanan <i>Service After Sales</i> Dengan Menggunakan Metode <i>Six Sigma</i> Di Auto2000 Plaju Palembang	<i>Six Sigma</i>	Penelitian berfokus pada proses <i>maintenance</i> di Auto2000 Plaju Palembang yang ditemui penyimpangan. Penyebab utama penurunan kualitas layanan adalah faktor manusia, maka kebijakan yang dilakukan oleh perusahaan yaitu pengawasan dan melakukan training untuk meningkatkan kompetensi karyawan.	Objek penelitian yang dibahas adalah kualitas layanan <i>service after sales</i> mobil toyota sedangkan pada penelitian saat ini pengendalian kualitas layanan <i>maintenance head truck</i> .
2	(Trianiza, dkk., 2024)	Analisis Pengendalian <i>Physical Availability</i> Pada Alat Berat Caterpillar 785C Dengan Metode <i>Six Sigma</i>	<i>Six Sigma</i>	Penelitian berfokus pada proses <i>maintenance</i> alat berat Caterpillar Off-Highway Truck 785C di PT XYZ. Penyebab utama penurunan <i>Physical Availability</i> adalah tingginya tingkat kerusakan pada <i>engine</i> dan <i>cooling system</i> . Kebijakan yang dilakukan perusahaan adalah memberikan pelatihan penyegaran bagi operator dan mekanik, mengganti komponen bermasalah, menyediakan stok radiator, serta menjadwalkan penggantian mesin untuk meningkatkan keandalan alat berat.	Objek penelitian yang dibahas adalah pengendalian <i>Physical Availability</i> alat berat Caterpillar 785C sedangkan pada penelitian saat ini pengendalian kualitas layanan <i>maintenance head truck</i> .
3	(Nababan & Setiawan, 2021)	Analisis Proses Pengecatan Excavator NGH 320 Menggunakan Konsep <i>Six Sigma</i>	<i>Six Sigma</i>	Penelitian berfokus pada proses pengecatan Excavator NGH 320 di PT Caterpillar Indonesia. Penyebab utama rendahnya kualitas pengecatan	Objek penelitian yang dibahas adalah kualitas proses pengecatan Excavator NGH

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan
		<i>Sigma</i> di PT Caterpillar Indonesia		adalah faktor manusia, material, mesin, metode, dan lingkungan. Kebijakan yang dilakukan perusahaan adalah menyediakan <i>Incoming Quality Assurance</i> (IQA) di area penerimaan barang, memasang filter regulator pada mesin <i>mixing</i> , melakukan pelatihan kerja, serta menyediakan alat baru untuk <i>cleaning plate</i> guna meningkatkan kualitas pengecatan.	320 sedangkan pada penelitian saat ini pengendalian kualitas layanan <i>maintenance head truck</i> .
4	(Sulistyo, dkk., 2022)	Optimasi perawatan mesin <i>overhead crane</i> pada PT KNSS dengan metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) dan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	RCM & FMEA	Penelitian berfokus pada pemeliharaan <i>crane overhead</i> pada PT KNSS yang mengalami kerusakan akibat komponen kritis Kebijakan perusahaan meliputi penerapan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) dan analisis <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA) untuk menentukan strategi pemeliharaan yang tepat, dengan usulan perawatan yang mencakup <i>preventive maintenance</i> untuk konektor daya, <i>predictive maintenance</i> guna meningkatkan keandalan mesin dan meminimalkan waktu henti dalam proses produksi.	Metode yang digunakan menambahkan RCM & FMEA sedangkan pada penelitian saat ini menggunakan Six Sigma. Objek penelitian yang dibahas adalah perawatan <i>Overhead Crane</i> sedangkan pada penelitian saat ini pengendalian kualitas layanan <i>maintenance head truck</i> .
5	(Khrisdamara & Anesta, 2022)	Analisis Penyebab Kerusakan <i>Head Truck</i> -B44 Menggunakan	FMEA & FTA	Penelitian berfokus pada unit <i>head truck</i> - B44 yang ditemui kerusakan. Penyebab utama kerusakan adalah penggunaan unit yang berlebihan dan interval	Metode yang digunakan menambahkan FTA sedangkan pada penelitian saat ini

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil Penelitian	Perbedaan
		Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus : PT. Bima, Site Pelabuhan Berlian)		<i>preventive maintenance</i> yang kurang akurat, maka kebijakan yang dilakukan oleh perusahaan yaitu pemeriksaan rutin oleh mekanik dan penerapan SOP yang lebih baik untuk meningkatkan kualitas layanan dan meminimalisir kegagalan peralatan.	menggunakan <i>fishbone</i> diagram. Objek penelitian yang dibahas adalah Penyebab Kerusakan Head Truck sedangkan pada penelitian saat ini pengendalian kualitas layanan <i>maintenance head truck</i> .

Sumber: Penulis, 2024 (Lanjutan)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

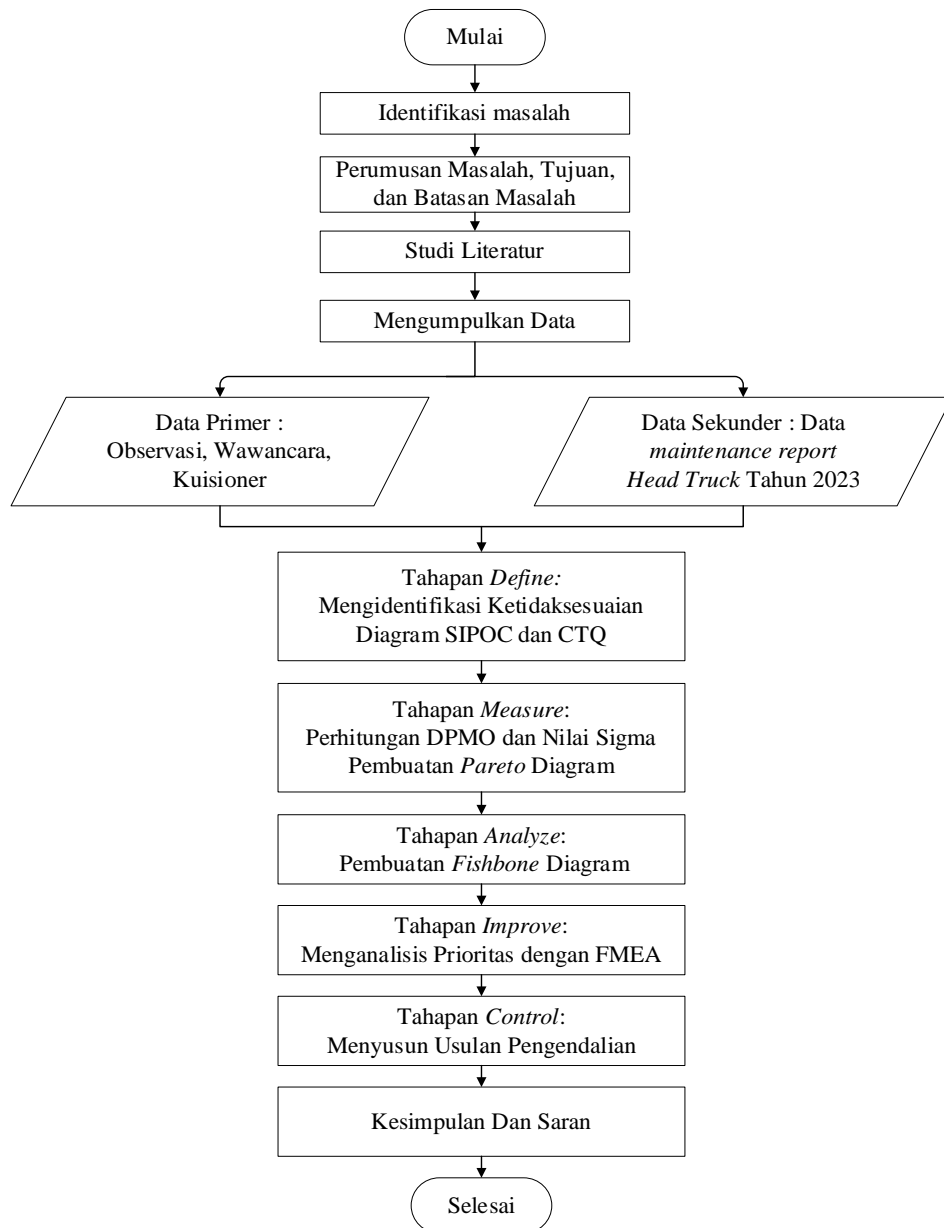
This page is intentionally left blank

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1 dibawah ini menampilkan bagan alir dari tahap-tahap dalam penelitian sistematis pada pengendalian kualitas *maintenance Head Truck*.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian
(Pengolahan Data, 2025)

3.2 Tahapan Penelitian

Berdasarkan pada Gambar 3.1 adapun penjelasan terkait tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah

Pengidentifikasian masalah bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan. Dalam hal ini, permasalahan yang dianalisis adalah tingginya frekuensi *unplanned maintenance* pada unit *Head Truck* di Divisi *Mobile Equipment*. Selanjutnya, dilakukan analisis untuk mengidentifikasi penyebab utama *unplanned maintenance* tersebut guna mengurangi frekuensi kerusakan dan meningkatkan efisiensi operasional *Head Truck*.

2. Perumusan Masalah, Tujuan dan Batasan Masalah

Berdasarkan dari rumusan masalah yang diidentifikasi, penulis menjelaskan beberapa tujuan dilakukannya penelitian ini. Memberikan manfaat dari sisi perusahaan, kampus dan penulis. Selain itu batasan masalah pada penelitian agar lebih terarah.

3. Studi literatur

Merumuskan landasan kerangka berpikir untuk pelaksanaan penelitian. Tahap ini memperdalam studi literatur terkait konsep *six sigma* dan teori-teori pendukung lainnya. Dilakukan pengamatan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan sebagai bahan analisa lebih lanjut.

4. Pengumpulan Data Primer dan Data Sekunder

Pada penelitian ini, jenis data yang digunakan termasuk kategori data kuantitatif yang merupakan data bersifat numerik mencakup angka-angka. Seperti data jumlah *maintenance Head Truck*.

- a. Data Primer: dikumpulkan melalui wawancara dan kuesioner untuk memperoleh informasi terkait objek penelitian. Dalam penelitian ini, pihak-pihak yang dilibatkan dalam wawancara untuk analisis menggunakan *fishbone* diagram serta pengisian tabel FMEA adalah para ahli yang memiliki pengetahuan mendalam mengenai pengelolaan *maintenance Head Truck*. Hal ini dilakukan untuk memastikan analisis didasarkan pada data yang relevan dan akurat

terkait penyebab dan dampak *unplanned maintenance* pada *Head Truck*.

- b. Data Sekunder : diperoleh secara tidak langsung melalui sumber-sumber seperti buku, jurnal, serta data internal perusahaan mengenai informasi tentang jumlah kegiatan *planned maintenance* dan *unplanned maintenance* selama tahun 2023. Variabel penelitian yang digunakan meliputi variabel bebas, yaitu jumlah kegiatan *unplanned maintenance* yang terjadi pada *Head Truck* dalam periode penelitian, dan variabel terikat, yaitu tingkat cacat (*defect*) yang diukur menggunakan nilai DPMO. Nilai DPMO ini kemudian dikonversikan ke dalam ukuran tingkat sigma untuk mengevaluasi kapabilitas proses *maintenance* berdasarkan metode *Six Sigma*.

5. Pengolahan Data

a. Tahap *Define*

Proses dimulai dengan mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan yang paling sering terjadi pada komponen *Head Truck* yang menyebabkan *Unplanned Maintenance*. Selanjutnya, dilakukan analisis *Critical to Quality* (CTQ) untuk menentukan faktor-faktor utama yang memengaruhi kualitas layanan *maintenance*. Identifikasi ini dilakukan melalui diagram SIPOC guna memahami alur proses *maintenance* serta faktor-faktor yang berkontribusi terhadap permasalahan *Unplanned Maintenance*. Hasil analisis ini menjadi dasar bagi peneliti dalam menyusun strategi perbaikan guna meningkatkan efektivitas dan keandalan layanan *maintenance Head Truck*.

b. Tahap *Measure*

Melakukan perhitungan DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) berdasarkan data jumlah total *maintenance Head Truck* dan jumlah *unplanned maintenance Head Truck*. Setelah nilai DPMO diperoleh, dilakukan pengukuran level *sigma* yang kemudian dikonversi ke nilai *sigma* untuk menilai kualitas proses *maintenance*. Selanjutnya, digunakan diagram *Pareto* untuk mengidentifikasi penyebab

kerusakan yang paling sering terjadi sesuai dengan prinsip *Pareto*. Diagram *Pareto* membantu menentukan komponen atau penyebab kerusakan dengan cara mengurutkan jenis kerusakan berdasarkan frekuensi tertinggi hingga terendah, sehingga prioritas perbaikan dapat ditentukan dengan lebih efektif.

c. Tahap *Analyze*

Identifikasi penyebab kerusakan atau *unplanned maintenance* pada *Head Truck* dilakukan menggunakan *fishbone* diagram yang diperoleh melalui *brainstorming*. Pada bagian kepala ikan, pernyataan masalah diinterpretasikan sebagai *effect*, yaitu tingginya tingkat *unplanned maintenance*. Selanjutnya, pada bagian tulang ikan, penyebab *maintenance* diidentifikasi dan dikelompokkan ke dalam beberapa kategori utama, yaitu manusia, metode, material, mesin, dan lingkungan. kemudian ditentukan dan diletakkan pada kategori yang sesuai untuk mempermudah analisis dan perumusan langkah-langkah perbaikan.

d. Tahap *Improve*

Dilakukan pengukuran prioritas masalah dengan metode FMEA berdasarkan nilai RPN. Selanjutnya pengidentifikasian untuk meminimalisir kemungkinan potensi kegagalan yang terjadi dengan menangani penyebab ketidaksesuaian yang memiliki nilai RPN tertinggi. Lalu melakukan usulan mengenai solusi perbaikan dari akar permasalahan dengan menggunakan metode *Failure Mode And Effect Analysis*.

e. Tahap *Control*

Pada tahap ini akan disusun langkah – langkah usulan bagi perusahaan untuk melakukan proses pengendalian *Unplanned Maintenance* sehingga perusahaan dapat meminimalisir terjadinya *Unplanned Maintenance* di kemudian hari.

6. Kesimpulan dan Saran

Setelah seluruh tahapan selesai maka dapat dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran. Peneliti melaporkan hasil penelitian dalam sebuah laporan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

3.3 Jadwal Penelitian

Penyusunan penelitian ini dibatasi oleh waktu untuk menghindari adanya keterlambatan maka peneliti menyusun jadwal penelitian sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

Kegiatan	Tahun 2024		Tahun 2025					
	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
Studi Literatur								
Perumusan Masalah dan Penetapan Tujuan								
Metode Penelitian								
Pengumpulan Data dan Wawancara								
Analisis Data								
Kesimpulan dan Saran								
Penyusunan Laporan								

Sumber: Penulis, 2024

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab hasil dan analisis, dipaparkan hasil penelitian berdasarkan data yang dikumpulkan, observasi, serta wawancara dengan pihak terkait dalam proses *maintenance* di Divisi Peralatan Terminal. Pada tahap ini, digunakan metode *Six Sigma* DMAIC sebagai langkah untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi layanan *maintenance Head Truck*. Dalam situasi ini, tingginya angka *Unplanned Maintenance* melebihi standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan, yang kemudian diidentifikasi sebagai cacat dalam proses *maintenance*. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan kualitas layanan *maintenance* dengan tujuan mengurangi frekuensi *Unplanned Maintenance* dan meningkatkan keandalan operasional *Head Truck*.

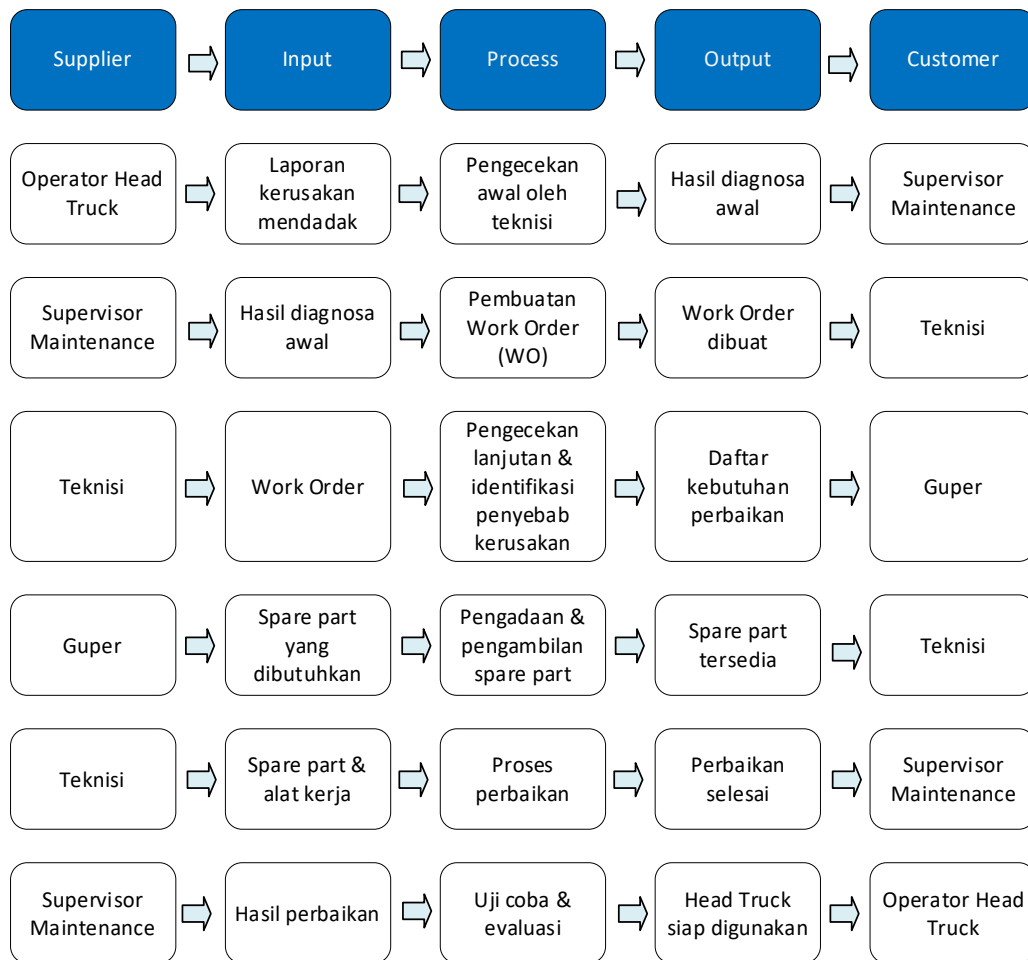
4.1 Tahap Define

Tahap pertama dalam metode *Six Sigma* DMAIC adalah tahap *Define*, yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan utama dalam proses *maintenance Head Truck*. Proses dimulai dengan menganalisis alur kerja menggunakan diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) untuk memahami tahapan dalam proses perawatan serta faktor-faktor yang berkontribusi terhadap tingginya angka *Unplanned Maintenance*. Setelah itu, dilakukan analisis *Critical to Quality* (CTQ) untuk menentukan faktor-faktor utama yang memengaruhi kualitas layanan *maintenance*. Hasil dari tahap ini menjadi dasar bagi perusahaan dalam menyusun strategi perbaikan yang lebih efektif guna meningkatkan keandalan dan kualitas layanan *maintenance Head Truck*.

4.1.1 Diagram SIPOC

SIPOC (*Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers*) adalah alat dalam metode *Six Sigma* yang digunakan untuk memetakan alur suatu proses secara jelas, mulai dari pihak yang terlibat hingga hasil akhir yang diterima pelanggan. Dalam penelitian ini, SIPOC digunakan untuk menggambarkan alur proses *Unplanned Maintenance* pada *Head Truck*, mulai dari pelaporan

kerusakan hingga kendaraan siap digunakan kembali. Berikut adalah diagram SIPOC yang menunjukkan tahapan dalam proses *Unplanned Maintenance Head Truck*.



Gambar 4. 1 SIPOC Diagram *Unplanned Maintenance Head Truck*
(Pengolahan Data, 2025)

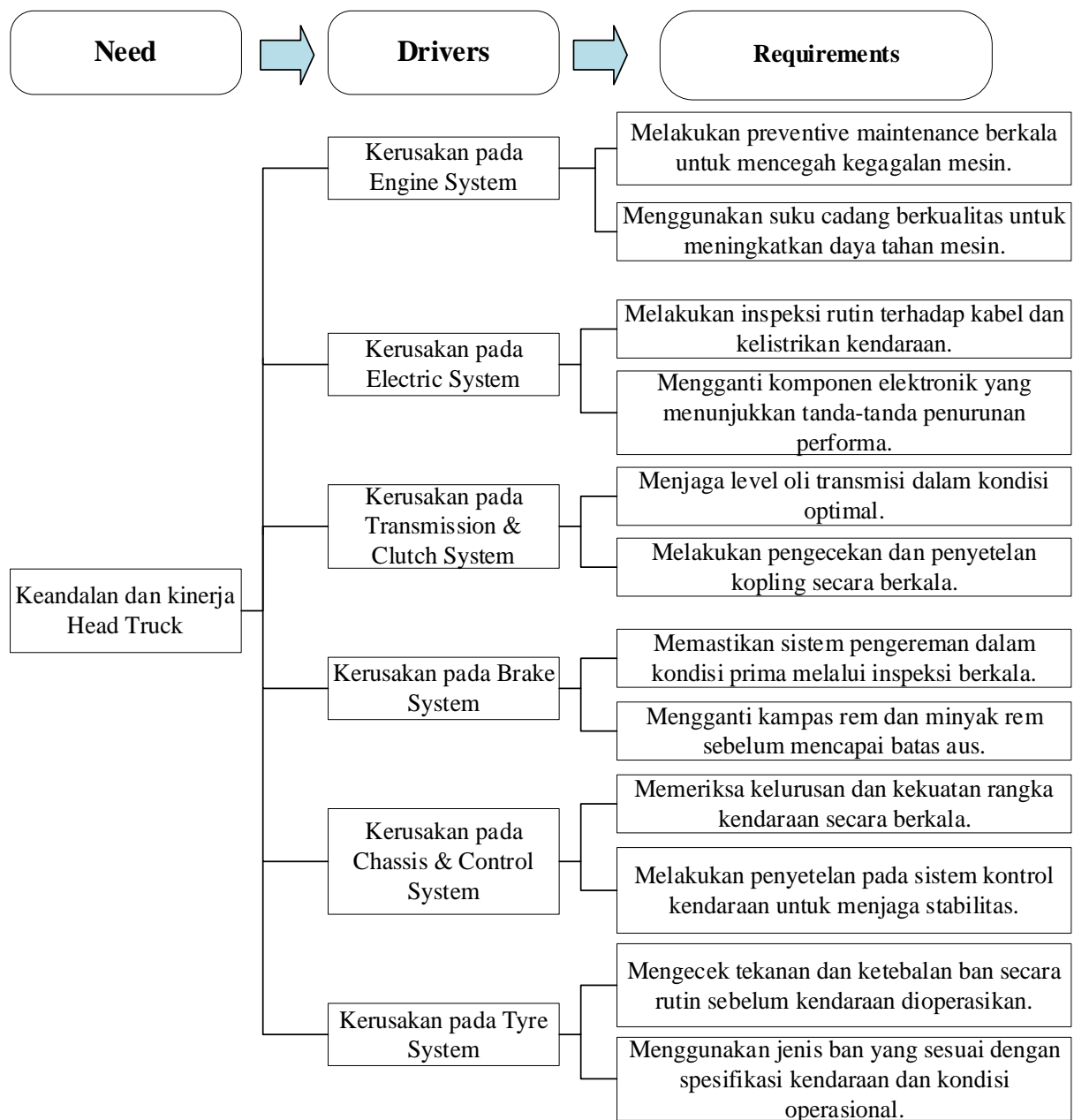
Gambar 4.1 menunjukkan proses *Unplanned Maintenance* pada *Head Truck*, di mana *supplier* dalam proses ini adalah operator atau mekanik yang melaporkan adanya kerusakan pada kendaraan. Proses *Unplanned Maintenance* pada perusahaan bongkar muat yang diteliti dapat dilihat dalam Lampiran 4. Diagram SIPOC di atas memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai alur proses, input, dan output dari setiap tahapan *maintenance*, sehingga pembaca dapat memahami secara sistematis proses perbaikan yang dilakukan.

Proses *Unplanned Maintenance* dimulai dengan operator melaporkan kerusakan *Head Truck* kepada tim *Maintenance*. Laporan tersebut kemudian diterima oleh bagian *Maintenance* untuk dilakukan pengecekan awal terhadap kondisi kendaraan. Selanjutnya, teknisi melakukan diagnosa untuk mengidentifikasi jenis kerusakan serta menentukan apakah perbaikan dapat dilakukan secara langsung atau memerlukan pengadaan suku cadang tambahan. Jika suku cadang dibutuhkan, maka bagian *guper* akan mencari dan memesan komponen yang diperlukan.

Setelah suku cadang tersedia, teknisi melakukan proses perbaikan dan pengujian untuk memastikan *Head Truck* dapat beroperasi dengan normal kembali. Setelah perbaikan selesai, kendaraan akan diuji coba sebelum dikembalikan kepada pengguna untuk memastikan keandalan dan keamanan operasionalnya. Diagram SIPOC ini membantu dalam memahami keterkaitan setiap tahapan dalam proses *Unplanned Maintenance* serta mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan guna meningkatkan efektivitas layanan perawatan *Head Truck* di perusahaan bongkar muat.

4.1.2 Identifikasi *Critical to Quality*

CTQ (*Critical to Quality*) merupakan pengukuran dalam proses *maintenance* yang penting karena memiliki hubungan langsung dengan keandalan dan kinerja *Head Truck*. Penentuan CTQ berperan sebagai acuan untuk memastikan bahwa layanan *maintenance* yang diberikan memenuhi standar dan mengurangi tingkat *Unplanned Maintenance*. Dalam konteks penelitian ini, penentuan *Critical to Quality* dilakukan dengan menganalisis jenis kerusakan yang paling sering terjadi pada *Head Truck*, yang menyebabkan peningkatan jumlah *Unplanned Maintenance*. Berdasarkan data historis, terdapat enam kategori utama penyebab *Unplanned Maintenance*, yaitu kerusakan pada sistem mesin (*engine system*), sistem kelistrikan (*electric system*), sistem transmisi & kopling (*transmission & clutch system*), sistem pengereman (*brake system*), sasis & sistem kontrol (*chassis & control system*), serta sistem ban (*tyre system*). Oleh karena itu, nilai CTQ dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan enam faktor utama tersebut.



Gambar 4. 2 CTQ (*Critical to Quality*) Tree
(Pengolahan Data, 2025)

Gambar 4.2 menunjukkan pohon *Critical to Quality* (CTQ), dimana *Need* dalam memenuhi keandalan *Head Truck* adalah proses *maintenance* yang efektif untuk mengurangi tingkat *Unplanned Maintenance*. Dari kebutuhan tersebut, faktor pengendali (*Driver*) dalam proses *maintenance* meliputi ketepatan waktu perbaikan (*on-time maintenance completion*), minimasi perbaikan berulang (*no repeat*

failure), dan optimalisasi ketersediaan suku cadang (*spare parts availability*).

Untuk memenuhi *Driver* on-time maintenance completion, diperlukan *Requirements* seperti tersedianya teknisi yang kompeten dan adanya sistem pemantauan kondisi kendaraan secara berkala. Untuk *Driver* no repeat failure, *Requirements* yang dibutuhkan adalah penggunaan suku cadang yang sesuai standar serta penerapan prosedur perbaikan yang sesuai dengan rekomendasi pabrikan. Sedangkan untuk *Driver* spare parts availability, *Requirements* yang diperlukan adalah adanya sistem manajemen inventaris suku cadang yang optimal dan kerja sama dengan vendor untuk mempercepat pengadaan komponen yang sering mengalami kerusakan.

Dengan pohon CTQ ini, perusahaan dapat lebih fokus dalam meningkatkan efektivitas *maintenance* guna menekan angka *Unplanned Maintenance* dan menjaga keandalan operasional *Head Truck*.

4.2 Tahap Measure

Tahap kedua dalam metode *Six Sigma* adalah tahap *Measure*, yang merupakan bagian dari siklus DMAIC. Pada tahap ini, dilakukan pengukuran untuk mengidentifikasi seberapa besar tingkat *Unplanned Maintenance* yang terjadi pada *Head Truck* selama tahun 2023. Data hasil pengukuran ini kemudian dinyatakan dalam satuan DPMO, yaitu jumlah kejadian *Unplanned Maintenance* dalam satu juta peluang maintenance. Setelah diketahui hasil DPMO, selanjutnya dilakukan konversi ke dalam ukuran *sigma level* untuk menilai seberapa baik kinerja proses *maintenance* dalam mengurangi frekuensi *Unplanned Maintenance* dan meningkatkan keandalan *Head Truck*.

4.2.1 Mengukur Tingkat Defect yang Terjadi

Perusahaan melakukan pengukuran tingkat *Unplanned Maintenance* secara rutin. Bahan analisis dalam mengidentifikasi jumlah kejadian kerusakan yang menyebabkan *Unplanned Maintenance* berasal dari data internal perusahaan selama tahun 2023 :

Tabel 4. 1 Total *Unplanned Maintenance Head Truck* Tahun 2023

Bulan	Penyebab <i>Unplanned Maintenance Head Truck</i>	Total Maintenance <i>Head Truck (Work Order)</i>	Total Unplanned <i>Maintenance Head Truck (Work Order)</i>
Januari	<i>engine system</i>	240	15
	<i>electric system</i>		10
	<i>transmission & clutch system</i>		5
	<i>brake system</i>		2
	<i>chassis & control system</i>		25
	<i>tyre system</i>		43
Februari	<i>engine system</i>	220	10
	<i>electric system</i>		12
	<i>transmission & clutch system</i>		4
	<i>brake system</i>		2
	<i>chassis & control system</i>		9
	<i>tyre system</i>		43
Maret	<i>engine system</i>	243	14
	<i>electric system</i>		13
	<i>transmission & clutch system</i>		5
	<i>brake system</i>		0
	<i>chassis & control system</i>		14
	<i>tyre system</i>		57
April	<i>engine system</i>	217	6
	<i>electric system</i>		17
	<i>transmission & clutch system</i>		4
	<i>brake system</i>		2
	<i>chassis & control system</i>		9
	<i>tyre system</i>		39
Mei	<i>engine system</i>	233	8
	<i>electric system</i>		24
	<i>transmission & clutch system</i>		11
	<i>brake system</i>		2
	<i>chassis & control system</i>		7
	<i>tyre system</i>		41
Juni	<i>engine system</i>	231	13

Bulan	Penyebab Unplanned Maintenance Head Truck	Total Maintenance Head Truck (Work Order)	Total Unplanned Maintenance Head Truck (Work Order)
	<i>electric system</i>		21
	<i>transmission & clutch system</i>		11
	<i>brake system</i>		4
	<i>chassis & control system</i>		15
	<i>tyre system</i>		28
Juli	<i>engine system</i>	274	22
	<i>electric system</i>		21
	<i>transmission & clutch system</i>		12
	<i>brake system</i>		3
	<i>chassis & control system</i>		48
	<i>tyre system</i>		28
Agustus	<i>engine system</i>	287	13
	<i>electric system</i>		35
	<i>transmission & clutch system</i>		10
	<i>brake system</i>		6
	<i>chassis & control system</i>		57
	<i>tyre system</i>		26
September	<i>engine system</i>	367	54
	<i>electric system</i>		55
	<i>transmission & clutch system</i>		5
	<i>brake system</i>		6
	<i>chassis & control system</i>		73
	<i>tyre system</i>		34
Oktober	<i>engine system</i>	338	6
	<i>electric system</i>		20
	<i>transmission & clutch system</i>		3
	<i>brake system</i>		19
	<i>chassis & control system</i>		108
	<i>tyre system</i>		42
November	<i>engine system</i>	388	19
	<i>electric system</i>		33
	<i>transmission & clutch system</i>		9

Bulan	Penyebab <i>Unplanned Maintenance Head Truck</i>	Total Maintenance <i>Head Truck (Work Order)</i>	Total Unplanned <i>Maintenance Head Truck (Work Order)</i>
Desember	<i>brake system</i>		4
	<i>chassis & control system</i>		154
	<i>tyre system</i>		29
	<i>engine system</i>	389	10
	<i>electric system</i>		35
	<i>transmission & clutch system</i>		4
	<i>brake system</i>		6
	<i>chassis & control system</i>		158
	<i>tyre system</i>		36
Total		3427	1747

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa total *Unplanned Maintenance Head Truck* selama tahun 2023 mencapai 1.747 *Work Order* dari total 3.427 kegiatan *maintenance*. Setiap bulannya, *Head Truck* mengalami *Unplanned Maintenance* yang disebabkan oleh dua hingga enam jenis kerusakan berbeda. Jenis kerusakan yang menyebabkan *Unplanned Maintenance* bervariasi, dan diketahui pada bulan Desember perusahaan mencatat total 389 kegiatan *maintenance*, di mana sebanyak 117 kasus merupakan *Unplanned Maintenance* dengan rincian: 10 kasus dari *engine system*, 35 dari *electric system*, 4 dari *transmission & clutch system*, 2 dari *brake system*, 156 dari *chassis & control system*, dan 36 dari *tyre system*. Hal ini menunjukkan bahwa *chassis & control system* menjadi penyumbang tertinggi *Unplanned Maintenance* pada bulan tersebut. Informasi lengkap mengenai jumlah *Unplanned Maintenance* dan penyebab kerusakannya dari bulan Januari hingga Desember 2023 dapat dilihat pada Lampiran 12.

4.2.2 Mengukur Nilai DPMO dan Nilai Sigma

Perhitungan ini menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defect Per Million Opportunities*) untuk menghitung peluang terjadinya *Unplanned Maintenance* apabila terdapat 1.000.000 peluang operasional pada *Head Truck*. Setelah nilai DPMO diketahui, dilakukan pengukuran level *sigma* untuk

menilai kualitas proses *maintenance*. Semakin tinggi level *sigma*, maka semakin baik kualitas proses *maintenance*, karena menunjukkan tingkat kerusakan atau gangguan yang lebih rendah. Sebaliknya, semakin rendah nilai DPMO, maka semakin tinggi pula level *sigma* yang dicapai. Berdasarkan data jumlah *Unplanned Maintenance* pada Tabel 4.1, dapat dilakukan perhitungan nilai DPMO dan level *sigma*. Di bawah ini disajikan contoh perhitungan nilai DPMO untuk *Unplanned Maintenance* yang terjadi pada bulan Desember menggunakan Persamaan 2.1 hingga Persamaan 2.2:

$$\text{DPMO} = \frac{249}{389 \times 6} \times 1000.000 = 106.683,8$$

Setelah diketahui nilai DPMO, tingkat Sigma dihitung menggunakan Persamaan 2.2 sehingga didapat tingkat sigma untuk bulan Desember 2023 sebagai berikut:

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 106.683,8}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,74$$

Berikut disajikan data perhitungan nilai DPMO dan juga nilai Sigma untuk proses *maintenance* Head Truck pada perusahaan bongkar muat di Surabaya yang telah dihitung secara keseluruhan sejak Januari hingga Desember 2023, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Perhitungan DPMO dan Nilai *Sigma*

Bulan	Total <i>Maintenance</i> <i>Head Truck</i>	<i>Unplanned</i> <i>Maintenance</i> <i>Head Truck</i>	CTQ	DPMO	<i>Sigma</i>
Januari	240	100	6	69.444,4	2,98
Februari	220	80	6	60.606,1	3,05
Maret	243	103	6	70.644,7	2,97
April	217	77	6	59.139,8	3,06
Mei	233	93	6	66.523,6	3,00
Juni	231	91	6	65.656,6	3,01
Juli	274	134	6	81.508,5	2,98
Agustus	287	147	6	85.365,9	2,87
September	367	227	6	103.088,1	2,76
Oktober	338	198	6	97.633,1	2,80
November	388	248	6	106.529,2	2,75
Desember	389	249	6	106.683,8	2,74
Average	285,58	145,58	6	81.068,6	2,91

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Tabel 4.2 menunjukkan adanya pola nilai DPMO yang mencerminkan tingkat kegagalan layanan *maintenance* Head Truck dan pencapaian level sigma yang belum konsisten, dengan fluktuasi naik turun sepanjang periode Januari hingga Desember 2023. Jumlah unit *Head Truck* yang menjalani proses *maintenance* dalam periode tersebut adalah sebanyak 3.427 unit, dengan jumlah *Unplanned Maintenance* sebanyak 1.747 kejadian dan jumlah *Critical to Quality* (CTQ) yang digunakan sebanyak 6. Nilai rata-rata DPMO dalam proses *maintenance* ini adalah sebesar 81.068,6. Artinya, dalam satu juta peluang operasional, terdapat kemungkinan 81.068,6 kejadian *Unplanned Maintenance* yang terjadi dan dikategorikan sebagai cacat (*defect*).

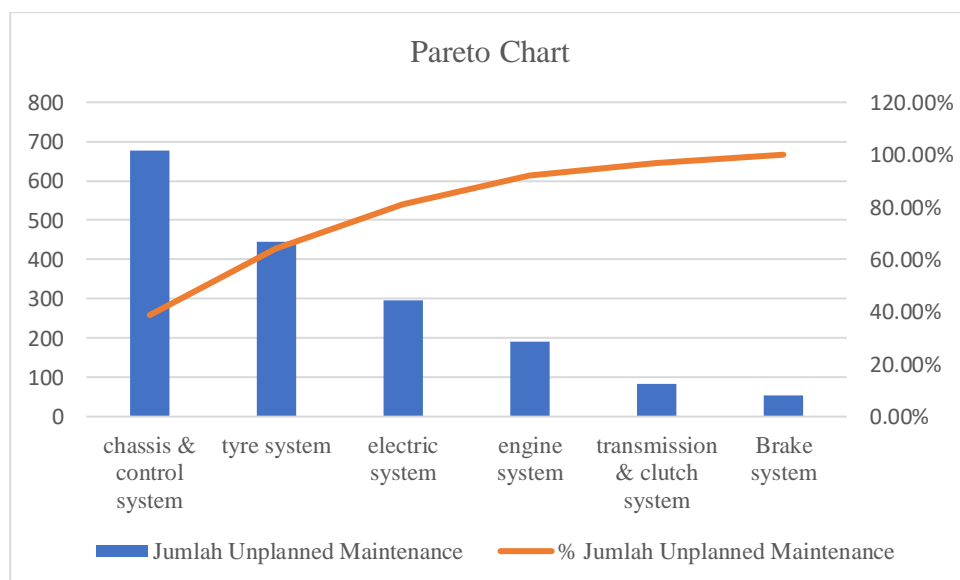
Sementara itu, rata-rata level sigma yang dicapai adalah sebesar 2,91. Nilai ini menunjukkan bahwa kinerja proses *maintenance* Head Truck pada perusahaan bongkar muat di Surabaya masih berada di bawah standar industri yang ideal. Semakin tinggi nilai DPMO yang diperoleh, maka semakin rendah pula level sigma yang dicapai. DPMO yang tinggi mengindikasikan masih banyak ketidaksesuaian proses dengan standar layanan *maintenance* yang ditetapkan. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan berkelanjutan untuk menurunkan nilai DPMO dan meningkatkan nilai sigma agar mendekati kondisi *zero defect*. Adapun konversi nilai DPMO ke level sigma dapat dilihat pada Lampiran 6, di mana standar *Six Sigma* menyatakan bahwa kondisi *zero defect* setara dengan 3,4 DPMO.

Tabel 4. 3 Jumlah Frekuensi Unplanned Maintenance Head Truck

Jenis Penyebab Unplanned Maintenance	Jumlah Penyebab Unplanned Maintenance	Presentase Penyebab Unplanned Maintenance	Presentase Penyebab Unplanned Maintenance Kumulatif
<i>chassis & control system</i>	677	38,75%	38,75%
<i>tyre system</i>	446	25,53%	64,28%
<i>electric system</i>	296	16,94%	81,22%
<i>engine system</i>	190	10,87%	92,09%
<i>transmission & clutch system</i>	83	4,75%	96,84%
<i>Brake system</i>	55	3,15%	100%
Jumlah	1747	100 %	

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Sesuai dengan Tabel 4.3 mengenai hasil pengolahan data yang digunakan untuk mengetahui persentase jumlah frekuensi pada setiap jenis penyebab *Unplanned Maintenance* Head Truck selama satu tahun. Diagram *Pareto* digunakan untuk menentukan jenis kerusakan yang paling dominan dengan cara mengurutkan jenis penyebab *Unplanned Maintenance* dari frekuensi tertinggi hingga terendah menggunakan Microsoft Excel. Diagram *Pareto* digunakan untuk mengetahui faktor kerusakan dengan dampak paling besar terhadap kejadian *Unplanned Maintenance*. Hasil perhitungan yang telah ditampilkan pada Tabel 4.3 kemudian divisualisasikan melalui diagram *Pareto* yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4. 3 Diagram *Pareto*
(Pengolahan Data, 2025)

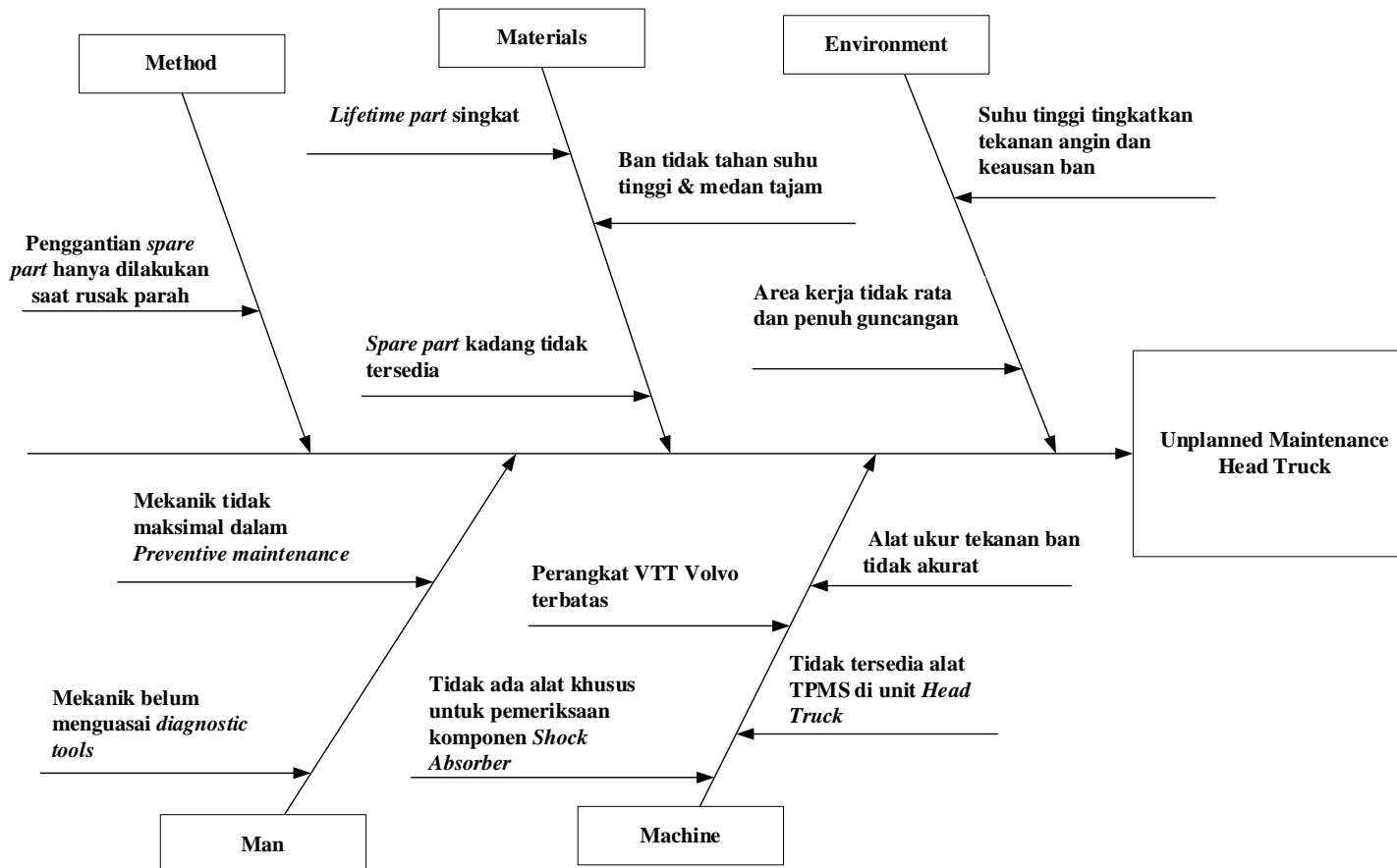
Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa penyebab *Unplanned Maintenance* tertinggi berasal dari kerusakan pada *chassis & control system* sebesar 38,75% (677 kejadian), diikuti oleh *tyre system* sebesar 25,53% (446 kejadian). Dua penyebab ini secara kumulatif menyumbang sekitar 64,28% dari total kejadian *Unplanned Maintenance* selama tahun 2023. Berdasarkan prinsip *Pareto* 80/20, sebagian besar masalah disebabkan oleh sebagian kecil faktor dominan, sehingga analisis akar penyebab dapat difokuskan pada dua penyebab utama tersebut (Al-Rifai, 2024). Oleh karena itu, pada tahap *Analyze* dalam metode *Six Sigma*, akan dilakukan analisis lebih lanjut terhadap

kerusakan pada *chassis & control system* serta *tyre system* dengan menggunakan *diagram fishbone*, guna mengidentifikasi akar penyebab dan merumuskan strategi perbaikan yang lebih efektif dan tepat sasaran.

4.3 Tahap *Analyze*

Setelah memperoleh nilai *Sigma* pada tahap *Measure*, tahap selanjutnya adalah *Analyze*. Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap akar penyebab tingginya angka *Unplanned Maintenance* pada *Head Truck* di perusahaan bongkar muat Surabaya selama periode Januari hingga Desember 2023. Diagram *Fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab utama terjadinya *Unplanned Maintenance*. *Fishbone* Diagram digunakan untuk memetakan penyebab kerusakan *Head Truck* dengan mengelompokkan faktor-faktor penyebab ke dalam kategori *Method*, *People*, *Environment*, dan *Machine*. Analisis ini disusun berdasarkan hasil wawancara dengan tiga orang *expert* dari divisi *Mobile Equipment* yang terdapat pada Lampiran 7. Berikut ini ditampilkan Diagram *Fishbone* berdasarkan hasil wawancara tersebut.

Analisis diagram *fishbone* digunakan untuk membantu mengidentifikasi akar penyebab dari permasalahan *unplanned maintenance* yang terjadi. Setelah dilakukan perhitungan persentase penyebab *unplanned maintenance* serta penerapan prinsip *Pareto*, ditunjukkan bahwa dua penyebab dominan yang perlu difokuskan adalah kerusakan pada *chassis & control system* dan *tyre system*.



Gambar 4. 4 Fishbone Diagram Unplanned Maintenance Head Truck
(Hasil Wawancara, 2025)

Berdasarkan Gambar 4.4 hasil pembuatan *fishbone* diagram di atas, maka dapat disimpulkan bahwa terjadinya *unplanned maintenance* pada *Head Truck* disebabkan oleh beberapa faktor utama, yaitu metode (*method*), manusia (*man*), mesin (*machine*), material, dan lingkungan (*environment*). Analisis ini menjadi dasar dalam penyusunan strategi perbaikan pada tahap selanjutnya.

1. *Method*

Faktor metode (*Method*) merupakan aspek yang berkaitan dengan prosedur pelaksanaan maintenance *Head Truck* yang diterapkan di perusahaan bongkar muat Surabaya. Berdasarkan hasil analisis fishbone diagram, terdapat satu penyebab utama dari sisi metode yang dapat memicu terjadinya *Unplanned Maintenance*, yaitu Penggantian *spare part* hanya dilakukan saat terjadi kerusakan parah, sehingga tidak adanya pendekatan preventif menyebabkan komponen sudah dalam kondisi kritis saat diperbaiki. Hal ini berdampak pada meningkatnya risiko downtime dan kerusakan lanjutan pada unit *Head Truck*.

2. *Man*

Faktor manusia (*Man*) berhubungan dengan kompetensi, kedisiplinan, dan keterampilan teknisi dalam melakukan perawatan unit *Head Truck*. Hasil analisis menunjukkan dua penyebab utama dari sisi manusia yang mempengaruhi terjadinya *Unplanned Maintenance*, yaitu:

- a. Mekanik tidak maksimal dalam menjalankan prosedur *preventive maintenance*, sehingga kondisi komponen kendaraan sering luput dari pengecekan sebelum mengalami kerusakan.
- b. Mekanik belum menguasai *diagnostic tools*, khususnya alat untuk mendeteksi potensi kerusakan *Head Truck*, sehingga keterlambatan penanganan sering terjadi.

3. *Machine*

Faktor mesin (*Machine*) berkaitan dengan ketersediaan dan kecanggihan peralatan pendukung proses *maintenance*. Dari hasil identifikasi, ditemukan tiga penyebab yang berkontribusi terhadap *Unplanned Maintenance*, yaitu:

- a. Perangkat VTT Volvo terbatas, sehingga tidak semua unit dapat diperiksa secara menyeluruh tepat waktu.
- b. Tidak tersedia alat khusus untuk pemeriksaan komponen seperti *shock absorber*, yang membuat deteksi awal kerusakan menjadi sulit dilakukan.
- c. Tidak tersedia alat pemantau tekanan ban (TPMS) pada unit *Head Truck*, menyebabkan teknisi kesulitan mendeteksi tekanan ban secara *real-time*.

4. *Materials*

Faktor material mengacu pada kualitas dan ketersediaan komponen atau suku cadang yang digunakan selama proses *maintenance*. Masalah dari sisi material dapat menyebabkan *unplanned maintenance* apabila tidak sesuai standar atau tidak tersedia saat dibutuhkan, seperti:

- a. *Lifetime part* yang singkat, membuat komponen lebih cepat rusak dan meningkatkan frekuensi *maintenance*.
- b. *Spare part* kadang tidak tersedia saat dibutuhkan, yang menyebabkan keterlambatan proses perbaikan dan memperpanjang waktu *downtime* unit.

5. *Environment*

Faktor lingkungan (*Environment*) meliputi kondisi fisik area kerja dan pengaruh iklim yang memengaruhi usia pakai serta kinerja komponen kendaraan. Tiga penyebab yang diidentifikasi adalah:

- a. Permukaan jalan kerja yang tidak rata dan penuh guncangan, mempercepat kerusakan pada *chassis & control system*.
- b. Lingkungan yang tinggi menyebabkan tekanan angin meningkat dan mempercepat keausan ban.
- c. Ban tidak tahan terhadap suhu tinggi dan medan tajam, sehingga sering mengalami kerusakan sebelum waktunya.

4.4 Tahap *Improve*

Pada tahap ini digunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi prioritas penyebab *Unplanned Maintenance* pada unit *Head Truck* yang perlu segera dilakukan perbaikan. Tahap ini bertujuan untuk menentukan akar masalah yang memiliki risiko tertinggi terhadap efektivitas layanan *maintenance*. Proses evaluasi dilakukan

dengan menghitung *Risk Priority Number* (RPN) guna menentukan penyebab kerusakan yang perlu diprioritaskan dalam perbaikan.

Nilai RPN diperoleh melalui pengisian kuesioner oleh tiga orang *expert* yang berpengalaman dalam *maintenance Head Truck*, sebagaimana tercantum pada Lampiran 8. Setiap *expert* memberikan penilaian terhadap tiga komponen utama, yaitu tingkat keparahan dampak kerusakan (*Severity*), peluang terjadinya kerusakan (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi (*Detection*). Perhitungan nilai *Risk Priority Number* (RPN) dilakukan melalui pengisian kuesioner oleh ketiga *expert judgement* yang memiliki pengalaman dalam kegiatan *maintenance Head Truck*, sebagaimana tercantum pada Lampiran 9. Salah satu contoh perhitungan rata-rata nilai RPN menggunakan Persamaan 2.3 dapat dilihat pada Tabel 4.5. Contoh perhitungan ini diambil berdasarkan penyebab terjadinya *Unplanned Maintenance*, yaitu “Tidak tersedia alat monitoring otomatis tekanan ban (TPMS) di unit *Head Truck*,” yang merupakan salah satu penyebab dengan nilai RPN tertinggi.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

$$RPN = \text{Rata-rata S} \times \text{Rata-rata O} \times \text{Rata-rata D}$$

$$= 9 \times 7 \times 7,67$$

$$= 483,00$$

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

No	Penyebab	Severity	Occurance	Detection	RPN
1	Tidak tersedia alat pemantau tekanan ban (TPMS) pada unit <i>Head Truck</i>	9,00	7,00	7,67	483,00
2	Penggantian <i>spare part</i> hanya dilakukan saat rusak parah	8,67	6,00	6,67	346,67
3	Perangkat VTT Volvo terbatas	7,67	4,67	6,00	214,67
4	Suhu tinggi tingkatan tekanan angin dan keausan ban	6,67	5,67	5,33	201,48
5	<i>Lifetime part</i> singkat	6,33	4,67	5,00	147,78
6	Mekanik belum menguasai <i>diagnostic tools</i>	6,33	4,67	5,00	147,78
7	Alat ukur tekanan ban tidak akurat	6,67	4,67	4,67	145,19

No	Penyebab	Severity	Occurance	Detection	RPN
8	Mekanik tidak maksimal dalam <i>preventive maintenance</i>	6,00	4,33	4,00	104,00
9	Ban tidak tahan suhu tinggi & medan tajam	5,67	3,67	5,00	103,89
10	Tidak ada alat khusus untuk periksa <i>Shock Absorber</i>	6,00	3,33	5,00	100,00
11	Area kerja tidak rata dan penuh guncangan	5,67	3,67	4,00	83,11
12	<i>Spare part</i> kadang tidak tersedia	5,33	3,67	4,00	78,22

Sumber: Pengolahan Data, 2025 (Lanjutan)

Berdasarkan hasil dari analisis FMEA pada Tabel 4.4 di atas, usulan perbaikan akan ditentukan dengan mengacu pada urutan nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi. Nilai RPN menunjukkan faktor penyebab *Unplanned Maintenance* pada Head Truck yang memberikan dampak paling besar terhadap efektivitas layanan *maintenance*. Semakin tinggi nilai RPN, maka semakin tinggi pula prioritas perbaikan yang perlu dilakukan untuk meminimalkan terjadinya *Unplanned Maintenance* di perusahaan bongkar muat Surabaya. Sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa tiga penyebab dengan nilai RPN tertinggi harus diprioritaskan karena menunjukkan tingkat risiko kegagalan tertinggi (Akmal dkk., 2025). hasil perhitungan nilai RPN pada Tabel 4.4 diperoleh dari hasil pengisian kuesioner oleh tiga orang expert, yang mengidentifikasi tiga penyebab utama tidak sesuai spesifikasi yang memiliki nilai RPN tertinggi, yaitu:

Tabel 4. 5 RPN Tertinggi

<i>Potential Cause</i>	RPN
Tidak tersedia alat pemantau tekanan ban (TPMS) pada unit <i>Head Truck</i>	483,00
Penggantian spare part hanya dilakukan saat rusak parah	346,67
Perangkat VTT Volvo terbatas	214,67

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan Tabel 4.5 terdapat beberapa usulan perbaikan yang dapat disarankan kepada perusahaan. Tujuannya adalah agar perusahaan dapat mengurangi dan meminimalisir kemungkinan terjadinya *Unplanned Maintenance* pada *Head Truck* di masa mendatang. Usulan perbaikan ini disusun berdasarkan hasil analisis FMEA dengan mengacu pada penyebab utama yang memiliki nilai RPN tertinggi. Rekomendasi ini diharapkan mampu meningkatkan efektivitas layanan *maintenance* serta mengurangi frekuensi kerusakan berulang pada sistem-sistem kritis. Adapun rincian beberapa rekomendasi perbaikan dapat dilihat pada Lampiran 10

Tabel 4. 6 Usulan Perbaikan

<i>Potential Cause</i>	Usulan Perbaikan
Tidak tersedia alat pemantau tekanan ban (TPMS) pada unit <i>Head Truck</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Membuat <i>form checklist</i> pengecekan tekanan ban yang harus diisi dan ditandatangani setiap sebelum unit beroperasi. • Melatih operator dan teknisi untuk mengidentifikasi tanda-tanda tekanan ban tidak normal secara visual dan manual.
Penggantian <i>spare part</i> hanya dilakukan saat rusak parah	<ul style="list-style-type: none"> • Mengadakan evaluasi teknisi bulanan untuk memastikan semua komponen kritis telah diperiksa dan diganti sesuai jadwal • Mencatat masa pakai optimal <i>spare part</i> di sistem Work Order untuk memantau performa dan mengetahui komponen yang perlu diganti sebelum rusak.
Perangkat VTT Volvo terbatas	<ul style="list-style-type: none"> • Menyusun sistem antrian prioritas pemakaian <i>diagnostic tool</i> (VTT Volvo) berdasarkan tingkat urgensi kerusakan <i>Head Truck</i>.

Sumber: Hasil Wawancara, 2025

Tabel 4.6 merupakan hasil dari wawancara mengenai tiga rekomendasi perbaikan prioritas yang dapat diimplementasikan oleh perusahaan bongkar muat di Surabaya untuk mengurangi frekuensi *Unplanned Maintenance* pada unit *Head Truck*. Rekomendasi ini disusun berdasarkan hasil analisis tahap *Analyze* dan perhitungan nilai RPN pada tahap *Improve* dalam metode *Six Sigma*. Usulan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas *maintenance* dan

meminimalkan kerusakan berulang yang berdampak pada kinerja operasional perusahaan.

4.5 Tahap *Control*

Pada tahap ini digunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi prioritas penyebab *Unplanned Maintenance* pada unit. Pada tahap ini, dilakukan pemberian rekomendasi terkait cara melakukan *control* atau pengendalian perbaikan untuk memastikan agar rekomendasi yang telah diberikan dapat berjalan secara berkelanjutan dalam upaya menurunkan angka *Unplanned Maintenance* pada unit *Head Truck* di perusahaan bongkar muat Surabaya. Untuk mendapatkan rekomendasi pengendalian perbaikan, telah dilakukan wawancara dengan ketiga *expert judgement*. Hasil wawancara tersebut terlampir pada Lampiran 11. Berikut merupakan rekomendasi pengendalian yang telah diberikan:

Tabel 4. 7 Usulan *Control* Perbaikan

Rekomendasi Perbaikan	Rekomendasi Pengendalian
Membuat <i>form checklist</i> pengecekan tekanan ban yang harus diisi dan ditandatangani setiap sebelum unit beroperasi.	<ul style="list-style-type: none"> Supervisi harian oleh <i>leader mechanic</i> untuk memeriksa kelengkapan dan keakuratan <i>form</i>. <i>Form checklist</i> disimpan secara digital sebagai arsip dan bahan evaluasi.
Melatih operator dan teknisi untuk mengidentifikasi tanda-tanda tekanan ban tidak normal secara visual dan manual.	<ul style="list-style-type: none"> Jadwalkan pelatihan rutin setiap 6 bulan dan sertakan <i>post-test</i> sederhana untuk memastikan pemahaman materi.
Mengadakan evaluasi teknisi bulanan untuk memastikan semua komponen kritis telah diperiksa dan diganti sesuai jadwal	<ul style="list-style-type: none"> Buat laporan evaluasi bulanan teknisi dan gunakan sebagai dasar pemantauan performa dan perbaikan sistem.
Mencatat masa pakai optimal <i>spare part</i> di sistem <i>Work Order</i> untuk memantau performa dan mengetahui komponen yang perlu diganti sebelum rusak.	<ul style="list-style-type: none"> Tambahkan kolom masa pakai <i>spare part</i> di form WO.

Rekomendasi Perbaikan	Rekomendasi Pengendalian
	<ul style="list-style-type: none"> • Buat <i>reminder</i> manual tiap minggu untuk <i>spare part</i> yang mendekati akhir umur pakai.
Menyusun sistem antrian prioritas pemakaian <i>diagnostic tool</i> (VTT Volvo) berdasarkan tingkat urgensi kerusakan <i>Head Truck</i> .	<ul style="list-style-type: none"> • Terapkan sistem daftar antrian berdasarkan urgensi kerusakan. • Tunjuk satu teknisi senior sebagai PIC penjadwalan dan penggunaan alat.

Sumber: Hasil Wawancara, 2025 (Lanjutan)

Tabel 4.7 merupakan hasil wawancara terkait rekomendasi pengendalian perbaikan yang dapat diimplementasikan pada perusahaan bongkar muat di Surabaya untuk mengurangi frekuensi *Unplanned Maintenance* pada *Head Truck*. Dari hasil wawancara tersebut, perusahaan disarankan untuk meningkatkan sistem pengawasan dan evaluasi berkala terhadap pelaksanaan rekomendasi perbaikan, seperti pengecekan kondisi tekanan ban, pencatatan masa pakai *spare part*, dan sistem antrean penggunaan alat *diagnostic*. Pengendalian ini penting agar perbaikan yang telah dilakukan dapat berjalan secara berkelanjutan dan efektif dalam menekan tingkat *Unplanned Maintenance*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap permasalahan tingginya *angka Unplanned Maintenance* pada *Head Truck* di perusahaan bongkar muat Surabaya menggunakan metode *Six Sigma*, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Permasalahan pada *maintenance Head Truck* di perusahaan bongkar muat Surabaya diketahui berdasarkan identifikasi menggunakan *Critical to Quality* (CTQ) yaitu enam jenis kerusakan yang menyebabkan *Unplanned Maintenance*, yaitu: *chassis & control system*, *tyre system*, *electric system*, *engine system*, *transmission & clutch system*, dan *brake system*.
2. Kinerja layanan *maintenance Head Truck* dievaluasi melalui perhitungan nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO) dan level Sigma. Berdasarkan hasil pengolahan data selama Januari hingga Desember 2023, nilai rata-rata DPMO adalah 81.068,6 dengan level sigma sebesar 2,91. Nilai ini menunjukkan bahwa kualitas proses *maintenance* masih berada di bawah standar industri yang ideal dan perlu adanya peningkatan untuk mendekati kondisi *zero defect*.
3. Permasalahan *unplanned maintenance* pada *Head Truck* di perusahaan bongkar muat Surabaya dianalisis dengan pendekatan *Fishbone Diagram*. Dari dua penyebab dominan, yaitu *chassis & control system* dan *tyre system*, ditemukan bahwa faktor-faktor penyebab utama yang meliputi: penggantian *spare part* hanya saat rusak parah (*method*), mekanik belum maksimal dalam *preventive maintenance* dan belum menguasai *diagnostic tools* (*man*), keterbatasan alat seperti VTT Volvo dan tidak tersedianya alat deteksi tekanan ban (*machine*), *lifetime part* yang singkat dan keterbatasan *spare part* (*material*), serta kondisi jalan yang tidak rata dan suhu tinggi yang mempercepat keausan (*environment*). Hasil analisis ini menjadi dasar penyusunan rekomendasi perbaikan pada tahap selanjutnya.

4. Rekomendasi untuk perbaikan dan pengendalian proses *maintenance Head Truck* di perusahaan bongkar muat Surabaya dirancang melalui tahap *Improve* dan *Control* dalam metode *Six Sigma*. Pada tahap *Improve*, perbaikan difokuskan pada tiga penyebab utama *unplanned maintenance* dengan nilai RPN tertinggi, yaitu tidak tersedianya alat pemantau tekanan ban (TPMS), penggantian *spare part* yang hanya dilakukan saat rusak parah, dan keterbatasan perangkat *diagnostic* VTT Volvo. Dari penyebab tersebut, disusun beberapa rekomendasi seperti pembuatan *form checklist* pengecekan tekanan ban, pelatihan teknisi dalam mendeteksi tekanan ban secara visual, pencatatan masa pakai *spare part* dalam sistem *Work Order*, evaluasi teknisi bulanan, dan penyusunan sistem antrean penggunaan alat *diagnostic* berdasarkan tingkat urgensi kerusakan. Sementara itu, Rekomendasi pengendalian perbaikan dilakukan dengan menerapkan supervisi harian atas pengisian *checklist*, pengarsipan *form* secara digital, pelatihan berkala teknisi, penambahan fitur pencatatan umur *spare part* di sistem, serta penunjukan PIC untuk menjadwalkan penggunaan *diagnostic tool*. Rekomendasi ini bertujuan untuk menjaga agar perbaikan dapat berjalan secara berkelanjutan dan efektif dalam menekan tingkat *unplanned maintenance* di masa mendatang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, adapun saran yang dapat dijadikan masukan untuk penelitian selanjutnya. Berikut adalah beberapa saran yang diajukan.

1. Perusahaan diharapkan dapat menggunakan hasil penelitian ini sebagai acuan dalam memperbaiki proses layanan *maintenance*, khususnya dalam menurunkan angka *unplanned maintenance unit Head Truck*.
2. Penelitian selanjutnya disarankan agar objek penelitian tidak hanya terbatas pada *Head Truck*, tetapi juga mencakup peralatan bongkar muat lainnya seperti *Rubber Tyred Gantry* dan *Container Crane* guna mendapatkan gambaran yang lebih menyeluruh terhadap sistem *maintenance* di perusahaan bongkar muat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, R. S., Sutrisno, & Jibril, A. (2025). *Analisis Risk Priority Number (RPN) Dalam Menentukan Tingkat Kegagalan Mesin Cold Storage*. **Jurnal Cendekia Ilmiah**, Vol.4, No.3, pp.1245–1253, Politeknik Kelautan dan Perikanan, Sidoarjo.
- Al-Rifai, M. H. (2024). **Lean Six Sigma: A DMAIC Roadmap and Tools for Successful Improvements Implementations**. Routledge, New York.
- Ardianzah, C. D., Darujati, C., & Gumelar, A. B. (2023). *Analisa Perhitungan Performance Maintenance Head Truck Menggunakan Metode Total Productive Maintenance (TPM)*. **Jurnal Ilmiah NERO** Vol.8, No.1, pp.41-52, Universitas Narotama, Surabaya.
- Arsyad, M. & Zubair, S.A. (2018). **Manajemen Perawatan**, Penerbit Deepublish, Yogyakarta.
- Assauri, Sofjan. (2016). **Manajemen Operasi Produksi**. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Buffa, E. W. (1999). **Manajemen Produksi dan Operasi**. Erlangga, Jakarta.
- Choir, F. A. (2018). *Pelaksanaan Quality Control Produksi Untuk Mencapai Kualitas Produk Yang Meningkatkan (Studi Kasus PT. Gaya Indah Kharisma Kota Tangerang)*. **Jurnal Pemasaran Kompetitif**, Vol.1, No.4, pp.1-20, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan.
- Coccia, M. (2018). *The Fishbone Diagram to Identify, Systematize and Analyze the Sources of General Purpose Technologies*. **Journal of Social and Administrative Sciences**, Vol.4, No.4, pp.291-303, Arizona State University, Arizona.
- Farezan, A. R. A., Zain, Z. S., & Ghufro, M. (2023). *Kesiapan Alat Forklift Dan Keterampilan operator Terhadap Kualitas Kecepatan Bongkar Muat*. **Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan**, Vol.9, No.11, pp.642-651, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Gasperz, V. (2002). **Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO9001:2000, MBNQA, dan HACCP**, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hakim, I. M., & Al-Faritsy, A. Z. (2024). *Pengendalian Kualitas Produk untuk Mengurangi Jumlah Kecacatan dan Penyebab pada Produk Kaos Menggunakan Metode Six Sigma dan FMEA di Konveksi XYZ*. **Jurnal Sains**

Student Research, Vol.2, No.4, pp.95–107, Universitas Teknologi Yogyakarta, Sleman.

Indrasari, M. (2019). **Pemasaran & Kepuasan Pelanggan**. Unitomo Press, Surabaya.

Khrisdamara, B. & Andesta, D. (2022). *Analisis penyebab kerusakan Head Truck-B44 menggunakan metode FMEA dan FTA (Studi kasus: PT. Bima, site Pelabuhan Berlian)*. **Jurnal Serambi Engineering**, Vol.8, No.3, pp.3303–3313, Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik.

Langga, F.M., Sudirman, & Setiono, B.A. (2022). *Analysis of Stuffing In Inhibiting Factors in Loading of Goods at the Container Depot of PT. Sarana Bandar Nasional Surabaya*. **Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan**, Vol.12, No.2, pp.3303–3313, Universitas Hang Tuah, Surabaya.

Manurung, A.K. & Herijanto, W. (2023). *Analisis Kebutuhan, Layout, dan Peralatan Container Yard Terminal Berlian*. **Jurnal Teknik ITS**, Vol.12, No.2, pp.54-59, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Nababan, B. O. & Setiawan, B. (2021). *Analisis Proses Pengecatan Excavator Ngh 320 Menggunakan Konsep Six Sigma Di PT Caterpillar Indonesia*. **Jurnal Ekonomi dan Manajemen**, Vol.15, No.2, pp.136-147, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Dewantara, Depok.

Nasution, M., Bakhori, A., & Novarika, W. (2021). *Manfaat Perlunya Manajemen Perawatan Untuk Bengkel Maupun Industri*. **Jurnal Buletin Utama Teknik**, Vol.16, No. 3, pp.248–252, Universitas Islam Sumatra Utara, Medan.

Nuzul, A. dan Hana, W. (2018). *Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis FTA Di Exotic UKM Intako*. **Jurnal Proxima**, Vol.2, No.2, pp.58-63, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo.

Oktarini, E. M. (2021). *Pengendalian Kualitas Layanan Service After Sales Dengan Menggunakan Metode Six Sigma Di Auto2000 Plaju Palembang*. **Jurnal Ilmiah Teknik Industri**, Vol.6, No.2, pp.1-8, Universitas Tridianti Palembang, Palembang.

Pratiwi, I., Suryani, F. & Adrian, M.R. (2021). *Penerapan Six Sigma untuk peningkatan kualitas jasa layanan IndiHome*. **Jurnal Optimalisasi**, Vol.7, No.1, pp.71–83, Universitas Tridianti Palembang, Palembang.

Prihandoko, D., Aprilana, A., Larasati, F. & Nabil. (2020). *Analisis Quality Control Komponen Excavator (Tail Frame) pada PT. XYZ dengan Metode Six*

Sigma. Banking & Management Review, Vol.9, No.1, pp.1212-1227, Universitas Bina Nusantara, Jakarta.

Sasongko, S.R., & Penulis, K. (2021). *Faktor-Faktor Kepuasan Pelanggan Dan Loyalitas Pelanggan (Literature Review Manajemen Pemasaran)*. **Jurnal Ilmu Manajemen Terapan**, Vol.3, No.1, pp.1-11, Universitas Terbuka, Banten.

Sulistyo, A.B. & Muhlis, S. (2022). *Optimasi perawatan mesin overhead crane pada PT KNSS dengan metode Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. **Jurnal InTent**, Vol.5, No.2, pp.27–35, Universitas Banten Jaya, Banten.

Suryapradana, I. & Halim, A. (2021). *Analisis Pengendalian Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Dalam Meningkatkan Kinerja Operasional Divisi Fixed Plant Maintenance Di Industri Pertambangan PT Berau Coal*, **Sebatik**, Vol.25, No.2, pp.335–344, Politeknik Sinar Mas Berau Coal, Berau.

Suyono & Hariyanto. (2011). **Belajar dan Pembelajaran**. PT Remaja Rosdakarya Offset, Bandung.

Tannady, H. (2015). **Pengendalian Kualitas**. Graha Ilmu, Sleman.

Tengtarto, M. A. K., Singgih, M. L., & Siswanto, N. (2023). *From 1904 to 2022: A Comprehensive Review of Six Sigma Methodology*. **Proceedings of the International Conference on Intellectuals' Global Responsibility**, Vol.2, pp.629–639, Sidoarjo.

Trianiza, I., Sidiq, A. & Herlina, F. (2024). *Analisis Pengendalian Physical Availability Pada Alat Berat Caterpillar 785c Dengan Metode Six Sigma*. **Jurnal Sains Riset**, Vol.14, No.3, pp.661-665, UNISKA MAB, Banjarmasin.

Utami, C.W., Pranatasari, F.D. & Sudyasjayanti, C. (2019). **Manajemen Jasa**. Salemba Empa, Jakarta.

Widodo, A., & Soediantono, D. (2022). *Benefits of the Six Sigma Method (DMAIC) and Implementation Suggestion in the Defense Industry: A Literature Review*. **International Journal of Social and Management Studies (IJOSMAS)**, Vol.3, No.3, pp.1-12, Sekolah Staf dan Komando TNI Angkatan Laut, Jakarta Selatan.

Yamit, Z. (2011). **Manajemen produksi & operasi**. Ekonisia, Yogyakarta.

Yuwono, M. A. B., & Riyadi, A. S. (2013). *Proses Produksi dan Pengendalian Kualitas Produksi Cat Plastic Coating di PT Propan Raya ICC*. **Jurnal**

Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri, Vol.9, No.2,
pp.193-202, Universitas Mercubuana, Jakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan

SURAT PERNYATAAN

Yang bersangkutan, mahasiswa Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS):

Nama : Ahmad Zabrojadul Lucky

NRP : 1121040001

Dengan ini menyatakan hal berkaitan dengan informasi dan digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS LAYANAN *MAINTENANCE HEAD TRUCK* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *SIX SIGMA* DI PERUSAHAAN BONGKAR MUAT SURABAYA” adalah benar. Data yang bersangkutan diperoleh dari Divisi Mobile Equipment pada Perusahaan Bongkar Muat Surabaya dan data yang digunakan diawasi langsung oleh pembimbing untuk penyelesaian Tugas Akhir.

Demikian pernyataan ini dibuat agar dapat dipergunakan dengan semestinya sesuai dengan peraturan yang ditetapkan yang ditetapkan.

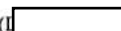
*) Data yang diambil:

1. Data *Maintenance Head Truck* dari bulan Januari – Desember Tahun 2023
2. Data Jumlah *Planned Maintenance* dan *Unplanned Maintenance Head Truck* Tahun 2023

Surabaya, 10 Januari 2024

Supervisi Mobile Equipment


w

(t 

Lampiran 2. Data Maintenance *Report Head Truck* Tahun 2023

Bulan	Total <i>Maintenance</i>	Jumlah <i>Planned</i> <i>Maintenance</i>	Jumlah <i>Unplanned</i> <i>Maintenance</i>
Januari	240	140	100
Februari	220	140	80
Maret	243	140	103
April	217	140	77
Mei	233	140	93
Juni	231	140	91
Juli	274	140	134
Agustus	287	140	147
September	367	140	227
Oktober	338	140	198
November	388	140	248
Desember	389	140	249

Lampiran 3. Unit *Head Truck* Dengan Frekuensi *Maintenance* Tertinggi
Bulan Agustus-Desember Tahun 2023

Nomor Unit <i>Head Truck</i>	Jumlah <i>Maintenance</i>
TT277	23
TT268	21
TT285	20
TT289	19
TT294	19
TT262	18
TT282	17
TT249	17
TT275	16
TT310	16
TT279	16
TT298	16
TT264	15
TT274	14
TT295	14
TT296	14
TT278	14
TT286	14
TT269	14
TT308	14
TT290	14
TT299	14
TT305	13
TT267	13
TT260	13

Lampiran 4. Biaya Maintenance Head Truck Tahun 2023

Bulan	Biaya Planned Maintenance	Biaya Unplanned Maintenance
Januari	Rp 98,000,000	Rp 125,000,000
Februari	Rp 98,000,000	Rp 100,000,000
Maret	Rp 98,000,000	Rp 128,750,000
April	Rp 98,000,000	Rp 96,250,000
Mei	Rp 98,000,000	Rp 116,250,000
Juni	Rp 98,000,000	Rp 113,750,000
Juli	Rp 98,000,000	Rp 167,500,000
Agustus	Rp 98,000,000	Rp 183,750,000
September	Rp 98,000,000	Rp 283,750,000
Oktober	Rp 98,000,000	Rp 247,500,000
November	Rp 98,000,000	Rp 310,000,000
Desember	Rp 98,000,000	Rp 311,250,000

Lampiran 5. Data Operasional Bongkar muat *Head Truck*

Bulan	Jumlah <i>Unplanned Maintenance</i>	Total <i>Downtime</i> (Jam)	Produktivitas Head Truck/Jam (TEUs)	Kehilangan Produktivitas (TEUs)
	1	2	3	4 = 2 x 3
Januari	100	75	8	600
Februari	80	60	8	480
Maret	103	77.25	8	618
April	77	57.75	8	462
Mei	93	69.75	8	558
Juni	91	68.25	8	546
Juli	134	100.5	8	804
Agustus	147	110.25	8	882
September	227	170.25	8	1362
Oktober	198	148.5	8	1188
November	248	186	8	1488
Desember	249	186.75	8	1494

Lampiran 6. Spesifikasi Head Truck Volvo FM400

Spesifikasi	Keterangan
Model	Volvo FM400
Dimensi (P × L × T)	6.940 × 2.500 × 3.995 mm
Sistem Penggerak	6 × 4
Standar Emisi	Euro 5
Ukuran Ban	295/80 R22.5
Jenis Mesin	Volvo D13A, 6 silinder, In-Line
Tenaga Maksimum	400 HP
Torsi Maksimum	2.000 Nm
Kapasitas Angkut	±135 ton
Tahun	Head Truck No. 250–293: Tahun 2018 Head Truck No. 294–326: Tahun 2020 Head Truck No. 327–365: Tahun 2022

Lampiran 7. Lembar Wawancara Tahap *Define*

Lampiran Daftar Pertanyaan Wawancara Tahap *Define*

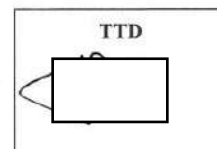
WAWANCARA EXPERT 1

Nama Expert Judgement : I [] (DA)

Jabatan : Supervisi ME

Lama Bekerja (Tahun) : 14 tahun

Tanggal Wawancara : 5 Mei 2025



“Analisis Pengendalian Kualitas Layanan *Maintenance Head Truck* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* Di Perusahaan Bongkar Muat Surabaya”

No	Pertanyaan	Hasil Wawancara
1.	Bagaimana alur proses yang dilakukan perusahaan ketika terjadi <i>Unplanned Maintenance</i> pada <i>Head Truck</i> ?	<p>Alur proses <i>Unplanned Maintenance</i> pada <i>Head Truck</i> adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengecekan awal oleh teknisi setelah menerima laporan kerusakan dari operator. 2. Pembuatan <i>Work Order</i> (WO) sebagai dasar perbaikan. 3. Pengecekan lanjutan dan identifikasi penyebab kerusakan untuk memastikan sumber masalah. 4. Pengadaan dan pengambilan spare part bila ada komponen yang perlu diganti. 5. Proses perbaikan oleh teknisi. 6. Uji coba dan evaluasi untuk memastikan unit siap digunakan kembali.
2.	Bagian atau sistem apa saja pada <i>Head Truck</i> yang paling sering menjadi penyebab terjadinya <i>Unplanned Maintenance</i> berdasarkan data?	<p>Bagian atau sistem pada <i>Head Truck</i> yang paling sering menjadi penyebab <i>Unplanned Maintenance</i> adalah sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Engine System</i>: kerusakan komponen mesin yang menyebabkan unit tidak dapat beroperasi. 2. <i>Electric System</i>: gangguan pada kabel, baterai, dan komponen kelistrikan lainnya. 3. <i>Transmission & Clutch System</i>: masalah pada transmisi atau kopling yang menyebabkan gangguan perpindahan gigi. 4. <i>Brake System</i>: keausan kampas rem, kebocoran minyak rem, atau kegagalan sistem pengereman.

		<p>5. <i>Chassis & Control System</i>: kerusakan pada rangka kendaraan dan sistem pengendalian yang memengaruhi stabilitas kendaraan.</p> <p>6. <i>Tyre System</i>: ban aus dan tekanan ban yang tidak sesuai</p>
3.	Apa saja kebutuhan (<i>requirement</i>) yang harus dipenuhi untuk menjaga efektivitas layanan <i>maintenance Head Truck</i> ?	<p>kebutuhan (<i>requirement</i>) yang harus dipenuhi berdasarkan masing-masing sistem kerusakan adalah</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Engine System</i>: Melakukan preventive maintenance berkala dan menggunakan suku cadang berkualitas. 2. <i>Electric System</i>: Melakukan inspeksi kabel dan mengganti komponen elektronik yang menurun performanya. 3. <i>Transmission & Clutch System</i>: Menjaga level oli transmisi dan menyetel kopling secara berkala. 4. <i>Brake System</i>: Inspeksi sistem pengereman dan mengganti kampas serta minyak rem sebelum batas aus. 5. <i>Chassis & Control System</i>: Memeriksa kelurusan dan kekuatan rangka serta menyetel sistem kontrol kendaraan. 6. <i>Tyre System</i>: Mengecek tekanan dan ketebalan ban secara rutin, serta menggunakan ban sesuai spesifikasi dan kondisi operasional.

Lampiran Daftar Pertanyaan Wawancara Tahap Define

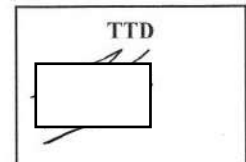
WAWANCARA EXPERT 2

Nama Expert Judgement : o (WS)

Jabatan : Supervisi ME

Lama Bekerja (Tahun) : 15 Tahun

Tanggal Wawancara : 5 Mei 2025



“Analisis Pengendalian Kualitas Layanan *Maintenance Head Truck* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* Di Perusahaan Bongkar Muat Surabaya”

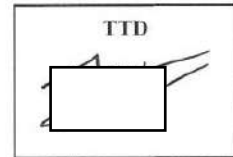
No	Pertanyaan	Hasil Wawancara
1.	Bagaimana alur proses yang dilakukan perusahaan ketika terjadi <i>Unplanned Maintenance</i> pada <i>Head Truck</i> ?	Proses penanganan <i>Unplanned Maintenance</i> dilakukan melalui: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemeriksaan awal oleh teknisi atas laporan dari operator. 2. Pembuatan WO (<i>Work Order</i>) untuk pendataan dan persetujuan tindakan. 3. Pemeriksaan lanjutan untuk menemukan sumber kerusakan. 4. Penyediaan dan pengambilan spare part yang dibutuhkan. 5. Pelaksanaan perbaikan. 6. Uji coba dan evaluasi hasil perbaikan.
2.	Bagian atau sistem apa saja pada <i>Head Truck</i> yang paling sering menjadi penyebab terjadinya <i>Unplanned Maintenance</i> berdasarkan data?	Komponen yang paling sering menyebabkan <i>Unplanned Maintenance</i> sesuai database maintenance meliputi: <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem mesin (engine) 2. Sistem kelistrikan, 3. Sistem transmisi dan kopling, 4. Sistem rem 5. Sistem sasis dan kontrol 6. Sistem ban.
3.	Apa saja kebutuhan (<i>requirement</i>) yang harus dipenuhi untuk menjaga efektivitas layanan <i>maintenance Head Truck</i> ?	Beberapa kebutuhan yang harus dipenuhi untuk menjaga efektivitas layanan: <ol style="list-style-type: none"> 1. Engine: lakukan perawatan rutin dan gunakan suku cadang berkualitas.

		<ol style="list-style-type: none"> 2. Electrical: lakukan pengecekan kelistrikan dan penggantian komponen rusak. 3. Transmission & Clutch: pastikan oli selalu optimal dan kopling berfungsi baik. 4. Brake: rawat sistem rem secara berkala. 5. Chassis & Control: pastikan struktur dan sistem kontrol berfungsi optimal. 6. Tyre: pastikan tekanan dan jenis ban sesuai kebutuhan operasional.
--	--	--

Lampiran Daftar Pertanyaan Wawancara Tahap Define

WAWANCARA EXPERT 3

Nama Expert Judgement : [] (BL)
Jabatan : Leader Mechanic
Lama Bekerja (Tahun) : 7 Tahun
Tanggal Wawancara : 5 Mei 2025



“Analisis Pengendalian Kualitas Layanan *Maintenance Head Truck* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* Di Perusahaan Bongkar Muat Surabaya”

No	Pertanyaan	Hasil Wawancara
1.	Bagaimana alur proses yang dilakukan perusahaan ketika terjadi <i>Unplanned Maintenance</i> pada <i>Head Truck</i> ?	Ketika terjadi <i>Unplanned Maintenance</i> , alur proses yang diikuti yaitu: 1. Teknisi melakukan pemeriksaan awal berdasarkan laporan kerusakan. 2. Dibuat <i>Work Order</i> (WO) sebagai dokumen kerja. 3. Dilakukan analisis mendalam untuk mengidentifikasi kerusakan. 4. <i>Spare part</i> yang diperlukan diproses untuk pengadaan. 5. Perbaikan dilakukan oleh teknisi. 6. Hasilnya diuji dan dievaluasi sebelum unit dioperasikan kembali.
2.	Bagian atau sistem apa saja pada <i>Head Truck</i> yang paling sering menjadi penyebab terjadinya <i>Unplanned Maintenance</i> berdasarkan data?	Dari pengamatan dan pengalaman lapangan, sistem yang sering bermasalah antara lain: 1. <i>Engine system</i> 2. <i>Electric system</i> . 3. <i>Transmission & clutch syste</i> 4. <i>Brake system</i> 5. <i>Chassis & control system</i> 6. <i>Tyre system</i> .
3.	Apa saja kebutuhan (<i>requirement</i>) yang harus dipenuhi untuk menjaga efektivitas layanan <i>maintenance Head Truck</i> ?	Efektivitas layanan dapat dijaga dengan memenuhi: 1. Mesin: rutinitas PM dan kualitas part.

		<ol style="list-style-type: none"> 2. Listrik: pengawasan kabel dan kondisi komponen elektronik. 3. Transmisi/Kopling: pelumas dan penyetelan rutin. 4. Rem: pengecekan dan penggantian bagian aus. 5. Sasis/Kontrol: pemeriksaan kekuatan dan stabilitas. 6. Ban: pantau tekanan dan kondisi fisik sesuai medan kerja.
--	--	--

Lampiran 8. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

1. Januari 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{100}{(240 \times 6)} \times 1.000.000 = 69.444,4$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 69.444,4}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,98$$

2. Februari 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{80}{(220 \times 6)} \times 1.000.000 = 60.606,1$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 60.606,1}{1.000.000} \right) + 1,5 = 3,05$$

3. Maret 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{103}{(243 \times 6)} \times 1.000.000 = 70.644,7$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 70.644,7}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,97$$

4. April 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{77}{(217 \times 6)} \times 1.000.000 = 59.139,8$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 59.139,8}{1.000.000} \right) + 1,5 = 3,06$$

5. Mei 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{93}{(233 \times 6)} \times 1.000.000 = 66.523,6$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 66.523,6}{1.000.000} \right) + 1,5 = 3$$

6. Juni 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{91}{(231 \times 6)} \times 1.000.000 = 65.656,6$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 65.656,6}{1.000.000} \right) + 1,5 = 3,01$$

7. Juli 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{134}{(274 \times 6)} \times 1.000.000 = 81.508,52$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 81.508,52}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,89$$

8. Agustus 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{147}{(287 \times 6)} \times 1.000.000 = 85.365,9$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 85.365,9}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,87$$

9. September 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{227}{(367 \times 6)} \times 1.000.000 = 103.088,1$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 103.088,1}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,76$$

10. Oktober 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{198}{(338 \times 6)} \times 1.000.000 = 97.633,1$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 97.633,1}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,80$$

11. November 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{248}{(338 \times 6)} \times 1.000.000 = 106.529,2$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 106.529,2}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,75$$

12. Desember 2023

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Jumlah Unplanned Maintenance Head Truck}}{(\text{Total Maintenance Head Truck} \times \text{CTQ})} \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO} = \frac{249}{(289 \times 6)} \times 1.000.000 = 106.683,8$$

$$\text{SIGMA} = \text{NORMSINV} \left(\frac{1.000.000 - 106.683,8}{1.000.000} \right) + 1,5 = 2,74$$

Lampiran 9. Tabel Konversi DPMO ke Nilai *Sigma*

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	791.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	14.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.216	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

Lampiran 10. Lembar Wawancara *Fishbone*




Lampiran Daftar Pertanyaan Diagram *Fishbone*

A. Chassis & Control System

HASIL WAWANCARA KETIGA EXPERT (Divisi Mobile Equipment)

Pertanyaan	Hasil Wawancara
Dari faktor manusia (<i>man</i>), apa yang menyebabkan terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada sistem Chassis & Control Head Truck ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mekanik kurang maksimal dalam melaksanakan standar preventive maintenance pada sistem rangka dan pengendali. 2. Mekanik belum menguasai diagnostic tool yang digunakan untuk pemeriksaan sistem kontrol dan struktur.
Dari faktor mesin (<i>machine</i>), apa yang menyebabkan terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada Chassis & Control System Head Truck ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perangkat VTT Volvo hanya tersedia satu unit, sehingga tidak mencukupi untuk seluruh unit yang perlu inspeksi. 2. Tidak terdapat peralatan khusus untuk mendeteksi atau mengganti komponen kontrol seperti <i>shock absorber</i> atau komponen penghubung kemudi.
Dari faktor metode (<i>method</i>), apa yang menjadi penyebab terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada Chassis & Control System Head Truck ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prosedur penggantian <i>spare part</i> hanya dilakukan jika terjadi kerusakan parah
Dari faktor material, apa yang menjadi penyebab terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada Chassis & Control System Head Truck ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lifetime part cenderung singkat dan cepat rusak karena beban kerja tinggi. 2. Ketersediaan spare part kadang habis saat pelaksanaan perawatan berlangsung.
Dari faktor lingkungan (<i>environment</i>), apa yang menjadi penyebab terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada Chassis & Control System Head Truck ?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kondisi lapangan kerja yang tidak rata dan penuh guncangan menyebabkan beban ekstra pada struktur rangka. 2. Lingkungan terbuka dengan suhu tinggi mempercepat keausan dan munculnya karat pada sambungan rangka dan sistem kontrol.

--	--

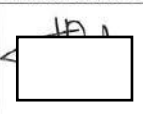
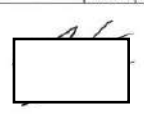
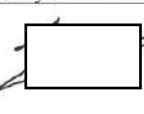
Validasi		
Waktu: 5 Mei 2025	Tempat: Surabaya	
 <div data-bbox="363 533 481 607" style="border: 1px solid black; width: 74px; height: 33px;"></div>	 <div data-bbox="555 533 673 607" style="border: 1px solid black; width: 74px; height: 33px;"></div>	 <div data-bbox="746 533 865 607" style="border: 1px solid black; width: 74px; height: 33px;"></div>
<div data-bbox="370 629 488 658" style="border: 1px solid black; width: 74px; height: 13px;"></div>	<div data-bbox="545 629 663 658" style="border: 1px solid black; width: 74px; height: 13px;"></div> pdo	<div data-bbox="737 629 855 658" style="border: 1px solid black; width: 74px; height: 13px;"></div> 10

Lampiran Daftar Pertanyaan Diagram *Fishbone*

B. Tyre System

HASIL WAWANCARA KETIGA EXPERT (Divisi Mobile Equipment)

Pertanyaan	Hasil Wawancara
Dari faktor manusia (<i>man</i>), apa yang menyebabkan terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada sistem Tyre Head Truck ?	1. Operator dan teknisi kurang disiplin dalam melakukan pengecekan tekanan dan kondisi ban secara berkala.
Dari faktor mesin (<i>machine</i>), apa yang menyebabkan terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada Tyre System Head Truck ?	1. Tidak tersedia alat monitoring otomatis tekanan ban (TPMS) di unit Head Truck. 2. Alat ukur tekanan ban manual tidak akurat dan jarang dikalibrasi.
Dari faktor metode (<i>method</i>), apa yang menjadi penyebab terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada Tyre System Head Truck ?	1. Prosedur penggantian <i>spare part</i> hanya dilakukan jika terjadi kerusakan parah
Dari faktor material, apa yang menjadi penyebab terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada Tyre Head Truck ?	1. Ban cepat aus karena tidak tahan terhadap suhu tinggi dan medan jalan yang buruk
Dari faktor lingkungan (<i>environment</i>), apa yang menjadi penyebab terjadinya <i>unplanned maintenance</i> pada Tyre System Head Truck ?	1. Permukaan jalan yang tidak rata, berlubang, dan terdapat kerikil tajam mempercepat kerusakan ban. 2. Suhu lingkungan yang tinggi menyebabkan tekanan angin meningkat dan mempercepat keausan tapak ban.

Validasi		
Waktu: 5 Mei 2025	Tempat: Surabaya	
		
	W	E
	no	no

Lampiran 11. Lembar *Kuesioner FMEA*

KUESIONER PENILAIAN FMEA

Petunjuk Pengisian Kuesioner

1. Bapak/Ibu mohon untuk mengisi kuesioner dengan cara memberikan nilai/angka dengan skala 1-10 pada tabel yang mempresentasikan jawaban dari masing-masing pertanyaan.
2. Skala penilaian terdiri dari *Severity*, *Occurance* dan *Detection*.

Skala Penilaian

1. Skala penilaian *severity* merupakan seberapa serius kondisi yang diakibatkan jika terjadi kegagalan. Tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh atau dampak mode kegagalan yang ditimbulkan

Tabel 1 Tingkat Dampak (*Severity*)

Karakteristik	Keterangan	Rating
<i>None</i>	Tidak terjadi dampak pada penyebab	1
<i>Very Minor</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi tidak berpengaruh	2
<i>Minor</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi sangat sedikit berpengaruh	3
<i>Very Low</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi sedikit berpengaruh	4
<i>Low</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi cukup sedikit berpengaruh	5
<i>Moderate</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi berpengaruh	6
<i>High</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi cukup banyak berpengaruh	7
<i>Very High</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi banyak berpengaruh	8
<i>Hazardous With Warning</i>	Terjadi dampak dari penyebab, tetapi sangat berpengaruh	9
<i>Hazardous Without Warning</i>	Terjadi dampak dari penyebab yang sangat dominan berpengaruh	10

2. Skala penilaian *occurance* merupakan frekuensi munculnya penyebab atau terjadinya *unplanned maintenance Head Truck*.

Tabel 2 Tingkat Frekuensi (*Occurance*)

Karakteristik	Keterangan	Rating
<i>Very Low</i>	Penyebab tidak terjadi	1
<i>Low</i>	Penyebab tidak sering terjadi	2

	Penyebab sedikit sering terjadi	3
Moderate	Penyebab kadang-kadang sering terjadi	4
	Penyebab cukup sering terjadi	5
	Penyebab sering terjadi	6
High	Penyebab cukup sangat sering terjadi	7
	Penyebab kadang-kadang sangat sering terjadi	8
Very High	Penyebab sangat sering terjadi	9
	Penyebab selalu terjadi	10

3. Skala penilaian detection merupakan kemampuan dalam mendeteksi penyebab terjadinya *Unplanned Maintenance Head Truck*.

Tabel 3 Tingkat Deteksi (*Detection*)

Karakteristik	Keterangan	Rating
<i>Very High</i>	Sangat jelas, sangat mudah untuk diketahui	1
<i>High</i>	Jelas bagi indra manusia	2
	Memerlukan inspeksi	3
<i>Moderately High</i>	Inspeksi hati-hati dengan indra manusia	4
<i>Moderate</i>	Inspeksi yang sangat hati-hati dengan indra manusia	5
	Memerlukan inspeksi, dan bantuan alat/metode sederhana	6
<i>Low</i>	Memerlukan inspeksi, dan bantuan alat/metode kompleks	7
<i>Very Low</i>	Memerlukan inspeksi dan bantuan alat/metode kompleks yang sangat mahal	8
<i>Almost Imposiblbe</i>	Kemungkinan besar tidak dapat dideteksi	9
<i>Imposiblbe</i>	Tidak dapat dideteksi	10

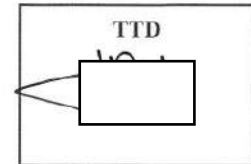
KUESIONER PENILIAN

Nama Expert Judgement : D [] ji (DA)

Jabatan : Supervisi ME

Lama Bekerja (Tahun) : 14 tahun

Tanggal Wawancara : 26 Mei 2025



Berikut merupakan daftar penyebab yang telah teridentifikasi. Anda dapat memberikan penilaian dengan skala 1 hingga 10 sesuai dengan deskripsi pada setiap tingkatannya.

No	Penyebab	Severity (Tingkat Dampak)	Occurance (Tingkat Frekuensi)	Detection (Tingkat Deteksi)
1	Penggantian <i>spare part</i> hanya dilakukan saat rusak parah	8	5	7
2	<i>Lifetime part</i> singkat	6	4	5
3	<i>Spare part</i> kadang tidak tersedia	5	3	4
4	Ban tidak tahan suhu tinggi & medan tajam	5	3	5
5	Suhu tinggi tingkatan tekanan angin dan keausan ban	6	5	5
6	Area kerja tidak rata dan penuh guncangan	5	3	4
7	Alat ukur tekanan ban tidak akurat dan jarang dikalibrasi.	6	4	4
8	Perangkat VTT Volvo terbatas	7	4	6
9	Tidak ada alat khusus untuk pemeriksaan komponen <i>Shock Absorber</i>	6	3	5
10	Mekanik tidak maksimal dalam <i>Preventive maintenance</i>	6	4	4
11	Mekanik belum menguasai <i>diagnostic tools</i>	6	4	5
12	Tidak tersedia alat monitoring otomatis tekanan ban (TPMS) di unit <i>Head Truck</i>	9	6	8

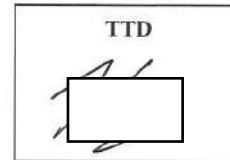
KUESIONER PENILIAN

Nama Expert Judgement : W [] do (WS)

Jabatan : Supervisi ME

Lama Bekerja (Tahun) : 15 Tahun

Tanggal Wawancara : 26 Mei 2025



Berikut merupakan daftar penyebab yang telah teridentifikasi. Anda dapat memberikan penilaian dengan skala 1 hingga 10 sesuai dengan deskripsi pada setiap tingkatannya.

No	Penyebab	Severity (Tingkat Dampak)	Occurance (Tingkat Frekuensi)	Detection (Tingkat Deteksi)
1	Penggantian <i>spare part</i> hanya dilakukan saat rusak parah	9	6	6
2	<i>Lifetime part</i> singkat	7	5	5
3	<i>Spare part</i> kadang tidak tersedia	6	7	4
4	Ban tidak tahan suhu tinggi & medan tajam	6	4	5
5	Suhu tinggi tingkatan tekanan angin dan keausan ban	7	6	5
6	Area kerja tidak rata dan penuh guncangan	6	4	4
7	Alat ukur tekanan ban tidak akurat	7	5	5
8	Perangkat VTT Volvo terbatas	8	5	6
9	Tidak ada alat khusus untuk pemeriksaan komponen <i>Shock Absorber</i>	6	3	5
10	Mekanik tidak maksimal dalam <i>Preventive maintenance</i>	6	4	4
11	Mekanik belum menguasai <i>diagnostic tools</i>	6	5	5
12	Tidak tersedia alat monitoring otomatis tekanan ban (TPMS) di unit Head Truck	9	7	8

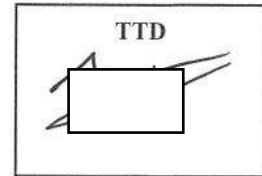
KUESIONER PENILIAN

Nama Expert Judgement : B [] (BL)

Jabatan : Leader Mechanic

Lama Bekerja (Tahun) : 7 Tahun

Tanggal Wawancara : 26 Mei 2025



Berikut merupakan daftar penyebab yang telah teridentifikasi. Anda dapat memberikan penilaian dengan skala 1 hingga 10 sesuai dengan deskripsi pada setiap tingkatannya.

No	Penyebab	Severity (Tingkat Dampak)	Occurance (Tingkat Frekuensi)	Detection (Tingkat Deteksi)
1	Penggantian <i>spare part</i> hanya dilakukan saat rusak parah	9	7	7
2	<i>Lifetime part</i> singkat	6	5	5
3	<i>Spare part</i> kadang tidak tersedia	5	4	4
4	Ban tidak tahan suhu tinggi & medan tajam	6	4	5
5	Suhu tinggi tingkatkan tekanan angin dan keausan ban	7	6	6
6	Area kerja tidak rata dan penuh guncangan	6	4	4
7	Alat ukur tekanan ban tidak akurat	7	5	5
8	Perangkat VTT Volvo terbatas	8	5	6
9	Tidak ada alat khusus untuk pemeriksaan komponen <i>Shock Absorber</i>	6	4	5
10	Mekanik tidak maksimal dalam <i>Preventive maintenance</i>	6	5	4
11	Mekanik belum menguasai <i>diagnostic tools</i>	7	5	5
12	Tidak tersedia alat monitoring otomatis tekanan ban (TPMS) di unit Head Truck	9	8	7

Lampiran 12. Perhitungan Nilai RPN

No	Penyebab	S				O				D				RPN
		Expert 1	Expert 2	Expert 3	Avg	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Avg	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Avg	
1	Penggantian spare part hanya dilakukan saat rusak parah	8	9	9	8,7	5	6	7	6	7	6	7	6,7	346,7
2	<i>Lifetime part singkat</i>	6	7	6	6,3	4	5	5	4,7	5	5	5	5	147,8
3	<i>Spare part kadang tidak tersedia</i>	5	6	5	5,3	3	4	4	3,7	4	4	4	4	78,2
4	Ban tidak tahan suhu tinggi & medan tajam	5	6	6	5,7	3	4	4	3,7	5	5	5	5	103,9
5	Suhu tinggi tingkatan tekanan angin dan keausan ban	6	7	7	6,7	5	6	6	5,7	5	5	6	5,3	201,8
6	Area kerja tidak rata dan penuh guncangan	5	6	6	5,7	3	4	4	3,7	4	4	4	4	83,1
7	Alat ukur tekanan ban tidak akurat dan jarang dikalibrasi.	6	7	7	6,7	4	5	5	4,7	4	5	5	4,7	145,9
8	Perangkat VTT Volvo terbatas	7	8	8	7,7	4	5	5	4,7	6	6	6	6	214,7
9	Tidak ada alat khusus untuk pemeriksaan komponen Shock Absorber	6	6	6	6	3	3	4	3,3	5	5	5	5	100
10	Mekanik tidak maksimal dalam Preventive maintenance	6	6	6	6	4	4	5	4,3	4	4	4	4	104
11	Mekanik belum menguasai diagnostic tools	6	6	7	6,3	4	5	5	4,7	5	5	5	5	147,8
12	Tidak tersedia alat monitoring otomatis tekanan ban (TPMS) di unit Head Truck	9	9	9	9	6	7	8	7	8	8	7	7,7	483

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

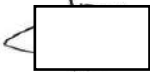

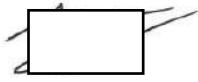
This page is intentionally left blank

Lampiran 13. Lembar Hasil Wawancara *Improve*

Lembar Hasil Wawancara *Improve*

Hasil Wawancara Rekomendasi Perbaikan

“Analisis Pengendalian Kualitas Layanan *Maintenance Head Truck* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* Di Perusahaan Bongkar Muat Surabaya”

No	Penyebab	Improvement		
		Expert 1	Expert 2	Expert 3
1.	Tidak tersedia alat pemantau tekanan ban (TPMS) pada unit <i>Head Truck</i>	Form checklist wajib dilakukan agar operator lebih disiplin. Pelatihan visual penting agar bisa mengenali ban abnormal tanpa alat.	Form checklist membantu memastikan pengecekan dilakukan setiap hari. Pelatihan visual penting karena tidak semua operator memahami tanda-tanda tekanan ban rendah.	Checklist harian perlu dilaksanakan agar tidak ada yang terlewat. Pelatihan juga penting karena tidak semua teknisi terbiasa mendeteksi tekanan ban manual.
2.	Penggantian <i>spare part</i> hanya dilakukan saat rusak parah	Evaluasi teknisi penting agar ada kontrol berkala. Pencatatan umur spare part di WO membantu mencegah kerusakan mendadak.	Evaluasi bulanan mendukung preventive action. WO dengan info umur spare part penting agar tahu waktu ganti sebelum rusak.	Evaluasi teknisi bulanan memastikan SOP dijalankan. Pencatatan masa pakai spare part di WO sangat membantu dalam mencegah unplanned maintenance.
3.	Perangkat VTT Volvo terbatas	Sistem antrian membantu mengatur giliran perbaikan agar tidak terjadi penumpukan unit yang rusak.	Prioritas pemakaian alat berdasarkan kondisi unit mempercepat perbaikan untuk unit rusak berat.	Dengan sistem antrian, teknisi bisa langsung tahu unit mana yang harus dicek dulu, jadi lebih efisien walau alat terbatas.
Mengetahui, 9 Juni 2025				
TTD				

Lampiran 14. Form Cheklist Tekanan Ban Head Truck

	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 50px; margin: 0 auto;"></div>	DIREKTORAT TEKNIK	Nomor Dokumen	F.XX.XX/BS.XX.XX.XX/TPS-2025
		DEPARTEMEN PERALATAN TERMINAL	Index	BS.XX.XX.XX.XX
		Form Pengecekan Tekanan Ban Sebelum Operasional Pada Head Truck	Tanggal Efektif	
			Klasifikasi Dokumen	TERBATAS
			Halaman	3 / 4

I. FORM PENGECEKAN TEKanan BAN HEAD TRUCK

Nama Operator: _____

Tanggal Penggunaan Head Truck : _____

Waktu Pengecekan Ban Head Truck : _____

Nomor Unit Head Truck : _____

Shift : ☐ Pagi ☐ Malam

No	Posisi Ban	Tekanan (Psi)	Kondisi Fisik Ban	Keterangan Tambahan	Tanda Tangan	
					Operator	Mekanik
1	Depan Kiri		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			
2	Depan Kanan		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			
3	Tengah Kanan Luar		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			
4	Tengah Kanan Dalam		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			
5	Tengah Kiri Luar		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			
6	Tengah Kiri Dalam		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			
7	Belakang Kiri Luar		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			
8	Belakang Kiri Dalam		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			

Dokumen terkendali adalah Dokumen Cetak dan / atau digital yang berada pada bagian Pengelola Dokumen.
Dokumen Cetak dan / atau digital bertanda "UNTUK INFORMASI" adalah dokumen yang tidak terkendali

	DIREKTORAT TEKNIK DEPARTEMEN PERALATAN TERMINAL	Nomor Dokumen	F.XX.XX/BS.XX.XX.XX/TPS-2025
		Index	BS.XX.XX.XX.XX
	Form Pengecekan Tekanan Ban Sebelum Operasional Pada Head Truck	Tanggal Efektif	
		Klasifikasi Dokumen	TERBATAS
		Halaman	4 / 4

9	Belakang Kanan Luar		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			
10	Belakang Kanan Dalam		<input type="checkbox"/> Baik <input type="checkbox"/> Retak <input type="checkbox"/> Botak			

II. TEMUAN

No	Temuan	Tindak Lanjut
1		
2		

III. CATATAN

- Tekanan maksimum ban Head Truck: 120 Psi
- Form ini wajib diisi oleh operator sebelum unit digunakan.
- Jika ditemukan kondisi tidak normal, segera laporkan ke mekanik.

Lampiran 15. Form Work Order Maintenance Head Truck

	DIREKTORAT TEKNIK	Nomor Dokumen	F.XX.XX/BS.XX.XX.XX.XX/TPS-2025
	DEPARTEMEN PERALATAN TERMINAL	Index	BS.XX.XX.XX.XX
	Form Work Order Head Truck	Tanggal Efektif	
		Klasifikasi Dokumen	TERBATAS
		Halaman	5 / 5

A. INFORMASI UMUM

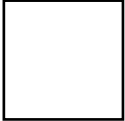
Keterangan	Isi
Tanggal Work Order	
Nomor Unit Head Truck	
Nama Mekanik	
Lokasi Maintenance	
Jenis Maintenance	

B. PENCATATAN UMUR PAKAI SPARE PART

Nama Spare Part	Tanggal Pemasangan	Tanggal Penggantian	Keterangan

Dokumen terkendali adalah Dokumen Cetak dan / atau digital yang berada pada bagian Pengelola Dokumen.
Dokumen Cetak dan / atau digital bertanda "UNTUK INFORMASI" adalah dokumen yang tidak terkendali.

Lampiran 16. Tabel Antrean Penggunaan Alat Diagnostic Head Truck

<div>  Data Nomor Antrian Penggunaan VTT VOLVO Head Truck </div>							
No.	Nomor Unit Head Truck	Jenis Kerusakan	Tingkat Urgensi	Waktu Permintaan	Waktu Estimasi Diagnosa	Status	Keterangan
1	HT-277	Engine system	Tinggi	07.00 WIB	07.30 WIB – 08.00 WIB	Selesai	Telah dilakukan diagnosa awal
2	HT-193	Brake system	Sedang	07.15 WIB	08.00 WIB – 08.30 WIB	Dalam antrean	Menunggu giliran
3	HT-109	Chassis & control system	Tinggi	07.20 WIB	08.30 WIB – 09.00 WIB	Dalam antrean	Menunggu giliran
4							
5							

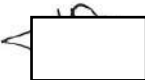

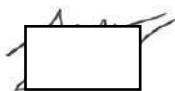
Lampiran 17. Hasil Wawancara *Control*

Lembar Hasil Wawancara *Control*

Hasil Wawancara Rekomendasi Kontrol Perbaikan

“Analisis Pengendalian Kualitas Layanan *Maintenance Head Truck* Dengan Menggunakan Metode *Six Sigma* Di Perusahaan Bongkar Muat Surabaya”

No	Rekomendasi Perbaikan	Rekomendasi Kontrolling		
		Expert 1	Expert 2	Expert 3
1.	Membuat <i>form checklist</i> pengecekan tekanan ban yang harus diisi dan ditandatangani setiap sebelum unit beroperasi.	Form pengecekan perlu disupervisi harian dan dikumpulkan secara digital agar bisa direview berkala..	Checklist penting untuk memastikan SOP dipatuhi, terutama sebelum unit beroperasi.	Harus ada pengawasan dari leader agar form benar-benar diisi dan bisa ditindak jika ada temuan.
2.	Melatih operator dan teknisi untuk mengidentifikasi tanda-tanda tekanan ban tidak normal secara visual dan manual.	Pelatihan visual penting karena banyak operator belum peka terhadap kondisi ban yang tidak normal.	Disarankan ada refresh training setiap 6 bulan, dan teknisi perlu diuji pemahamannya.	Cukup efektif, karena tidak semua operator tahu tekanan ban ideal, pelatihan perlu rutin
3.	Mengadakan evaluasi teknisi bulanan untuk memastikan semua komponen kritis telah diperiksa dan diganti sesuai jadwal	Evaluasi ini membantu mendeteksi siapa yang lalai atau telat dalam melakukan maintenance.	Saya setuju, laporan evaluasi bisa dijadikan dasar reward atau tindak lanjut perbaikan sistem.	Perlu ada catatan kinerja teknisi setiap bulan agar lebih disiplin dalam menjalankan SOP.

4	Mencatat masa pakai optimal spare part di sistem Work Order untuk memantau performa dan mengetahui komponen yang perlu diganti sebelum rusak.	Sangat bagus, dengan mencatat umur pakai, kita bisa prediksi komponen mana yang harus dicek.	Sistem ini bisa bantu mengurangi risiko unplanned karena kita tahu kapan part perlu diganti.	Reminder manual tiap minggu juga perlu biar teknisi nggak lupa cek part yang hampir habis umur pakainya.
5	Menyusun sistem antrian prioritas pemakaian diagnostic tool (VTT Volvo) berdasarkan tingkat urgensi kerusakan Head Truck.	Sistem antrean berguna agar unit prioritas bisa dicek dulu, jadi perbaikannya lebih cepat.	Harus ada PIC khusus yang atur jadwal alat biar tidak tumpang tindih dan alat dipakai efisien.	Menurut saya perlu daftar urutan kerja berbasis urgensi agar alat VTT digunakan tepat sasaran.
Mengetahui, 9 Juni 2025				
TTD				

Lampiran 18. Rincian *Maintenance Report Head Truck* tahun 2023

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
Tyre System (Total)		43	43	57	39	41	28	28	26	34	42	29	36	446
	Tyre Puncture	22	17	27	15	14	13	17	8	20	30	17	15	
	Dolly Not Connected									1				
	Tyre Broken					1					1			
	Tyre Flat	1										1		
	Tyre Broken											1		
	Tyre Aus									1				
	Tyre Worn Out	16	20	18	10	11	3	2	7	1	2	1	4	
	Inspect Tyre Punctured										1			
	Trouble Flat Tyre			2	2	1	2						1	
	Trouble Tyre Worn Out			2	1								2	
	Trouble Tyre Puncture	2	1		1		1	2	2	1	1		1	
	Ban Selip Saat Belok												1	
	Flat Tyre					1								
	Replace Tyre	2	3	8	10	13	8	5	8	9	6	7	9	
	Head Tyre Puncture		1				1		1	1	1		2	
	Wheel Nut Tyre Broken							1						
	Swing Tyre		1									2		

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
	Trouble Alignment							1						
	Change Tyre 10 Set												1	
Brake System (Total)		2	2	0	2	2	3	3	6	6	19	4	6	55
	Inspect - Repair Air Brake System	2									16			
	Inspect - Repair Brake System									4				
	Trouble Brake Chamber Is Leak		1		2									
	Trouble Brake Releasing Error												1	
	Trouble Brake Function Abnormal							1	2	2	2	4		
	Brake Chamber Broken							2						
	Brake Malfunction						2							
	Parking Brake Not Working					1								
	Temuan Service Brake Fluid								2				2	
	Wheel Brake Not Release		1											
	Truck Brake Failure												1	
	Trouble Front Chamber					1	1				1		2	
	Trouble Right Chamber Leak								2					
Electrical System		10	12	13	17	24	21	21	35	55	20	33	35	296
	Trouble Headlamp Off		3	4	3		1	1		3				
	Uji Coba Pemasangan Hho Generator				1						3			
	Foglamp						3						3	

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
	Progres Instalasi System												2	
	Headlight Off	3				5		6	2		3	6	4	
	Headlight Cannot Turn Off				3		5					2		
	Headlamp Off	5	2	1		2			3	2	1	3	5	
	Electrical Motor Stater Short				4				2		3		2	
	Cable Hose Spiral Electrick Broken				3			3	2				2	
	Repair Electric Light						2	1		5				
	Repair Electrical Short						2		0	9				
	Connect To Lowbat			1	2					2				
	Inspect - Battery Switch					5	4				2	4		
	Inspect - Install Battery Switch Box								4	4	4	5		
	Install Switch Box Battery					3	4		4	1		3		
	Install Battery Box & Oil Power Stering Leak									1	2	3		
	Progress Pasang Battery					1					2	4		
	Inspect - Fill Up Air Accu					2			3	1			2	
	Inspect - Replace Accu									1				
	Trouble Accu Drop	2		3				4		3			4	
	Trouble Accu Broken		2	2		2				5				
	Replace Accu							2	1	2		2	6	
	Install Drain Valve		5	2		4			14	12		1	2	

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
	Inspect - Install Box Maint Switch							4		1			3	
	Drain Valve				1					3				
Transmission & Clutch System		5	4	5	4	11	11	12	10	5	3	9	4	83
	Gear Transmission Not Working					1								
	Plate & Friction Plate Worn Out		2				1	1						
	Gear Not Shifting											1		
	Trouble Clutch System			1			1	1						
	Gearbox Malfunction				1									
	Gearbox Seal Oil Leaks										1			
	Gear Transmission Not Working									1				
	Gear Not Entry				1									
	Gear Lever Broken							1	1					
	Trouble Gear Lever						1							
	Trouble Gearbox						1							
	Trouble Gearbox Malfunction		1						1					
	High Low Shaft Gearbox Broken								1					
	Overhaul Gear Box	4	1			6	5	3	4		1			
	Oh Gear Box					1	2							
	Jasa Dan Pengadaan Spare Part Untuk Overhaul Gearbox			1										
	Replace Piston Rod Gear Box Ex									1			1	

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
	Bolt Gear Loose													190
	Swing Gearbox			1									1	
	Inspect Clutch Malfunction													
	Trouble Disc Clutch							1						
	Trouble Clutch Malfunction							1				2		
	Clutch Not Working								1				1	
	Clutch Malfunction			1	1	1		3		1	1	6		
	Replace Disc Clutch	1				1								
	Disc Clutch Worn Out			1	1	1		1						
	Inspect - Replace Oil Transmisi									1				
	Hard Transmission								1					
	Hard Transmission								1				1	
	Hydraulic Translifter Not Functional									1				
Engine System		15	10	14	6	8	13	22	13	54	6	19	10	190
	Inspect Engine Over Heat												1	6
	Pump Hydraulic Broken	1				3								
	Trouble No Power							3						
	Inspect -- Low Level Oil Engine									1			1	
	Trouble Engine Malfunction													
	Trouble Engine Throttle Function Abnormal	1											6	

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
	Trouble Engine Cannot Start	6	3	7	3		3	9	4	4	3	6		677
	Engine Throttle Ab Normal		2							3				
	Engine Nosie	2								1				
	Engine Malfunction			2				2	5					
	Penggantian Oil Engine			1						15		8	2	
	Engine Cannot Star													
	Engine Cannot Start - Fuel Empty			1					1			2		
	Engine Off		5	3		5	3			10	2			
	Engine Off - Fuel Empty				3				1					
	Engine Cannot Start - Battery Weak								2					
	Pengambilan Sample Oli						5							
	Trouble Fuel Leak							4				2		
	Trouble Fuel Indicator						1							
	Oil Hydraulic Leak							1			1			
	Fuel Empty	1												
	Trouble Injection Malfunction	4					1	3		10				
	Oil Leak									10		1		
Chassis & Control System		25	9	14	9	7	15	48	57	73	108	154	158	677
	Inspect Rear View												1	
	Trouble Rear Fender Loose									1				

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
	Cover Rearview Mirror										1			
	Connect To Chasis	21	7	10	4	3	5	33	41	49	53	87	102	
	Chassis Lamp Off						1			1				
	Chassis Brake Function Abnormal			1										
	Waiting Connect To Chassis	1												
	Rubber Spring Broken										1	1		
	Repair Door After Accident								1					
	Inspect - Install Horn									1			19	
	Inspect Standardization										11	36		
	Temuan Standardization										4		1	
	Standardization									2		1		
	Apm Leakage								1					
	Trouble Apm Error										1		1	
	Trouble Air System Apm													
	Hose Apm Broken										1			
	Hose Supply Apm Leakage								1				1	
	Inspect Pm											1		
	Temuan Pm											1		
	Temuan Std									1			7	
	Inspect Service										6	13	15	

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
	Service										1			
	Inspect - Display Blank									1				
	Inspect Progress Accident										1			
	Replacement Part Pasca Accident							1						
	Check Unit Pasca Accident By Oprational					1								
	Kebutuhan Part Unit Accident					1								
	Perbaikan Unit Accident				2									
	Perbaikan Accident By Operation			1			2	1	1					
	Accident By Operation	1			2		1	4	1			1		
	Pemeriksaan Kerusakan Unit Accident			1										
	Hard Coupling				1		1							
	Trouble Coupling Malfunction												1	
	Trouble Operator Seat											1		
	Spring Seat Driver												1	
	Trouble Rotary Lamp Off									1		1		
	Trouble Reverse Warning Not Functional			1										
	Hose Wiper Broken										1			
	Hose Expantions											1		
	Cabin Cannot Lock						1							
	Lock Drill Cabin Missing							1						

Penyebab Maintenance		Jumlah Kejadian <i>Unplanned Maintenance</i>												
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Total
	Not Amperer							1						
	Trial Insalasi												1	
	Perbaikan Unit							2					1	
	Re-Sertifikasi Itv												1	
	Penggantian - Side Mirror Crack												1	
	Lock Grill Broken		1											
	Tes										1			
	Safety Belt Remove	1							3		2	1	3	
	Cleaning Nomer Lambung Atas										14			
	V-Stay Broken									1				
	Check Unit						4	4						
	Trouble Safety Belt		1											
	Inspect - Shock Absorber									11		3		
	Inspect - Replace Shock Absorber	1									8	6		
	Replace Shock Absorber					1					1			
	Shock Absorber					1		1	6	4	1		2	
	Progress Shock Absorber Kabin Depan Lh Rusak								2					

Lampiran 19. Dokumentasi Penelitian



Lampiran 20. Biodata Penulis

BIODATA PENULIS

1. Nama : Ahmad Zabrojadul Lucky
2. NRP : 1121040001
3. Program Studi : D4 – Manajemen Bisnis
4. Agama : Islam
5. Status : Belum Menikah
6. Nomor Telepon : 081259151869
7. Jenis Kelamin : Laki-laki
8. Email : ahmadlucky055@gmail.com
9. Tempat, Tanggal Lahir : Lamongan, 21 April 2003



PENDIDIKAN FORMAL			
Pendidikan	Tahun	Tempat Pendidikan	Jurusan
Diploma 4	2021 – 2025	Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya	Teknik Bangunan Kapal
SMA	2018 – 2021	SMAN 1 Paciran	IPA
SMP	2015 – 2018	SMPM 28 Paciran	-