

TUGAS AKHIR - TM 184835

**ANALISIS KERUSAKAN KOMPONEN *FORKLIFT* DAN
PENYUSUNAN PROGRAM PEMERIKSAAN PENGECEKAN
HARIAN (P2H) OLEH *OPERATOR FORKLIFT* DENGAN
METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* DI PT
XYZ**

FADHILAH RIZQI ZAEN

NRP 02111840000128

Dosen Pembimbing

Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.

NIP 198604012015041001

Program Studi Sarjana Teknik Mesin

Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



TUGAS AKHIR - TM184835

**ANALISIS KERUSAKAN KOMPONEN *FORKLIFT* DAN
PENYUSUNAN PROGRAM PEMERIKSAAN
PENGECEKAN HARIAN (P2H) OLEH *OPERATOR*
FORKLIFT DENGAN METODE *RELIABILITY*
CENTERED MAINTENANCE DI PT XYZ**

FADHILAH RIZQI ZAEN

NRP 02111840000128

Dosen Pembimbing

Ari Kurniawan Saputra, S.T, M.T.

NIP 198604012015041001

Program Studi Sarjana Teknik Mesin

Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2022



FINAL PROJECT - TM184835

**FORKLIFT COMPONENT FAILURE ANALYSIS AND
DAILY CHECKING INSPECTION PROGRAM BY
FORKLIFT OPERATOR USING RELIABILITY
CENTERED MAINTENANCE METHOD AT PT XYZ**

FADHILAH RIZQI ZAEN

NRP 02111840000128

Advisor

Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.

NIP 198604012015041001

Undergraduate Study Program of *Mechanical Engineering*

Department of *Mechanical Engineering*

Faculty of Industrial Technology and *Systems Engineering*

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KERUSAKAN KOMPONEN *FORKLIFT* DAN PENYUSUNAN PROGRAM PEMERIKSAAN PENGECEKAN HARIAN (P2H) OLEH *OPERATOR FORKLIFT* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* DI PT XYZ

TUGAS AKHIR

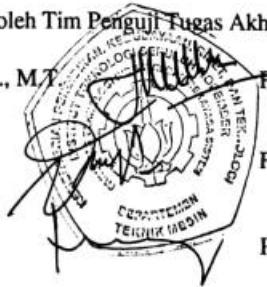
Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi Sarjana Teknik Mesin
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FADHILAH RIZQI ZAEN
NRP. 02111840000128

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T. Pembimbing
2. Dinny Hamany, S.T., M.T. Penguji
3. Witantyo, Ir. M.Eng., Sc. Penguji



SURABAYA

Juli, 2022

APPROVAL SHEET

***FORKLIFT COMPONENT FAILURE ANALYSIS AND DAILY CHECKING
INSPECTION PROGRAM BY FORKLIFT OPERATOR USING RELIABILITY
CENTERED MAINTENANCE METHOD AT PT XYZ***

FINAL PROJECT

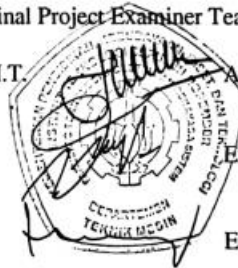
Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a degree Bachelor of *Engineering* at
Undergraduate Study Program of *Mechanical Engineering*
Department of *Mechanical Engineering*
Faculty of Industrial Technology and *Systems Engineering*
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

FADHILAH RIZQI ZAEN
NRP. 02111840000128

Approved by Final Project Examiner Team :

1. Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T. Advisor
2. Dinny Harnany, S.T., M.T. Examiner
3. Witantyo, Ir. M.Eng., Sc. Examiner



SURABAYA

July, 2022

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Fadhilah Rizqi Zaen / 02111840000128

Departemen : Teknik Mesin

Dosen Pembimbing / NIP : Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T. / 198604012015041001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Analisis Kerusakan Komponen Forklift dan Penyusunan Program Pemeriksaan Pengecekan Harian (P2H) oleh Operator Forklift dengan Metode Reliability Centered Maintenance Di PT XYZ" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 28 Juli 2022

Mengetahui

Dosen Pembimbing

Mahasiswa,



(Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.)
NIP. 198604012015041001



(Fadhilah Rizqi Zaen)
NRP. 02111840000128

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : Fadhilah Rizqi Zaen / 02111840000128

Department : Teknik Mesin

Advisor / NIP : Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T./ 198604012015041001

hereby declare that the Final Project with the title of "Forklift Component Failure Analysis and Daily Checking Inspection Program by Forklift Operator Using Reliability Centered Maintenance at PT XYZ" is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing. If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 28 July 2022

Acknowledged

Advisor

Student,



(Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.)
NIP. 198604012015041001



(Fadhilah Rizqi Zaen)
NRP. 02111840000128

ANALISIS KERUSAKAN KOMPONEN *FORKLIFT* DAN PENYUSUNAN PROGRAM PEMERIKSAAN PENGECEKAN HARIAN (P2H) OLEH *OPERATOR FORKLIFT* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* DI PT XYZ

Nama Mahasiswa / NRP : Fadhilah Rizqi Zaen / 02111840000128
Jurusan : Teknik Mesin FTIRS - ITS
Dosen Pembimbing : Ari Kurniawan Saputra S.T., M.T.

Abstrak

Forklift merupakan jenis kendaraan khusus yang digunakan untuk memindahkan dan menyusun barang dalam suatu susunan tertentu. Penggunaan *forklift* dalam industri bertujuan pada efektivitas dan efisiensi operasional. Kecepatan kerja dan efektivitas biaya menjadi salah satu pertimbangan banyak industri yang menggunakan *forklift* sebagai *material handling* dalam operasional perusahaan. Pada penelitian ini telah dilakukan studi pendahuluan dengan melakukan pengamatan secara langsung, dimana dapat diketahui selama periode bulan Februari 2021 s.d. Maret 2022 sebanyak 29.69% unit *forklift* tipe elektrik dan LPG mendapatkan perawatan *preventive* tidak sesuai jadwal dan terjadi rata-rata tiga kerusakan dalam satu bulan pada masing-masing unit *forklift*, kemudian dalam satu bulan sebanyak 16.84% unit *forklift* mengalami *breakdown* unit lebih dari atau sama dengan satu hari. Upaya perawatan terhadap penggunaan *forklift* oleh *operator* belum diterapkan secara maksimal, dimana dapat diketahui bahwa upaya perawatan belum memenuhi standar *Operation & Manual modul* dan tidak adanya standar pengecekan harian oleh *operator forklift* secara menyeluruh.

Penulis menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* dan melakukan analisis terhadap kerusakan komponen *forklift* untuk mengetahui langkah-langkah dalam menanggulangi komponen dengan frekuensi kerusakan dan tingkat kekritisan yang tinggi. Penulis melakukan pencarian penyebab kerusakan komponen dengan metode *Root Cause Failure Analysis*, pengkategorian komponen dengan metode *Logic Tree Analysis*, perhitungan statistik performa *forklift* dengan metode *Total Minimum Downtime*, dan penyusunan program pemeriksaan pengecekan harian oleh *operator forklift* guna memaksimalkan *autonomous maintenance* sebagai salah satu pilar *Total Productive Maintenance*. Kegiatan ini dilakukan oleh *operator* dengan bantuan form checklist dan instruksi pekerjaan yang sudah dibuat.

Pada perhitungan nilai MTBF, terdapat kenaikan nilai pada unit *forklift* tipe elektrik sebesar 57.19 % atau 74.95 jam dan tipe LPG sebesar 86.96% atau 116.29 jam. Pada perhitungan nilai *Availability*, terdapat kenaikan nilai pada unit *forklift* tipe elektrik sebesar 27.77% atau penambahan 5 unit dengan *Availability* diatas 99% dan tipe LPG sebesar 23.07% atau penambahan 3 unit dengan *Availability* diatas 99%.

Kata kunci: *Forklift, Perawatan, Operator, Alat berat*

FORKLIFT COMPONENT FAILURE ANALYSIS AND DAILY CHECKING (P2H) INSPECTION PROGRAM BY FORKLIFT OPERATOR USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE METHOD AT PT XYZ

Student Name / NRP : Fadhilah Rizqi Zaen / 0211184000128
Department : *Mechanical Engineering FTIRS - ITS*
Advisor : Ari Kurniawan Saputra S.T., M.T.

Abstract

A forklift is a special vehicle used to move and arrange goods in a certain arrangement. The use of forklifts in the industry aims at operational effectiveness and efficiency. The speed of work and cost-effectiveness is one of the considerations for many industries that use forklifts for material handling in company operations. In this research, a preliminary study has been carried out by conducting direct observations, which can be seen during the period from February 2021 to d. In March 2022 as many as 29.69% of forklift units of electric and LPG types received preventive maintenance not according to schedule and an average of three breakdowns occurred in one month for each forklift unit, then in one month as many as 16.84% of forklift units experienced a unit breakdown of more than or equal to one day. Maintenance efforts on the use of forklifts by operators have not been implemented optimally, where it can be seen that maintenance efforts have not met the Operation & Manual module standards and there is no daily standard check by forklift operators as a whole.

The author uses the Reliability Centered Maintenance method and analyzes the damage to forklift components to find out the steps in tackling components with a high frequency of damage and a high level of criticality. The author searches for the causes of component damage using the Root Cause Failure Analysis method, categorizes components using the Logic Tree Analysis method, calculates forklift performance statistics using the Total Minimum Downtime method, and prepares a daily checking inspection program by forklift operators in order to maximize autonomous maintenance as one of the pillars of Total Productive Maintenance. This activity is carried out by the operator with the help of a checklist form and work instructions that have been made.

In calculating the MTBF value, there is an increase in the value of the electric type forklift unit by 57.19% or 74.95 hours and the LPG type by 86.96% or 116.29 hours. In calculating the Availability value, there is an increase in the value of the electric forklift unit by 27.77% or the addition of 5 units with Availability above 99% and the LPG type by 23.07% or the addition of 3 units with Availability above 99%.

Keywords: *Forklift, Maintenance, Operator, Heavy equipment*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Analisis Kerusakan Komponen Forklift dan Penyusunan Program Pemeriksaan Pengecekan Harian (P2H) oleh Operator Forklift dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* Di PT XYZ**. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan program Studi Strata I di Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan kepada penulis hingga akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Muh Zaenal Mutaqin dan Ibu Susilawati, serta kakak dan adik penulis, Ghulam Fikri Zaen dan Auria Chessy Zaen yang telah memberikan dukungan dalam segala bentuk dan doa yang tidak ada henti-hentinya agar segala urusan penulis dimudahkan dan dilancarkan oleh Allah SWT.
2. Raudhy Humaer Rabbani selaku pendukung penulis semasa hidup
3. Seluruh penghuni kos cisitua KMKL, terutama Ucup, Iqbal, Putri, dan Valen.
4. Sahabat serta rekan-rekan seperjuangan program MBKM pada PT XYZ angkatan 2021 terutama Muflih, Felix, Frans yang tak henti memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
5. Bapak Subali, selaku Kepala Departemen Mechanical Central Workshop PT XYZ
6. Bapak Husni Habibi, selaku Ass. Supervisor Heavy Equipment Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ
7. Bapak Taufik Dwi Hadmoko, selaku Ass. Supervisor Heavy Equipment Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ
8. Bapak Kojin, selaku Ass. Supervisor Machinery Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ
9. Bapak Triok, selaku Supervisor Fabrication Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ
10. Bu Ike, selaku Admin Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ yang telah banyak membantu dalam pengajuan dokumen.
11. Mbak Zuhda, selaku Admin Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ yang telah banyak membantu dalam pengambilan dokumen.
12. Mas Abiyyu, selaku Foreman Heavy Equipment Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ yang telah membantu dalam pemberian saran dan arahan di lapangan.
13. Pak Imam, selaku Foreman Machinery Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ yang telah membantu dalam pemberian saran dan arahan di lapangan.
14. Pak Agus, selaku Foreman Machinery Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ yang telah membantu dalam pemberian saran dan arahan di lapangan.
15. Mas Indra, selaku Ass. Supervisor Fabrication Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ yang telah membantu dalam pemberian saran dan arahan di lapangan.
16. Pak Vicky, selaku Foreman Heavy Equipment Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ yang telah membantu dalam pemberian saran dan arahan di lapangan.
17. Pak Fendi, selaku Foreman Heavy Equipment Dept. Mechanical Central Workshop PT XYZ yang telah membantu dalam pemberian saran dan arahan di lapangan.

18. Seluruh karyawan PT XYZ yang sudah memberikan arahan dan memfasilitasi program ini.
19. Seluruh personil Dept. Mechanical Central Workshop dan seluruh karyawan PT XYZ yang sudah memberikan banyak pengalaman dan pembelajaran di lapangan dengan rasa kekeluargaan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu. Penulis menyadari dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat menjadi bahan masukan dalam dunia pendidikan ataupun perusahaan dikemudian hari

Surabaya, 28 Juli 2022



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
APPROVAL SHEET.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
STATEMENT OF ORIGINALITY	v
Abstrak	vi
Abstract.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi <i>Forklift</i>	5
2.2 Prinsip Kerja dan Kontruksi <i>Forklift</i>	6
2.3 <i>Safety Operation Forklift</i> OSHA.....	11
2.4 Perawatan.....	13
2.5 Tujuan Perawatan	14
2.6 Konsep Pemeliharaan	15
2.7 Jenis-jenis Perawatan.....	15
2.8 Pemeliharaan Terencana (<i>Planned Maintenance</i>).....	16
2.9 Pemeliharaan Pencegahan (<i>Preventive Maintenance</i>).....	16
2.10 Pemeliharaan Perbaikan (<i>Predictive Maintenance</i>)	17
2.11 Pemeliharaan Tak Terencana (<i>Unplanned Maintenance</i>)	17
2.12 Pemeliharaan Mandiri (<i>Autonomous Maintenance</i>)	18
2.13 <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM)	19
2.14 Prinsip-prinsip <i>Reliability Centered Maintenance</i>	19
2.15 Tahap dalam <i>Reliability Centered Maintenance</i>	20
2.16 Keandalan (<i>Reliability</i>).....	20
2.17 Parameter dan Fungsi Keandalan	21
2.18 Uji Kecocokan Distribusi	23

2.19	<i>Total Productive Maintenance</i>	23
2.20	Model Penentuan Penggantian Pencegahan dengan Kriteria Minimasi <i>Downtime</i>	24
2.21	Frekuensi Pemeriksaan dan Interval Pemeriksaan Optimal	25
2.22	Perhitungan Ketersediaan (<i>Availability</i>).....	26
2.23	Perhitungan Keandalan (<i>Reliability</i>) Sebelum dan Sesudah dilakukan Tindakan Perawatan Pencegahan	26
2.24	<i>Software Minitab</i>	27
2.25	<i>Root Cause Failure Analysis</i> (RCFA).....	28
2.26	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	29
2.27	<i>Logic Tree Analysis</i>	32
2.28	<i>Task Selection</i> (TS).....	33
2.29	Penelitian Terdahulu.....	34
2.29.1	Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim	34
2.29.2	Analisis <i>Productive Maintenance</i> di PT. Sankyu Indonesia Internasional.....	36
2.29.3	Penentuan Interval Waktu <i>Maintenance Forklift</i> Terhadap Komponen Kritis Berdasarkan Data Kerusakan Mesin Menggunakan Metode <i>Preventive Age Replacement</i>	37
2.29.4	Analisis Kerusakan pada <i>Forklift</i> Nichiyu FB20-75C dengan Metode FMEA.....	38
2.29.5	Penjadwalan Perawatan Komponen Kritis dengan Pendekatan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) pada Perusahaan Karet	40
BAB III METODE PENELITIAN		43
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	43
3.2	Tahapan Penelitian	44
3.3	Tahap Pengumpulan Data.....	44
3.4	Tahap Identifikasi Kondisi Aktual	45
3.5	Tahap Pengolahan Data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		49
4.1	Pengumpulan Data.....	49
4.2	Pengolahan Data	49
4.2.1	<i>RAM Analysis</i>	49
4.2.2	<i>Root Cause Failure Analysis</i> (RCFA)	51
4.2.3	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	52
4.2.4	<i>Logic Tree Analysis</i> (LTA)	53
4.2.5	<i>Critically Analysis</i> (CA)	54
4.2.6	<i>Task Selection Road map</i> (Pemilihan Tindakan).....	55
4.2.7	Penentuan Komponen Pengecekan oleh <i>Operator Forklift</i>	56
4.2.8	Instruksi Kerja Pengecekan Komponen oleh <i>Operator Forklift</i>	59

4.2.9	<i>Total Minimum Downtime</i>	65
4.3	Analisis Pengolahan Data Kualitatif	75
4.4	Analisis Pengolahan Data Kuantitatif	91
4.5	Usulan Pemecahan Masalah	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		98
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN A		
LAMPIRAN B		
LAMPIRAN C		

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Frekuensi Kerusakan Unit <i>Forklift</i>	2
Tabel 1.2 Frekuensi <i>Breakdown</i> Unit	3
Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam <i>Fault Tree Analysis</i>	29
Tabel 2.2 Keterangan <i>Severity</i>	30
Tabel 2.3 Keterangan <i>Occurrence</i>	31
Tabel 2.4 Keterangan <i>Detection</i>	31
Tabel 2.5 Kategori Komponen.....	35
Tabel 2.6 Tindakan Perawatan.....	35
Tabel 2.7 Pola Distribusi Kerusakan Komponen Kritis	35
Tabel 2.8 Rata-rata Interval Penggantian Komponen Kritis.....	35
Tabel 2.9 Data TTR dan TTF sistem hidrolik	37
Tabel 2.10 Data TTR dan TTF transmisi.....	37
Tabel 2.11 Data TTF sistem hidrolik dan transmisi	37
Tabel 2.12 Rekapitulasi <i>Mean time to failure</i> (MTTF)	38
Tabel 2.13 Rekapitulasi <i>Mean time to repair</i> (MTTR)	38
Tabel 2.14 Rekapitulasi <i>Availability</i> Komponen.....	38
Tabel 2.15 Nilai <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> , <i>Detection</i> , dan RPN	39
Tabel 2.16 Uraian <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	41
Tabel 2.17 Uraian <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA)	42
Tabel 3.1 Format Kuisisioner <i>Aging Spare Part</i> kepada Mekanik.....	46
Tabel 3.2 Format <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	46
Tabel 3.3 Format <i>Logic Tree Analysis</i> (LTA)	47
Tabel 3.4 Format <i>Critically Analysis</i> (CA).....	47
Tabel 3.5 Format <i>Task Selection</i>	47
Tabel 4.1 Parameter Pengecekan berdasarkan Kerusakan Komponen di Lapangan pada Unit <i>Forklift</i> tipe LPG dan Elektrik	56
Tabel 4.2 Parameter Pengecekan Harian <i>Forklift</i> berdasarkan <i>Operation & Manual modul Forklift</i> tipe <i>Gasoline</i>	57
Tabel 4.3 Parameter Pengecekan Harian <i>Forklift</i> berdasarkan <i>Operation & Manual modul Forklift</i> tipe Elektrik	58
Tabel 4.4 Parameter Pemeriksaan dan Pengecekan Harian (P2H)	59
Tabel 4.5 Data Waktu Kerusakan Unit <i>Forklift</i> FL-28.....	65
Tabel 4.6 Tabel Nilai <i>Anderson-Darling</i>	69
Tabel 4.7 Tabel Nilai <i>Anderson-Darling</i>	71
Tabel 4.8 Perhitungan Inverval pada Unit FL-28 berdasarkan Kriteria <i>Minimum Downtime</i>	72

Tabel 4.9 Perhitungan Keandalan Unit FL-28.....	74
Tabel 4.10 Komponen Kritis	82
Tabel 4.11 Komponen Kritis berdasarkan <i>Flow Block diagram Forklift</i>	83
Tabel 4.12 Analisis Data Kerusakan.....	83
Tabel 4.13 Komponen Kategori <i>Safety Problem</i>	86
Tabel 4.14 Komponen Kategori <i>Outage Problem</i>	87
Tabel 4.15 Komponen Kategori <i>Economic Problem</i>	87
Tabel 4.16 Komponen Kategori <i>Hidden Failure</i>	88
Tabel 4.17 Komponen Kategori <i>Time Directed</i>	89
Tabel 4.18 Komponen Kategori <i>Condition Directed</i>	89
Tabel 4.19 Komponen Kategori <i>Finding Failure</i>	90
Tabel 4.20 Kategori Penilaian Kinerja Vendor Mekanik	96
Tabel 4.21 Parameter Penilaian Kinerja Vendor Mekanik	97
Tabel 4.22 Klausul Asumsi-Akibat dalam Pelaksanaan Perawatan Vendor Mekanik	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Unit <i>forklift</i> di PT XYZ.....	5
Gambar 2.2 Layout Komponen <i>Forklift</i>	7
Gambar 2.3 Anatomi <i>Forklift</i>	7
Gambar 2.4 Diagram Alir Proses <i>Lifting Forklift</i>	8
Gambar 2.5 Alir Proses <i>Travel Forklift</i>	9
Gambar 2.6 Prinsip Kerja Sistem <i>Traction</i>	9
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Sistem <i>Hydraulic</i>	10
Gambar 2.8 Prinsip Kerja Sistem <i>Steering</i>	10
Gambar 2.9 Jenis-jenis Perawatan [25].....	15
Gambar 2.10 <i>Bathtub Curve</i> [24].....	20
Gambar 2.11 Alur <i>Logic Tree Analysis (LTA)</i> [24].....	33
Gambar 2.12 Alur <i>Task Selection Road map</i> (Pemilihan Tindakan Perawatan) [24].....	34
Gambar 2.13 Analisis Diagram <i>Fishbone</i>	36
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	43
Gambar 4.1 Grafik MTBF Sebelum Tindakan Perawatan.....	50
Gambar 4.2 Grafik <i>Availability</i> Sebelum Tindakan Perawatan	51
Gambar 4.3 <i>Root Cause Failure Analysis (RCFA)</i> menggunakan Diagram <i>Fishbone</i>	51
Gambar 4.4 Grafik Tingkat Kekritisan Komponen <i>Forklift</i>	53
Gambar 4.5 Grafik <i>Curve fitting</i> distribusi <i>Weibull</i> untuk data TTF FL-28.....	67
Gambar 4.6 Grafik <i>Curve fitting</i> distribusi Eksponensial untuk data TTF FL-28.....	67
Gambar 4.7 Grafik <i>Curve fitting</i> distribusi Normal untuk data TTF FL-28	68
Gambar 4.8 Grafik <i>Curve fitting</i> distribusi <i>Lognormal</i> untuk data TTF FL-28.....	68
Gambar 4.9 Grafik <i>Curve fitting</i> distribusi <i>Weibull</i> untuk data TTR FL-28.....	69
Gambar 4.10 Grafik <i>Curve fitting</i> distribusi Eksponensial untuk data TTR FL-28.....	70
Gambar 4.11 Grafik <i>Curve fitting</i> distribusi Normal untuk data TTR FL-28.....	70
Gambar 4.12 Grafik <i>Curve fitting</i> distribusi <i>Lognormal</i> untuk data TTR FL-28	71
Gambar 4.13 Diagram Pareto pada Komponen dengan Frekuensi Kerusakan Tertinggi .	76
Gambar 4.14 Diagram Pareto pada Komponen dengan Frekuensi Kerusakan Tertinggi .	76
Gambar 4.15 <i>Fault Tree Seal</i> Hidrolik Bocor.....	77
Gambar 4.16 <i>Fault Tree</i> Kerusakan <i>Micro Processing Unit</i>	78
Gambar 4.17 <i>Fault Tree End rod</i> Rusak.....	79
Gambar 4.18 <i>Fault Tree Engine</i> Tidak Bisa Start.....	80
Gambar 4.19 <i>Fault Tree</i> Suara <i>Engine</i> dan Warna Gas Buang Abnormal	81
Gambar 4.20 <i>Flow Block diagram</i> Komponen <i>Forklift</i>	82

Gambar 4.21 Kurva Keandalan Sekarang dan Usulan Unit FL-28.....	92
Gambar 4.22 Grafik MTBF Metode <i>RAM Analysis</i> Sebelum dan Sesudah Tindakan Perawatan	93
Gambar 4.23 Grafik <i>Availability</i> Metode <i>RAM Analysis</i> Sebelum dan Sesudah Tindakan Perawatan	93
Gambar 4.24 Langkah-langkah Pemeriksaan Pengecekan Harian oleh <i>Operator</i>	94
Gambar 4.25 Skema Kondisi Setelah Dilakukan Program P2H	95
Gambar 4.26 Alur <i>Maintenance</i> Harian P2H oleh <i>Operator</i>	95
Gambar 4.27 Alur Permintaan Spare Part Departemen <i>Heavy Equipment</i>	96

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan pengolahan minyak kelapa sawit terbesar di Indonesia, didukung oleh permintaan minyak makan di dalam dan luar negeri yang kuat. Dalam pemenuhan permintaan tersebut, perusahaan dituntut untuk bertindak cepat dan akurat. Perusahaan selalu diarahkan kepada pencapaian efisiensi dan efektivitas kerja. Salah satu pendukung keberhasilan pencapaian tujuan perusahaan secara efektif dan efisien adalah tersedianya alat berat yang memadai baik secara kondisi maupun ketersediaan.

Dalam industri makanan dan logistik, penggunaan pesawat angkat dan angkut sangat diperlukan keberadaannya seperti untuk transportasi mengangkut barang diperlukan adanya *forklift*. Penggunaan *forklift* dalam industri bertujuan pada efektivitas dan efisiensi operasional. Kecepatan kerja dan efektivitas biaya menjadi salah satu pertimbangan banyak industri yang menggunakan *forklift* sebagai *material handling* dalam operasional perusahaan. Kegiatan perawatan alat berat (*maintenance*) bertujuan untuk meningkatkan kinerja proses produksi maupun pergudangan dalam perusahaan. *Maintenance* merupakan strategi dalam memelihara alat berat dan mencegah supaya tidak terjadinya kerusakan dan mengakibatkan turunnya kinerja pada alat berat tersebut.

Dalam dunia industri, produk merupakan hasil utama dari suatu proses produksi yang terdiri dari input, proses operasi, dan output. Kegiatan pemeliharaan (*maintenance*) terhadap peralatan dan mesin produksi dibutuhkan agar suatu sistem proses produksi dapat terus berjalan. Menurut Assauri (1993), perawatan diartikan sebagai suatu kegiatan pemeliharaan fasilitas pabrik serta mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar suatu keadaan operasi produksi sesuai dengan yang direncanakan. Hal ini dapat dicapai dengan cara mengurangi kemacetan atau kendala sekecil mungkin, sehingga sistem dapat bekerja secara efisien. Pada perusahaan seringkali yang terjadi adalah kelalaian dan perawatan baru dilakukan apabila kerusakan telah terjadi dalam sistem produksi yang menyebabkan penambahan biaya perawatan. Pada saat perawatan dilakukan dengan menyeluruh dan teratur, kontinuitas proses produksi dan umur dari fasilitas produksi akan terjamin. Mesin-mesin produksi yang sudah tua adalah salah satu penyebab utama tingginya *downtime*. Kondisi ini tentu akan mengakibatkan proses produksi pada perusahaan menjadi tidak efisien.

Dalam membuat kondisi alat berat selalu terjaga baik, maka harus selalu dirawat dan dijaga agar tetap awet dan selalu dapat digunakan saat diperlukan. Suku cadang dalam alat berat memiliki umur ekonomis yang beragam, sehingga diperlukan sistem pengecekan secara berkala baik dengan menggunakan parameter waktu maupun durasi pemakaian. Kegiatan pemeliharaan alat berat merupakan tanggung jawab semua karyawan dan mekanik yang bersentuhan langsung dengan alat berat dalam pekerjaannya, dengan demikian *operator* sebagai pengemudi alat berat ikut serta dalam pemeliharaan dan pengecekan alat berat. Pemeriksaan Pengecekan Harian atau biasa kita sebut P2H pada kendaraan sangat penting dilakukan sebelum dipakai beraktivitas, P2H diwajibkan dilakukan dalam kegiatan operasional dalam suatu instansi atau perusahaan. Dalam hal ini *operator* berperan dalam pelaksanaan P2H terkait unit alat berat yang digunakan.

Pada penelitian ini telah dilakukan studi pendahuluan dengan melakukan pengamatan secara langsung, dimana dapat diketahui selama periode bulan Februari 2021 s.d. Maret 2022 sebanyak 70.31% unit *forklift* mendapatkan perawatan *preventive* sesuai jadwal dan terjadi rata-rata 3 kerusakan dalam satu bulan pada masing-masing unit *forklift*.

Tabel 1.1 Frekuensi Kerusakan Unit *Forklift*

Unit	Kerusakan <i>Preventive</i>	Kerusakan <i>Predictive</i>	Ketepatan Jadwal <i>Preventive</i>	Rata Kerusakan Unit / Bulan
	Frekuensi	Frekuensi		
FL-03	14	70	Tidak Sesuai	5.38
FL-05	13	67	Tidak Sesuai	5.15
FL-06	22	57	Sesuai	4.07
FL-07	12	83	Tidak Sesuai	5.93
FL-14	15	69	Tidak Sesuai	4.93
FL-18	15	35	Tidak Sesuai	2.50
FL-26	14	49	Tidak Sesuai	3.50
FL-27	15	35	Tidak Sesuai	2.50
FL-28	14	30	Tidak Sesuai	2.14
FL-29	14	42	Tidak Sesuai	3.00
FL-33	16	53	Tidak Sesuai	3.79
FL-34	16	47	Tidak Sesuai	3.36
FL-35	15	46	Tidak Sesuai	3.29
FL-36	16	51	Tidak Sesuai	3.64
FL-37	14	37	Tidak Sesuai	2.64
FL-38	15	54	Tidak Sesuai	3.86
FL-47	15	41	Tidak Sesuai	2.93
FL-48	15	33	Tidak Sesuai	2.36
FL-49	14	29	Tidak Sesuai	2.07
FL-51	16	41	Tidak Sesuai	2.93
FL-52	15	39	Tidak Sesuai	2.79
FL-61	9	23	Tidak Sesuai	1.64
FL-62	9	10	Tidak Sesuai	0.71
FL-65	15	14	Tidak Sesuai	1.00
FL-66	14	18	Tidak Sesuai	1.29
FL-67	13	11	Tidak Sesuai	0.79
FL-92	13	20	Tidak Sesuai	1.43
FL-93	15	34	Tidak Sesuai	2.43
FL-94	16	35	Tidak Sesuai	2.50
FL-04	18	52	Sesuai	3.71
FL-13	20	41	Sesuai	2.93
FL-17	12	78	Tidak Sesuai	5.57
FL-19	21	86	Sesuai	6.14
FL-24	16	87	Tidak Sesuai	6.21
FL-39	24	80	Sesuai	5.71
FL-40	20	71	Sesuai	5.07
FL-46	14	32	Tidak Sesuai	2.29
FL-55	16	97	Tidak Sesuai	6.93
FL-56	13	77	Tidak Sesuai	5.50
FL-57	12	41	Tidak Sesuai	2.93
FL-58	20	44	Sesuai	3.14
FL-59	17	126	Sesuai	9.00

FL-68	18	28	Sesuai	2.00
FL-69	21	30	Sesuai	2.14
FL-70	19	41	Sesuai	2.93
FL-71	20	40	Sesuai	2.86
FL-72	16	39	Tidak Sesuai	2.79
FL-75	22	40	Sesuai	2.86
FL-76	22	43	Sesuai	3.07
FL-77	16	15	Tidak Sesuai	1.07
FL-78	18	23	Sesuai	1.64
FL-82	15	18	Tidak Sesuai	1.29
FL-89	15	25	Tidak Sesuai	1.79
FL-96	18	17	Sesuai	1.21
FL-97	15	19	Tidak Sesuai	1.36
FL-98	15	12	Tidak Sesuai	0.86
FL-99	17	12	Sesuai	0.86
FL-103	15	21	Tidak Sesuai	1.50
FL-104	15	21	Tidak Sesuai	1.50
FL-105	14	19	Tidak Sesuai	1.36
FL-106	15	19	Tidak Sesuai	1.36
FL-108	16	26	Tidak Sesuai	1.86
\bar{x}			70.31%	3.00

Dalam satu bulan sebanyak 16.84% unit *forklift* mengalami *breakdown* unit lebih dari atau sama dengan satu hari. Penulis melakukan analisis terhadap kerusakan komponen *forklift* sebagai bentuk pemeliharaan untuk menanggulangi *breakdown* unit.

Tabel 1.2 Frekuensi *Breakdown* Unit

	Month						
	Oct	Nov	Des	Jan	Feb	Mar	AVG
<i>Breakdown</i> >=1 Freq.	16	21	16	11	14	19	16.16666667
<i>Breakdown</i> >=3 Freq.	13	14	7	6	11	13	10.66666667
<i>Breakdown</i> >=6 Freq.	9	13	7	5	6	9	8.166666667
<i>Breakdown</i> >=1 Percentage	16.67%	21.88%	16.67%	11.46%	14.58%	19.79%	16.84%
<i>Breakdown</i> >=3 Percentage	13.54%	14.58%	7.29%	6.25%	11.46%	13.54%	11.11%
<i>Breakdown</i> >=6 Percentage	9.38%	13.54%	7.29%	5.21%	6.25%	9.38%	8.51%

Upaya perawatan terhadap penggunaan *forklift* oleh *operator* belum diterapkan secara maksimal, dimana dapat diketahui bahwa upaya perawatan belum memenuhi *standard operation & manual modul* dan tidak adanya standar pengecekan harian oleh *operator forklift* secara menyeluruh (Lampiran A). *Standard operation & manual modul* yang belum diterapkan secara maksimal, dapat memicu terjadinya kerusakan tidak terduga pada *forklift* serta kecelakaan saat bekerja. Program pemeriksaan dan pengecekan harian diperlukan untuk alat berat berupa *forklift* guna memaksimalkan perawatan dan mencegah terjadinya kecelakaan saat bekerja.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil perhitungan performa alat berat secara statistik terhadap *forklift* yang mengalami kerusakan?
2. Bagaimana waktu penetapan jadwal pemeriksaan komponen *forklift* dengan kriteria waktu *downtime* minimum bagi perusahaan?
3. Bagaimana cara menentukan komponen untuk dilakukan pemeriksaan berdasarkan kerusakan di lapangan dari pabrikan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Data kerusakan yang diambil adalah data kerusakan selama periode Februari 2021 sampai dengan Maret 2022.
2. Penelitian berfokus kepada *forklift* bertipe LPG dan elektrik pada *plant* CPC, Texturing, Finishing, dan *Flourmill* yang berada dalam kawasan PT XYZ.
3. Data kuisisioner yang diambil dilakukan dengan wawancara kepada mekanik berpengalaman dalam kawasan PT XYZ.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat kekritisan, kategori kerusakan, dan pemilihan tindakan pemeliharaan pada komponen *forklift* tipe LPG dan elektrik, sehingga *forklift* bisa beroperasi dengan baik dan mengurangi resiko kerusakan yang bisa berakibat pada menurunnya ketersediaan *forklift*.
2. Menyusun program pemeriksaan dan pengecekan harian *forklift* oleh *operator* sebagai upaya perawatan yang dilakukan oleh PT XYZ dalam memenuhi standar keselamatan dan perawatan berdasarkan *Operation & Manual modul forklift* yang berlaku.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilakukan penelitian ini adalah:

1. Penulis mempelajari dan menganalisis penerapan Teknik Manajemen Perawatan dan Manajemen Operasional yang telah diterapkan di Departemen *Mechanical Central Workshop* PT XYZ.
2. Terciptanya hubungan antara PT XYZ dengan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Departemen Teknik Mesin.
3. Sebagai studi banding tentang pengetahuan yang diperoleh di PT XYZ dengan yang dipelajari di perkuliahan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi *Forklift*

Forklift adalah suatu alat yang paling efisien dalam menunjang proses produksi untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam hal pengoperasian, *forklift* diperlukan prosedur kerja yang benar dan aman mulai dari menghidupkan *engine* sampai dengan menjalankannya. Pada alat berat *forklift* terdapat beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian, dimana kesalahan dalam mengoperasikan *forklift* akan mengakibatkan kerusakan pada *forklift* itu sendiri maupun barang yang dipindahkan, selain itu dapat mengakibatkan kecelakaan yang fatal pada *operator* maupun orang-orang yang berada di sekitar.

Pada alat berat ini digunakan dua garpu untuk mengangkat dan menempatkan beban ke posisi yang sulit dijangkau. *Forklift* umumnya terbagi dalam dua kategori, yaitu untuk medan industri dan kasar. *Forklift* umum digunakan dalam gudang rumah, dermaga truk, dan kereta. Mereka memiliki ban kecil yang dirancang untuk berjalan pada permukaan aspal dan didukung oleh sebuah mesin pembakaran internal yang berbahan bakar bensin, solar, atau bahan bakar propana. Beberapa *forklift* industri kecil yang didukung oleh sebuah *motor* listrik berjalan dari baterai internal. *Forklift* medan kasar dirancang untuk berjalan pada permukaan kasar atau permukaan beraspal.

Forklift sekarang ini banyak dibutuhkan untuk pengoperasian gudang. Setiap perusahaan atau perusahaan manufaktur hampir secara keseluruhan memiliki *forklift*. Hampir setiap gudang setidaknya terdapat satu *forklift*, sebuah perangkat yang dapat mengangkat ratusan bahkan ribuan kilogram dengan bantuan dua garpu terbuat dari logam besi. *Forklift* adalah kendaraan seperti truk kecil, yang dikendarai oleh *operator* yang bisa mengangkat kontainer menggunakan dua buah garpu. Komponen *forks* disebut tines atau pisau, terbuat dari baja dan mampu mengangkat berat berton-ton.

Forklift merupakan kendaraan yang difungsikan sebagai alat angkut dalam pemindahan barang berkapasitas besar baik indoor maupun outdoor, termasuk dalam kegiatan bongkar muat barang di pelabuhan, pabrik, gudang, ekspedisi, dan supermarket. *Operator* dapat dengan mudah mengoperasikan alat ini dengan duduk di atas kabin *operator* yang telah disediakan dengan beragam fitur, diantaranya layar LCD digital multi fungsi, tombol kendali kecepatan, alarm, rem otomatis, dan sabuk pengaman [1].



Gambar 2.1 Unit *forklift* di PT XYZ

Hal-hal yang perlu diketahui tentang *forklift* menurut Basuki *et al.*, [1] adalah sebagai berikut:

1. Keselamatan kerja *forklift*

Faktor penyebab kecelakaan pada saat pengoperasian *forklift* adalah:

- a. Faktor manusia
- b. Faktor kendaraan dan lingkungan
- c. Faktor mesin

Berdasarkan ketiga faktor diatas, faktor manusialah yang paling besar pengaruhnya sebagai penyebab terjadinya suatu kecelakaan, contohnya:

- a. Salah dalam pengoperasian
- b. Kurang perawatan dan pemeriksaan sebelum maupun sesudah pengoperasian
- c. Barang yang diletakkan diatas garpu kurang stabil
- d. *Operator* kurang mengetahui kondisi jalan dan menjalankan *forklift* terlalu cepat

2. Pemilihan *forklift*

Klasifikasi *forklift* tergantung atau dipengaruhi beberapa hal antara lain:

- a. Berat dan ukuran dari barang yang diangkat
- b. Kekuatan konstruksi dari *forklift*
- c. Fungsi dan kegunaan *forklift*

2.2 Prinsip Kerja dan Kontruksi *Forklift*

Forklift digolongkan berdasarkan pada bermacam-macamnya konstruksi *forklift*, garpu, dan tenaga penggeraknya [1].

1. Menurut tenaga penggeraknya
 - a. Tenaga penggerak *motor* bensin atau LPG
 - b. Tenaga penggerak diesel
 - c. Tenaga penggerak *motor battery* (elektrik)
2. Posisi garpu (*fork*)
 - a. *Forklift* dengan posisi garpu berada didepan
 - b. *Forklift* dengan posisi garpu berada disamping
3. Menurut konstruksi atau bentuk kelengkapan garpunya
 - a. Garpu dilengkapi dengan penyetabil (*stabilizer fork*)
 - b. Garpu yang dapat berputar (*rotating fork*)
 - c. Garpu dengan Gerakan engsel (*hinged fork*)
 - d. Garpu dengan penjepit beban (*load grab fork*)
 - e. Garpu klam putar (*rotating clamp fork*)
 - f. Garpu geser samping (*side shift fork*)
 - g. Garpu untuk blok beton (*concrete block fork*)
 - h. Alat pengangkat *container* (*container handles*)

Sebuah *forklift* memiliki kemampuan angkat dalam keadaan seimbang (*balance*), diberikan batas kerja aman (*safety margin*) yang ditentukan antara 10% sampai 25% dari beban seimbang. Pada alat berat ini, terdapat beban kerja aman (*safety working load*) yang dapat digunakan antara 75% sampai 90% dari beban seimbang atau beban jungkit (*tipping load*).

Pada umumnya *Forklift* tersusun atas:

1. *Fork*

Fork adalah bagian utama dari sebuah *forklift* yang berfungsi sebagai penopang untuk membawa dan mengangkat barang. *Fork* berbentuk dua buah besi lurus dengan panjang rata-rata 2.5 meter. Posisi peletakan barang di atas pallet masuk ke dalam *fork* menentukan beban maksimal yang dapat diangkat oleh sebuah *forklift*.

2. *Carriage*

Carriage merupakan bagian dari *forklift* yang berfungsi sebagai penghubung antara mast dan *fork*. *Carriage* berfungsi sebagai sandaran dan pengamanan bagi barang-barang dalam pallet untuk transportasi atau pengangkatan.

3. *Mast*

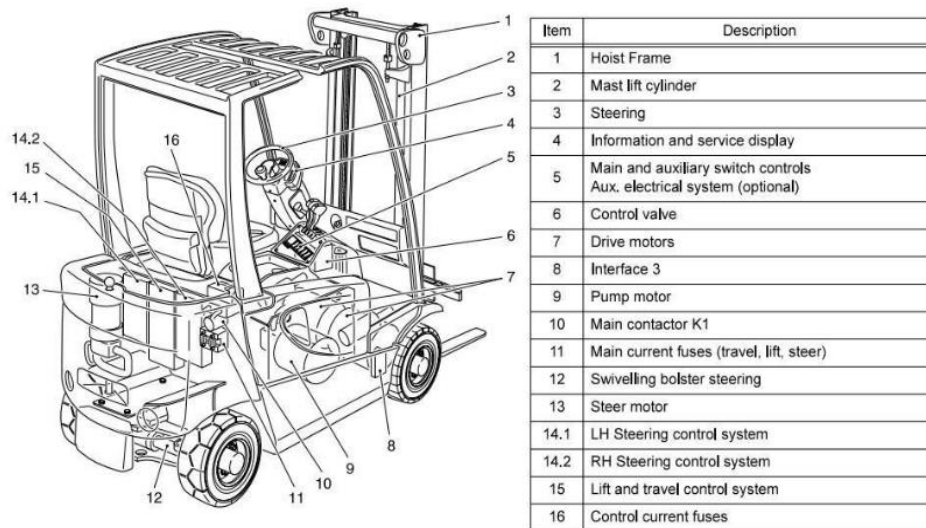
Mast adalah bagian utama terkait dengan fungsi kerja sebuah *fork* dalam *forklift*. *Mast* adalah satu bagian yang berupa dua buah besi tebal yang terkait dengan *hydraulic system* dari sebuah *forklift*. *Mast* ini berfungsi untuk *lifting* dan *tilting*.

4. *Overhead guard*

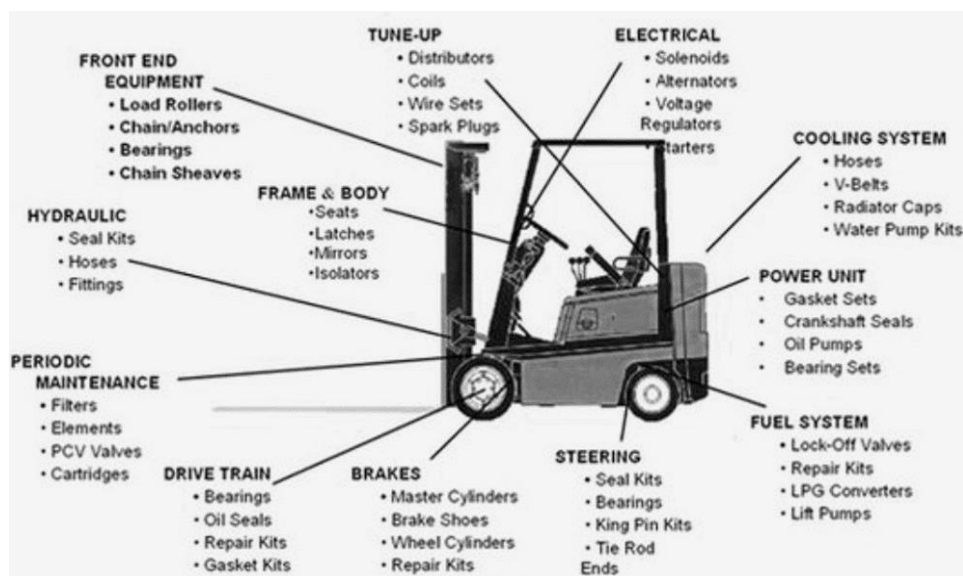
Overhead guard merupakan pelindung bagi seorang *forklift driver*. Fungsi perlindungan ini terkait dengan *safety* user dari kemungkinan terjadinya barang yang jatuh saat diangkat atau diturunkan, sebagai pelindung dari panas dan hujan.

5. *Counterweight*

Counterweight merupakan bagian penyeimbang beban dari sebuah *forklift*. Letaknya berlawanan dengan posisi *fork*.



Gambar 2.2 Layout Komponen *Forklift* [2]

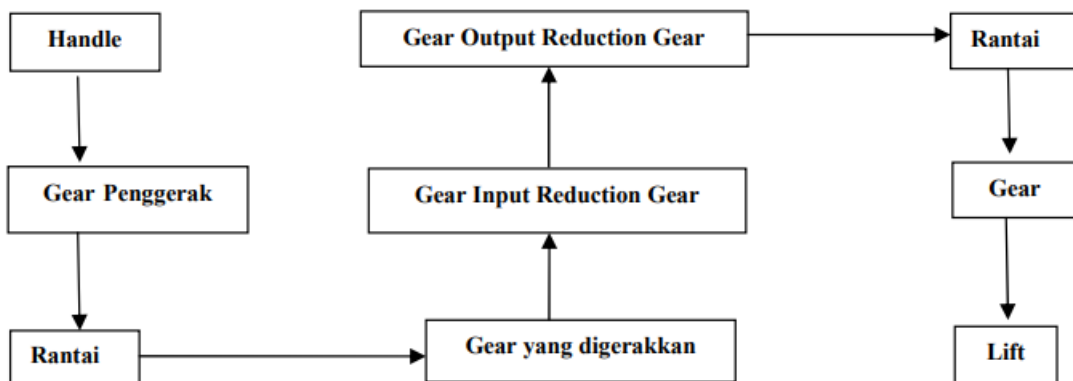


Gambar 2.3 Anatomi *Forklift* [3]

Pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3 ditunjukkan visualisasi komponen dalam *forklift*. Segmentasi komponen dibagi menjadi *electrical, cooling system, power unit, fuel system, steering, power unit, front end equipment, tune-up, frame* dan *body, hydraulic, drive train, dan brakes*. Komponen dalam segmen *electrical* antara lain *solenoids, alternators, voltage regulators, dan starters*. Komponen dalam segmen *cooling systems* antara lain *hoses, v-belts, radiator caps, dan water pump kits*. Komponen dalam segmen *power unit* antara lain *gasket sets, crankshaft seals, oil pumps, dan bearing sets*. Komponen dalam segmen *fuel system* antara lain *lock-off valves, repair kits, LPG converters, dan lift pumps*. Komponen dalam segmen *steering* antara lain *seal kits, bearing, king pin kits, dan tie rod ends*. Komponen dalam segmen *front end equipment* antara lain *load rollers, chain, bearings, dan chain sheaves*. Komponen dalam segmen *hydraulic* antara lain *seal kits, hoses, dan fittings*. Komponen dalam segmen *drive train* antara lain *bearings, oil seals, repair kits, dan gasket kits*. Komponen dalam segmen *brakes* antara lain *master cylinders, brake shoes, wheel cylinders, dan repair kits*.

Prinsip kerja *forklift* menggunakan prinsip tuas atau prinsip keseimbangan. Bilamana prinsip tuas ini diterapkan pada *forklift*, maka akan terlihat bahwa seluruh komponen yang berada didepan titik tumpu termasuk barang diangkat dan disebut beban (*load*), sedangkan seluruh komponen yang berada di belakang titik tumpu (*cabin, counter weight, engine, operator* dan lain-lain) disebut penyeimbang atau dengan kata lain jika beban yang diangkat mempunyai berat yang sama dengan berat penyeimbang maka akan terjadi keseimbangan terhadap *forklift*. Keseimbangan *forklift* terjadi karena berat barang sama dengan berat alat [1].

Fork pada *forklift* sebagai pemegang landasan beban yang mana *fork* ini terpasang pada kerangka (*backrest*) sebagai pembawa garpu dan tiang penyokong *mast*. *Fork assembly* diikatkan ke salah satu ujung rantai dan yang lainnya terikat pada *beam* tiang penyokong. Rantai ini bergerak sepanjang puli (*wheel*) yang melekat pada ujung atas dari batang torak pada *lift* silinder. Puli berputar akibat dari tekanan fluida di dalam *lift* silinder yang mengakibatkan tertariknya salah satu ujung yang terikat pada *beam* tiang penyokong (*outer mast*). Pada saat rantai terikat, maka puli berputar dengan arah gerak naik dan turun oleh gaya tarik yang timbul pada rantai. Pada ujung rantai yang lainnya akan bergerak mengangkat *backrest* dan *fork*-nya sampai ketinggian maksimum yaitu 3 meter.



Gambar 2.4 Diagram Alir Proses *Lifting Forklift*



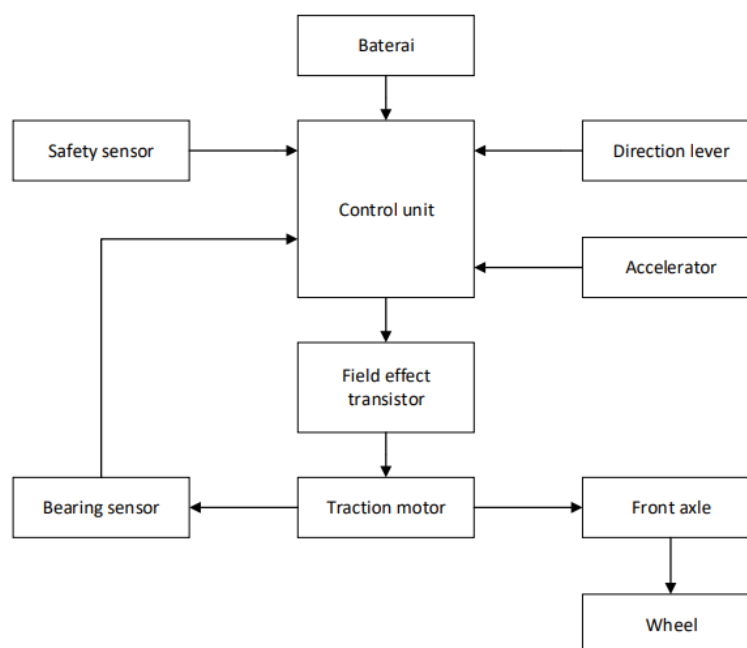
Gambar 2.5 Alir Proses *Travel Forklift*

Dalam *forklift* elektrik, prinsip kerjanya adalah merubah tenaga elektrik menjadi tenaga mekanis. Tenaga elektrik diperoleh dari baterai yang ada pada *forklift* yang kemudian dialirkan menuju *motor* untuk menggerakkan roda dan *hydraulic pump* melalui kontrol elektronik dengan memanfaatkan beberapa sensor dan *potentiometer* agar *motor* bekerja sesuai dengan kebutuhan.

Pada *forklift* tipe ini terdapat 3 *motor* yang memiliki fungsi berbeda, yaitu untuk sistem *traction*, *hydraulic*, serta *steering*. Pada unit *forklift* elektrik yang lama, ketiga *motor* yang digunakan adalah *motor* dengan arus searah (DC). Pada unit *forklift* elektrik Nichiyu FB20-75C sudah menggunakan *motor* arus bolak-balik (AC) untuk sistem *hydraulic* dan sistem *traction*, sedangkan untuk sistem *steering* tetap menggunakan *motor* arus searah (DC).

Sistem kerja *forklift* elektrik Nichiyu FB20-75C dibagi menjadi 3 sistem kerja yaitu:

1. Sistem *Traction*

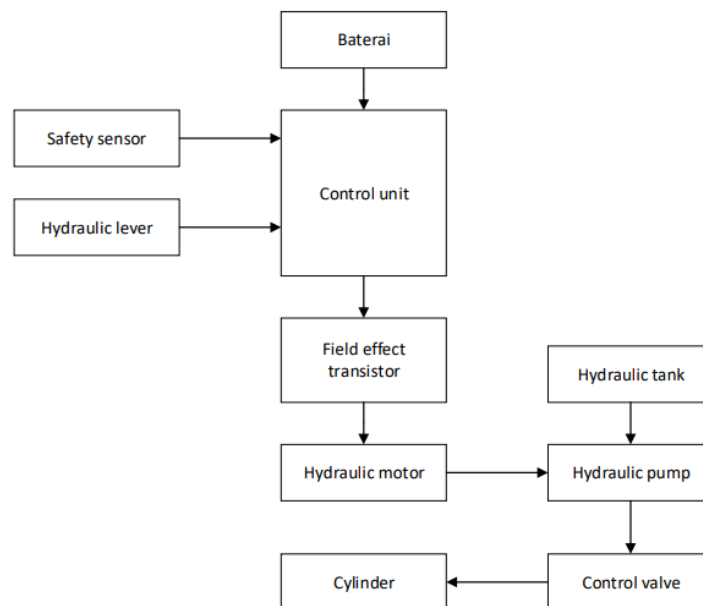


Gambar 2.6 Prinsip Kerja Sistem *Traction*

Sistem *traction* baru bekerja ketika sensor keamanan (*safety sensor*) sudah memberikan sinyal bahwa kendaraan aman untuk bekerja. *Control unit* menerima input dari *directional valve* yang menentukan kearah mana kendaraan harus berjalan. Sinyal dari *potentiometer* yang terdapat pada *accelerator* menentukan besar kecilnya tegangan yang harus dialirkan *control unit* menuju *motor* melalui *field effect transistor*, sehingga unit dapat berjalan dengan kecepatan yang dibutuhkan.

Bearing sensor akan memberikan sinyal balik menuju *control unit* ketika *motor* mulai bergerak. Komponen *control unit* dapat mengetahui kerja dari *motor* sudah selaras dengan input yang diterima *control unit* dari *accelerator*. Putaran *motor* itulah yang kemudian diteruskan oleh *front axle* untuk menjalankan roda bagian depan *forklift*.

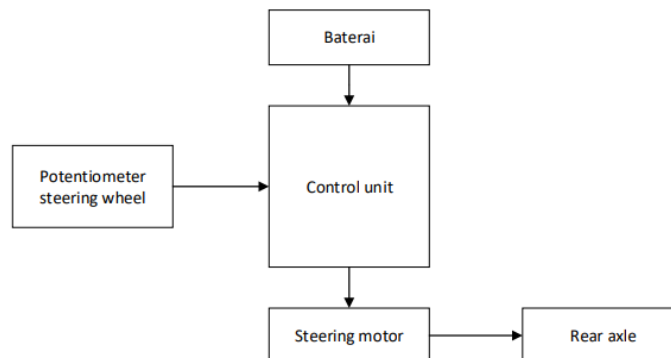
2. Sistem Hydraulic



Gambar 2.7 Prinsip Kerja Sistem Hydraulic

Sistem *Hydraulic* akan bekerja ketika *safety sensor* telah mengirimkan sinyal menuju *control unit* bahwa sistem *hydraulic* telah aman untuk dioperasikan. *Control unit* akan mengalirkan arus listrik menuju *motor hydraulic* melalui *field effect transistor* ketika *hydraulic level* ditekan dan *motor* akan berputar. Putaran *motor* tersebut akan menggerakkan *hydraulic pump* sehingga oli dari *hydraulic tank* akan mengalir menuju *control valve* dan diteruskan menuju *cylinder hydraulic*.

3. Sistem Steering



Gambar 2.8 Prinsip Kerja Sistem Steering

Sistem *steering* berfungsi ketika *steering wheel* diputar. *Potentiometer* yang terdapat pada *steering wheel* akan mengirimkan sinyal menuju *control unit* sehingga *control unit* bisa menggerakkan *motor steering*. Putaran *motor steering* itulah yang digunakan untuk membelokkan roda bagian belakang *forklift* melalui *actuator linkage*.

2.3 Safety Operation Forklift OSHA

Berdasarkan *Occupational Safety and Health Administration (OSHA) et al.*, [4], *forklift* dibagi menjadi 7 klasifikasi, yaitu:

1. *Electric motor ride truck*
2. *Electric motor narrow aisle truck*
3. *Electric motor hand truck*
4. *Internal combustion engine with cushion tires*
5. *Internal combustion engine trucks with pneumatic tires*
6. *Electric and internal combustion engine tractors*
7. *Rough terrain forklift truck*

Pengoperasian *forklift* yang aman membutuhkan persiapan, antisipasi dan perhatian untuk mempertahankan kontrol kendaraan setiap saat. Menurut OSHA *et al.*, [4] hal-hal yang perlu diketahui terkait dengan pengoperasian aman *forklift* sebagai berikut:

Operator harus melakukan pra-operasi dan pemeriksaan operasional untuk memastikan bahwa *forklift* akan beroperasi dengan aman. Hanya *operator* yang terlatih dan dievaluasi yang dapat mengoperasikan *forklift*.

1. Pra-Operasi Inspeksi

OSHA *et al.*, [4] mensyaratkan bahwa semua *forklift* diperiksa setidaknya setiap hari sebelum digunakan. *Forklift* yang digunakan secara *round the clock* harus diperiksa setiap pergantian *shift*.

Operator harus melakukan pra-mulai pemeriksaan visual dengan kunci *off* dan kemudian melakukan pemeriksaan operasional dengan mesin menyala. *Forklift* tidak harus ditempatkan dalam daftar penggunaan, jika pemeriksaan menunjukkan bahwa kendaraan mungkin tidak aman untuk beroperasi.

Sebuah kendaraan membutuhkan perbaikan, rusak atau dengan cara apapun yang tidak aman, tidak harus didorong dan harus dibawa keluar dari tempat penggunaannya. Setiap masalah harus dicatat pada dokumen yang sesuai dan dilaporkan kepada *supervisor*.

Pada kondisi sebelum memulai mengoperasikan *forklift*, *operator* melakukan pra-operasi dengan memeriksa berbagai hal, tidak terbatas pada:

- a. Tingkatan cairan-minyak, air, dan cairan hidrolik
- b. Kebocoran, retak, atau cacat terlihat lainnya termasuk selang hidrolik dan rantai tiang
- c. Kondisi ban dan tekanan
- d. Kondisi garpu termasuk klip penahan pin atas dan tumit
- e. Beban ekstensi sandaran
- f. Penjaga jari
- g. *Decals* dan *nameplates*. Pastikan semua *decals* peringatan dan piring berada di tempat dan dapat dibaca. Periksa bahwa informasi pada papan nama sesuai model dan nomor seri dan lampiran
- h. Pengguna *operator* pada *forklift* dan dapat dibaca
- i. Semua perangkat keselamatan bekerja dengan benar termasuk sabuk pengaman

2. Pemeriksaan operasional

Operator harus melakukan pemeriksaan operasional dengan mesin menyala, setelah menyelesaikan pemeriksaan pra-operasi. Pemeriksaan ini meliputi:

- a. *Accelerator linkage*
- b. Rem
- c. Pengemudian
- d. Mendorong katrol maju dan mundur
- e. Kontrol miring depan dan belakang
- f. Menaikkan dan menurunkan kontrol
- g. Garpu
- h. Lampu
- i. *Back up alarm*
- j. *Hourmeter*

3. Penghapusan dari daftar penggunaan

- a. Potensi bahaya
 1. Kerusakan mekanis
 2. Api
 3. *Overheating*
 4. Kebocoran
- b. Persyaratan dan rekomendasi
 1. Kondisi dimana *forklift* harus dihapus dari daftar penggunaan. *Operator* harus berhenti, parkir kendaraan, dan mendapatkan bantuan jika mencatat kondisi ini saat mengemudi,.
 2. Setiap *forklift* dalam kondisi yang tidak aman harus dihapus dari daftar penggunaan. Semua perbaikan dilakukan oleh petugas berwenang.
 3. Cacat saat ditemui harus segera dilaporkan dan diperbaiki.
 4. Setiap kendaraan yang memancarkan percikan bahaya atau api dari sistem pembuangan harus segera dihapus dari daftar penggunaan, dan tidak kembali ke daftar penggunaan sampai penyebab emisi bunga api dan api tersebut telah dieliminasi.
 5. Kondisi akan berbahaya ketika suhu *forklift* didapati lebih dari suhu operasi normal. *Forklift* harus dihapus dari daftar penggunaan dan tidak kembali ke daftar penggunaan sampai penyebab seperti *overheating* telah dieliminasi.
 6. Tidak ada *forklift* harus dioperasikan dengan kebocoran di sistem bahan bakar sampai kebocoran telah diperbaiki.

4. Pemeliharaan

Pemeliharaan terjadwal sangat penting untuk operasi yang aman dari *forklift*. *Operator* tidak dianjurkan untuk mengoperasikan *forklift* yang membutuhkan perawatan dan selalu melaporkan masalah perbaikan kepada atasan serta mengikuti prosedur perusahaan.

- a. Potensi bahaya:
 1. Penyadaran *forklift* atau geser karena minyak, kebocoran, dan tumpahan.
 2. Kerusakan mekanis karena pemeliharaan yang buruk.
 3. Kecelakaan dan cedera akibat peralatan kerja yang tidak benar.
- b. Persyaratan dan rekomendasi praktek:
 1. Tidak pernah mengoperasikan kendaraan yang membutuhkan perawatan atau dengan cara apapun yang tidak aman.
 2. Hapus dari setiap daftar penggunaan, jika *forklift* tidak dalam kondisi operasi yang aman. Semua perbaikan harus dilakukan oleh petugas yang berwenang.

Jangan mencoba untuk memperbaiki sendiri kecuali terlatih dan berwenang untuk melakukannya.

3. Melakukan perawatan *preventif* sesuai dengan rekomendasi penjadwalan pabrikan.

2.4 Perawatan

“*Maintenance is routine recurring work, which is necessary to retain equipment in a state in which it can perform its intended function. Maintenance is performed to ensure equipment availability in industry so as to compete in global market. Maintenance has changed more than any other management discipline during the past twenty years. In early ages, the maintenance strategi was breakdown maintenance, as there was no awareness of downtime. But with passafe of time, increased complexity of machines led to the prevention maintenance in second generation, and then maintenance strategies and objectives have rapidly changed from preventive maintenance to condition monitoring*” [5].

Pemeliharaan adalah pekerjaan berulang yang dilakukan secara rutin, yang diperlukan untuk mempertahankan peralatan dalam suatu perusahaan di mana ia dapat melakukan fungsi yang ditujukan. Pemeliharaan dilakukan untuk memastikan ketersediaan peralatan di industri sehingga dapat bersaing di pasar global. Pemeliharaan telah mengalami perubahan dari disiplin manajemen lainnya selama dua puluh tahun terakhir. Pada awal usianya, strategi pemeliharaan yang diterapkan hanya pemeliharaan *breakdown* karena tidak kesadaran *downtime*. Pada berjalannya waktu, peningkatan kompleksitas mesin menyebabkan pencegahan pemeliharaan di generasi kedua, kemudian strategi pemeliharaan dan tujuannya mengalami perubahan menjadi pemeliharaan *preventif* untuk pemantauan kondisi [5].

Dalam Bahasa Indonesia, pemakaian istilah *maintenance* sering kali diterjemahkan sebagai perawatan atau pemeliharaan. Perawatan atau pemeliharaan (*Maintenance*) adalah konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas atau mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. Ebeling *et al.*, [6] mendefinisikan perawatan sebagai bentuk kegiatan yang dilakukan mencapai hasil yang mampu mengembalikan item atau mempertahankan pada kondisi yang selalu dapat berfungsi.

Al-Turki memodelkan proses perawatan sebagai proses transformasi ringkas dalam sistem perusahaan yang digambarkan dalam model *black box* input-output dimana proses pemeliharaan yang dilakukan akan mempengaruhi tingkat ketersediaan (*availability*) fasilitas produksi, laju produksi, kualitas produk akhir (*end product*), ongkos produksi dan keselamatan operasi. Faktor-faktor ini selanjutnya akan mempengaruhi tingkat keuntungan (*profitability*) perusahaan. Proses perawatan yang dilakukan tidak saja membantu kelancaran produksi sehingga produk yang dihasilkan tepat waktu diserahkan kepada pelanggan. Perawatan yang dilakukan menjaga fasilitas dan peralatan tetap dalam efektif dan efisien, dimana sasarannya adalah mewujudkan nol kerusakan (*zero breakdown*) pada mesin-mesin yang beroperasi [7].

Dalam menjaga berkesinambungan proses produksi pada fasilitas dan peralatan seringkali dibutuhkan kegiatan pemeliharaan seperti pembersihan (*cleaning*), inspeksi (*inspection*), pelumasan (*oiling*) serta pengadaan suku cadang (*stock spare part*) dari komponen yang terdapat dalam fasilitas industri [7].

Pelaksanaan perawatan industri, membutuhkan komunikasi yang jelas diantara konseptor dengan pelaksanaan perawatan. Pada perawatan industri terdapat beberapa istilah perawatan yang seringkali kita dengar dan perlu kiranya dipahami secara detail, antara lain [8]:

- a. *Inspection* (Inspeksi)

Inspeksi adalah kegiatan pengecekan untuk mengetahui keberadaan atau kondisi dari fasilitas produksi. Inspeksi berupa aktivitas yang membutuhkan panca indra dan analisis

yang kuat dari setiap pelaksana, bahkan adapula yang melakukannya dengan alat bantu, sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat lebih mendekati kondisi nyata (akurat).

b. *Repair* (Perbaikan)

Repair adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi mesin yang mengalami gangguan, sehingga dapat beroperasi seperti sebelum terjadi gangguan tersebut, dimana prosesnya hanya dilakukan untuk perbaikan yang sifatnya kecil (perbaikan setempat). *Repair* seringkali tidak terlalu banyak mengganggu kontinuitas proses produksi.

c. *Overhaul* (Perbaikan menyeluruh)

Overhaul adalah aktivitas perbaikan menyeluruh, aktivitas ini memiliki makna yang sama dengan *repair*, hanya saja ruang lingkupnya lebih besar. Perawatan ini dilakukan apabila kondisi mesin (fasilitas) dalam berada rusak parah, sementara kemampuan untuk mengganti yang baru tidak ada. *Overhaul* dapat mengganggu kegiatan produksi dan membutuhkan biaya yang besar. Contoh kegiatan *overhaul*, yaitu turun mesin dari mobil, dilakukan jika kondisi mesin rusak parah.

d. *Replacement* (Penggantian)

Replacement adalah kegiatan penggantian mesin. Mesin yang memiliki kondisi yang lebih baik seringkali akan menggantikan mesin sebelumnya. *Replacement* dilakukan jika kondisi alat sudah tidak memungkinkan lagi untuk beroperasi, atau sudah melewati umur ekonomis penggunaan. *Replacement* membutuhkan investasi yang besar bagi perusahaan, sehingga alternatif ini biasanya menjadi pilihan terakhir setelah *repair* dan *overhaul*.

2.5 Tujuan Perawatan

Proses perawatan secara umum bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan. Proses perawatan atau sistem perawatan merupakan sub sistem dari sistem produksi, dimana tujuan sistem produksi tersebut adalah [7]:

- a. Memaksimalkan *profit* dari peluang pasar yang tersedia.
- b. Memperhatikan aspek teknis dan ekonomis pada proses konversi *material* menjadi produk.

Pada proses perawatan ini dilakukan dengan pendekatan nilai fungsi dan fasilitas atau peralatan produksi, sehingga sistem perawatan dapat membentuk tercapainya tujuan tersebut dengan cara:

1. Meminimasi *downtime*
2. Memperbaiki kualitas
3. Meningkatkan produktivitas
4. Menyerahkan pesanan tepat waktu

Mesin atau peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai sehubungan dengan adanya kegiatan *maintenance* ini. Tujuan utama pemeliharaan dapat diidentifikasi sebagai berikut [9]:

1. Memperpanjang umur dari mesin atau fasilitas
2. Menjamin ketersediaan peralatan yang digunakan untuk kegiatan produksi atau jasa agar dapat digunakan secara optimal
3. Menjamin kesiapan operasional keseluruhan peralatan agar dapat digunakan dalam keadaan darurat setiap dibutuhkan, misalnya seperti unit yang digunakan sebagai cadangan
4. Menjamin keselamatan kerja *operator* yang menggunakan peralatan tersebut

2.6 Konsep Pemeliharaan

Pengertian pemeliharaan atau perawatan (*maintenance*) adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya, sampai pada suatu kondisi yang bisa diterima. Pengertian lain dari pemeliharaan adalah kegiatan menjaga fasilitas-fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan agar tercapai suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan dan sesuai dengan yang direncanakan. Manajemen perawatan (*maintenance management*) adalah pengorganisasian perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas produksi. Pada konsep dalam pemeliharaan terdapat tiga konsep sebagai berikut[7]:

a. Konsep keandalan (*Reliability*)

Probabilitas suatu komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang ditetapkan dalam jangka waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasional tertentu. Keandalan berarti kemampuan suatu peralatan untuk bertahan dan tetap beroperasi sampai batas waktu tertentu.

b. Konsep pemanfaatan (*Utility*)

Probabilitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi yang telah ditentukan selama periode waktu tertentu dimana dilakukan perawatan sesuai dengan prosedur yang seharusnya. Keterawatan suatu peralatan dapat didefinisikan sebagai probabilitas peralatan tersebut untuk bisa diperbaiki pada kondisi tertentu dalam periode waktu tertentu pada kondisi tertentu dalam periode waktu tertentu.

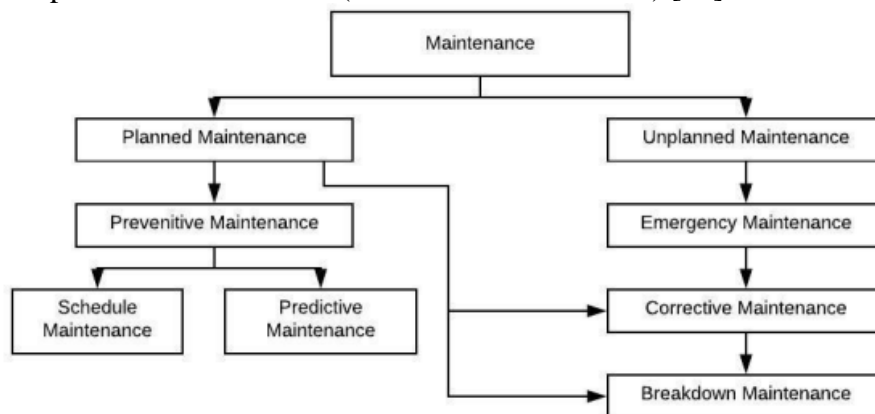
c. Konsep ketersediaan (*Availability*)

Ketersediaan adalah probabilitas suatu komponen atau sistem menunjukkan kemampuan yang diharapkan pada suatu waktu tertentu ketika dioperasikan dalam kondisi operasional tertentu. Ketersediaan dapat diinterpretasikan sebagai persentase waktu operasional sebuah komponen atau sistem selama interval waktu tertentu.

Ketersediaan berbeda dengan keandalan, dimana ketersediaan adalah probabilitas komponen berada dalam kondisi tidak mengalami kerusakan dan diperbaiki atau dipulihkan kemali pada kondisi operas normalnya.

2.7 Jenis-jenis Perawatan

Berdasarkan sifat pemeliharaan fasilitas, jenis kegiatan perawatan dibagi dalam dua bentuk. Bentuk pertama, yaitu pemeliharaan tidak terencana (*unplanned maintenance*) atau dikenal dengan (*breakdown maintenance*). Bentuk kedua, yaitu pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) yang dikelompokkan menjadi pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*) [10].



Gambar 2.9 Jenis-jenis Perawatan [11]

2.8 Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance*)

Planned Maintenance merupakan pemeliharaan yang diorganisasikan dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Pemeliharaan perencanaan ini mengacu pada rangkaian proses produksi. Pemeliharaan Terencana adalah jenis pemeliharaan yang diorganisir, terencana, pelaksanaannya sesuai jadwal, pengendalian dan pencatatan jadwal. Keuntungan *Planned Maintenance* antara lain [12]:

1. Pengurangan pemeliharaan darurat, ini tidak diragukan lagi merupakan alasan utama untuk merencanakan kerja pemeliharaan.
2. Pengurangan waktu nganggur, hal ini tidaklah sama dengan pengurangan waktu reparasi pemeliharaan darurat. Waktu yang digunakan untuk pembelian suku cadang, baik dibeli dari luar atau dibuat lokal, mengakibatkan waktu nganggur meskipun pekerjaan darurat tersebut misalnya hanya memasang bagian mesin yang tidak lama.
3. Meningkatkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi, hal ini sangat erat hubungannya dengan pengurangan waktu nganggur pada mesin atau pelayanan.
4. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan dan produksi.
5. Pengurangan penggantian suku cadang.
6. Meningkatkan efisiensi mesin atau peralatan.

2.9 Pemeliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Preventive Maintenance adalah perawatan suatu peralatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya *breakdown* secara kontinu dan periodik serta dengan perlakuan khusus sesuai dengan spesifikasi yang ada pada peralatan tersebut. *Preventive maintenance*, merupakan bagian dari suatu kerusakan yang mungkin akan terjadi pada peralatan melalui pemeriksaan yang kontinu dan periodik [7]. *Scheduled Maintenance* (perawatan terjadwal) merupakan bagian dari perawatan pencegahan. Perawatan ini bertujuan mencegah terjadi kerusakan dan perawatannya dilakukan secara periodik dalam rentang waktu tertentu. Strategi perawatan ini disebut sebagai perawatan berdasarkan waktu (*time based maintenance*).

Kegiatan pemeliharaan dan perawatan dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi menjadi kerusakan pada saat digunakan dalam berproduksi. Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh perusahaan dibedakan atas [7]:

1. *Routine Maintenance*, yaitu kegiatan pemeliharaan terhadap kondisi dasar mesin dan mengganti suku cadang yang aus atau rusak yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Contoh kegiatan, yaitu pembersihan peralatan, pelumasan atau pengecekan oli, pengecekan bahan bakar, pemanasan mesin-mesin sebelum dipakai berproduksi.
2. *Periodic Maintenance*, yaitu kegiatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu misalnya satu minggu sekali, dengan melakukan inpeksi secara berkala dan berusaha memulihkan bagian mesin yang cacat atau tidak sempurna. Contoh penyetulan katup-katup pemasukan dan pembuangan, pembongkaran mesin untuk penggantian *bearing*.
3. *Running Maintenance* merupakan pekerjaan perawatan yang dilakukan pada saat fasilitas produksi dalam keadaan bekerja. Perawatan ini termasuk cara perawatan yang direncanakan untuk diterapkan pada peralatan atau pemesinan dalam keadaan operasi. Pemeliharaan ini seringkali diterapkan pada mesin-mesin yang harus terus menerus beroperasi dalam melayani proses produksi. Kegiatan perawatan dilakukan dengan jalan mengawasi secara aktif (monitoring).
4. *Shutdown Maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang hanya dapat dilakukan pada waktu fasilitas produksi sengaja dimatikan atau dihentikan.

Perawatan pencegahan dilakukan untuk menghindari suatu peralatan atau sistem mengalami kerusakan. Pada kenyataannya mungkin tidak diketahui bagaimana cara untuk menghindari adanya kerusakan. Beberapa alasan untuk melakukan perawatan pencegahan, antara lain [4]:

1. Menghindari terjadinya kerusakan.
2. Mendeteksi awal terjadinya kerusakan.
3. Menemukan kerusakan yang tersembunyi.
4. Mengurangi waktu menganggur.
5. Menaikkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi.
6. Pengurangan penggantian suku cadang, sehingga membantu pengendalian persediaan.
7. Meningkatkan efisiensi mesin.
8. Memberikan pengendalian anggaran dan biaya yang diandalkan.

2.10 Pemeliharaan Perbaikan (*Predictive Maintenance*)

Predictive Maintenance adalah pemeliharaan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan (*failure*) suatu sarana, dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu yang teratur dan ditentukan sebelumnya, pelaksanaan tingkat reparasi selanjutnya tergantung pada apa yang ditemukan selama pemeriksaan [12].

Bentuk pemeliharaan terencana yang paling maju ini disebut pemeliharaan prediktif dan merupakan teknik penggantian komponen pada waktu yang sudah ditentukan sebelum terjadi kerusakan, baik berupa kerusakan total ataupun titik dimana pengurangan mutu telah menyebabkan mesin bekerja dibawah standar yang ditetapkan oleh pemakainya. Bagaimana baiknya suatu mesin dirancang, tidak bisa dihindari lagi pasti terjadi sejumlah keausan dan memburuknya kualitas mesin. Sesudah mengoptimumkan desain untuk mesin dengan metode perancangan pengurangan pemeliharaan, tetap saja kita masih mengetahui bahwa bagian-bagian mesin akan haus, berkurang kualitasnya dan akhirnya rusak dengan tingkat yang dapat diramalkan jika dipakai pada kondisi penggunaan normal konstan [12].

2.11 Pemeliharaan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Unplanned Maintenance adalah pemeliharaan yang dilakukan karena adanya indikasi atau petunjuk bahwa adanya tahap kegiatan proses produksi yang tiba-tiba memberikan hasil yang tidak layak. Pemeliharaan tidak terencana adalah pemeliharaan yang dilaksanakan berdasarkan situasi dan kondisi saat tertentu dan cenderung mendesak. Dalam hal ini perlu dilakukan kegiatan pemeliharaan atas mesin secara tidak berencana. *Unplanned Maintenance* terdiri dari:

1. *Emergency maintenance* (Perawatan darurat)

Pemeliharaan yang dilakukan seketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdeteksi sebelumnya (tak terduga). *Emergency Maintenance* dilakukan untuk mencegah akibat serius yang akan terjadi jika tidak dilakukan penanganan segera.

2. *Breakdown maintenance* (Perawatan kerusakan)

Perawatan kerusakan dapat diartikan sebagai kebijakan perawatan dengan cara mesin atau peralatan dioperasikan hingga rusak, kemudian baru diperbaiki atau diganti.

3. *Corrective maintenance* (Perawatan penangkal)

Pemeliharaan yang dilaksanakan karena adanya hasil produk (setengah jadi maupun barang jadi) tidak sesuai dengan rencana, baik mutu, biaya, maupun ketepatan waktu. Pemeliharaan ini dilakukan ketika terjadi kekeliruan dalam mutu atau bentuk barang, maka perlu diamati tahap kegiatan proses produksi yang perlu diperbaiki (koreksi).

Berbagai jenis pemeliharaan di atas diharapkan dapat menjadi alternative untuk melakukan pemeliharaan sesuai dengan kondisi yang dialami perusahaan. PSelektif pemeliharaan yang baik adalah

pemeliharaan yang tidak mengganggu jadwal produksi atau dijadwalkan sebelum kerusakan mesin terjadi sehingga tidak mengganggu produktifitasnya mesin [12].

2.12 Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

Perawatan mandiri adalah Kegiatan yang dirancang untuk melibatkan *operator* dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Perawatan mandiri ini dirancang untuk melibatkan *operator* dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut seperti pembersihan, pelumasan, pengencangan mur atau baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan, dan reparasi sederhana. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan *operator* yang mampu mendeteksi berbagai sinyal dari kerugian (*loss*) dan menciptakan tempat kerja yang rapi dan bersih, sehingga setiap penyimpangan dari kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu sekejap. Dalam perawatan mandiri ada 5 langkah, yaitu [12]:

1. Pembersihan awal. Kegiatan yang dilakukan dalam Langkah ini adalah:
 - a. Menyingkirkan item yang tidak diperlukan dan jarang digunakan, yang dapat mengganggu kinerja alat dan mengurangi kualitas.
 - b. Menghilangkan debu dan kotoran dari peralatan dan sekelilingnya.
 - c. Mengenali pengaruh kontaminasi yang membahayakan keselamatan kerja kualitas dan peralatan.
 - d. Mengungkapkan permasalahan, seperti kerusakan kecil, sumber kontaminasi, dan area yang sulit dibersihkan.
 - e. Mengamati dan memperbaiki kerusakan pada peralatan.
2. Pencegahan sumber kontaminasi dan tempat yang sulit dibersihkan. Kegiatan awal yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
 - a. Mengendalikan dan melihat berbagai sumber kontaminasi dan bagianbagian yang sulit dibersihkan yang telah didaftar dan dikaitkan dengan pengaruhnya terhadap keselamatan kerja, kualitas, dan peralatan.
 - b. Mengambil langkah-langkah untuk perbaikan dalam rangka menyelesaikan pembersihan peralatan dalam waktu yang telah ditentukan.
 - c. Mempelajari tentang keselamatan kerja dan kualitas, dan prinsip proses produksi melalui tindakan-tindakan perbaikan terhadap sumber-sumber kontaminasi.
3. Pengembangan standar pembersihan dan pelumasan. Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
 - a. Mengadakan program pendidikan untuk pelumasan kepada *operator*.
 - b. Mengembangkan inspeksi pelumasan secara menyeluruh.
 - c. Memeriksa semua titik dan permukaan lokasi pelumasan.
 - d. Mengamati dan memperbaiki bagian-bagian yang rusak pada peralatan yang berkaitan dengan pelumasan.
 - e. Meningkatkan metode kerja dan peralatan supaya dapat menyelesaikan pelumasan atau pembersihan dalam waktu yang telah ditentukan.
4. Inspeksi menyeluruh. Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
 - a. Melaksanakan pendidikan dan pelatihan untuk setiap kategori, seperti *electrical*, *power transmission*, dan lain-lain.
 - b. Menciptakan inspeksi menyeluruh pada bagian-bagian yang rusak.
5. Pengembangan *standard* perawatan mandiri. Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:
 - a. Menetapkan *standard* dan jadwal perawatan mandiri untuk menyelesaikannya.
 - b. Membersihkan, melumasi dan menginspeksi peralatan.

- c. Meningkatkan metode kerja dan peralatan supaya dapat menyelesaikan rutinitas pembersihan, pelumasan dan inspeksi dalam waktu yang telah ditentukan.
6. Pelaksanaan perawatan mandiri dan kegiatan peningkatan berkesinambungan.

2.13 Reliability Centered Maintenance (RCM)

“RCM is a structured framework and a logical process of optimizing maintenance resources for physical asset’s maintenance in its operating context. RCM is focused on preserving system functions, rather than preserving physical asset. RCM analyzes the functions, potential failures of equipment and it is a sevenreview step philosophy to evaluate “inherent reliability”, with risk management. RCM is possible with the selection of an effective maintenance strategy that will offer “inherent reliability” of equipment” [5].

RCM adalah suatu kerangka kerja yang terstruktur dan proses logis mengoptimalkan sumber perawatan untuk pemeliharaan aset fisik dalam konteks operasinya. RCM adalah berfokus pada melestarikan fungsi sistem, bukan melestarikan aset fisik. RCM analisis fungsi, potensi kegagalan peralatan dan itu adalah langkah filosofi tujuh *review* untuk mengevaluasi “keandalan yang melekat”, dengan manajemen risiko. RCM adalah suatu sistem perawatan yang memungkinkan dengan pemilihan strategi perawatan yang efektif yang akan menawarkan keandalan yang melekat pada peralatan [5].

Reliability Centered Maintenance (RCM) merupakan suatu metode perawatan yang memanfaatkan informasi yang berkenaan dengan keandalan suatu fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif, efisien dan mudah untuk dilaksanakan. Pada penggunaan metode RCM, dapat diperoleh informasi apa saja yang harus dilakukan untuk menjamin mesin atau peralatan dapat terus beroperasi dengan baik. *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengembangkan dan memilih alternatif desain pemeliharaan berdasarkan kriteria keselamatan operasional [8].

Tujuan dari RCM adalah sebagai berikut [13]:

1. Mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (*maintainability*) baik.
2. Memperoleh informasi yang penting untuk melakukan *improvement* pada desain awal yang kurang baik.
3. Mengembangkan sistem *maintenance* yang dapat mengembalikan kepada *reliability* dan *safety* seperti awal mula equipment dari deteriorasi yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan.
4. Mewujudkan semua tujuan di atas dengan biaya minimum.

2.14 Prinsip-prinsip Reliability Centered Maintenance

Prinsip dalam *reliability centerd maintenance* terbagi atas 7 yaitu [14]:

1. RCM memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu sistem atau alat agar beroperasi tetapi memelihara agar fungsi sistem atau alat tersebut sesuai dengan harapan.
2. RCM lebih fokus kepada fungsi sistem dari pada suatu komponen tunggal, yaitu apakah sistem masih dapat menjalankan fungsi utama jika suatu komponen mengalami kegagalan.
3. RCM berbasis pada kehandalan yaitu kemampuan suatu sistem atau *equipment* untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan.
4. RCM bertujuan menjaga agar kehandalan fungsi sistem tetap sesuai dengan kemampuan yang didesain untuk sistem tersebut.
5. RCM mengutamakan keselamatan (*safety*) baru kemudian untuk masalah ekonomi.

6. RCM mendefinisikan kegagalan *failure* sebagai kondisi yang tidak memuaskan (*unsatisfactory*) atau tidak memenuhi harapan sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sebagai *performance standard* yang ditetapkan.
7. RCM harus memberikan hasil-hasil yang nyata atau jelas, tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan (*failure*) atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

2.15 Tahap dalam *Reliability Centered Maintenance*

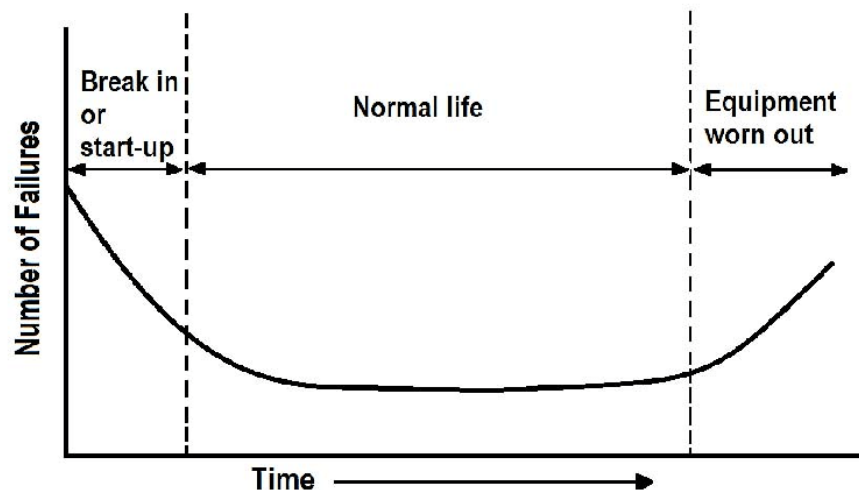
RCM diperkenalkan pada tahun 1960, awalnya digunakan oleh produsen pesawat terbang, maskapai penerbangan, dan pemerintah yang ditujukan untuk memelihara pesawat terbang [15]. Moubrey *et al.*, [16] mendefinisikan RCM sebagai suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang seharusnya dilakukan untuk menjamin suatu sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan fungsi yang diinginkan oleh pengguna.

Langkah-langkah penerapan *reliability centered maintenance* adalah sebagai berikut [17]:

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi (*System Selection and Information Collection*).
2. Defenisi Batasan Sistem (*System Boundary Definition*).
3. Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional (*System Description and Functional Block diagram*).
4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsional (*System Function and Functional Failure*).
5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).
6. *Logic Tree Analysis* (LTA).
7. Pemilihan Tindakan.

2.16 Keandalan (*Reliability*)

Keandalan adalah probabilitas bahwa suatu komponen/sistem akan menginformasikan suatu fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu ketika digunakan dalam kondisi operasi [6]. Secara umum konsep keandalan dapat digambarkan dalam *Bathup Curve* yang menjelaskan siklus hidup item/komponen.



Gambar 2.10 *Bathtub Curve* [18]

Keandalan dapat didefinisikan sebagai probabilitas sistem akan memiliki kinerja sesuai fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu [6]. Definisi lain keandalan adalah probabilitas suatu sistem akan berfungsi secara normal ketika digunakan untuk periode waktu

yang diinginkan dalam kondisi operasi yang spesifik [19]. Berdasarkan definisi diatas, maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Probabilitas, dimana nilai *reliability* adalah berapa diantara 0 dan 1.
2. Kemampuan yang diharapkan, harus digambarkan secara terang atau jelas. Setiap unit terdapat suatu standar untuk menentukan apa yang dimaksud dengan kemampuan yang diharapkan.
3. Tujuan yang diinginkan, dimana kegunaan peralatan harus spesifik. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa tingkatan dalam memproduksi suatu barang konsumen.
4. Waktu, merupakan parameter yang penting untuk melakukan penilaian kemungkinan suksesnya suatu sistem.
5. Kondisi Lingkungan, mempengaruhi umur dari sistem atau peralatan seperti suhu, kelembaban, dan kecepatan gerak. Hal ini menjelaskan bagaimana perlakuan yang diterima sistem dapat memberikan tingkat keandalan yang berbeda dalam kondisi operasionalnya.

2.17 Parameter dan Fungsi Keandalan

2.17.1 Distribusi Weibull

Distribusi *Weibull* merupakan distribusi yang paling banyak digunakan untuk waktu kerusakan karena distribusi ini dapat digunakan baik untuk laju kerusakan yang meningkat maupun laju kerusakan yang menurun. Dua parameter yang digunakan dalam distirbusi ini adalah θ yang disebut dengan parameter skala (*scale parameter*) dan β yang disebut dengan parameter bentuk (*shape parameter*). Fungsi-fungsi distribusi *weibull* adalah:

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas.

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{-\beta} = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

(2.1)

2. Fungsi Kepadatan Kumulatif.

$$f(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

(2.2)

3. Fungsi Keandalan.

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

(2.3)

4. Fungsi Laju Kerusakan.

$$\lambda = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1}$$

(2.4)

Dengan: $\theta > 0$; $\beta > 0$, $t \geq 0$

2.17.2 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial merupakan distribusi yang paling penting dalam distribusi keandalan. Distribusi eksponensial sering digunakan untuk menggambarkan distribusi kerusakan dari komponen yang masih digunakan secara statistik masih sebagai ketika pertama kali baru digunakan. Distribusi ini mempunyai laju kerusakan yang tetap terhadap waktu dan tidak tergantung pada umur komponen sehingga sangat sesuai digunakan dalam menerangkan peralatan yang terdiri dari beberapa komponen dan menjelaskan kerusakan peralatan yang disebabkan fenomena acak, seperti adanya pembebanan kerja yang tiba-tiba. Fungsi-fungsi distribusi eksponensial adalah:

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas.

$$f(t) = \lambda \exp(-\lambda t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}$$

(2.5)

Dengan: $t \geq 0$; $\lambda \geq 0$; $e = 2.7183$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif.

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t) = 1 - e^{-\lambda t} \quad (2.6)$$

Dengan: $t \geq 0$; $\lambda \geq 0$; $e = 2.7183$

3. Fungsi Keandalan.

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (2.7)$$

$$= 1 - \int_{-\infty}^1 f(t) dt$$

$$= \int_t^{\infty} \lambda \cdot e^{-\lambda t} dt$$

$$= [-e^{-\lambda t}]^{\infty}$$

$$= \left[-\frac{1}{e^{-\lambda \infty}} - \left[-\frac{1}{e^{-\lambda t}} \right] \right]$$

$$= -\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{e^{\lambda t}}$$

$$= e^{-\lambda t}$$

4. Fungsi Laju Kerusakan.

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \lambda \quad (2.8)$$

2.17.3 Distribusi Normal

Distribusi Normal yang dikenal bentuknya sebagai genta (*Bell Shaped*) dan mempunyai parameter bentuk μ dan σ [20]. Fungsi ini sering digunakan untuk menggambarkan laju kerusakan alat yang meningkat. Fungsi-fungsi distribusi normal adalah:

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas.

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.9)$$

Dengan: $-\infty < t < \infty$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif.

$$F(t) = \Phi\left[\frac{(t-\mu)}{\sigma}\right] \quad (2.10)$$

3. Fungsi Keandalan.

$$R(t) = 1 - F(t) \quad (2.11)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left[\frac{(t-\mu)}{\sigma}\right]$$

4. Mean dan Variasi

Mean = $\ln t_{med}$

Variansi = s^2

Dimana, μ adalah rata-rata dan σ adalah standar deviasi

2.17.4 Distribusi Lognormal

Distribusi *Lognormal* adalah distribusi yang berguna untuk mendeskripsikan distribusi kerusakan dalam berbagai situasi yang bervariasi. Fungsi-fungsi distribusi *lognormal* adalah:

1. Fungsi Kepadatan Probabilitas.

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}st} \exp\left[-\frac{1}{2s^2} \left(\ln \frac{t}{t_{med}}\right)^2\right] \quad (2.12)$$

Dengan: $t \geq 0$

2. Fungsi Distribusi Kumulatif.

$$F(t) = \Phi\left[\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right] \quad (2.13)$$

3. Fungsi Keandalan.

$$R(t) = 1 - F(t) \tag{2.14}$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left[\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right]$$

4. Fungsi Laju Kerusakan.

$$\lambda(t) = \frac{t(t)}{1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)} \tag{2.15}$$

Dimana, s adalah parameter bentuk dan tmed adalah parameter lokasi

2.18 Uji Kecocokan Distribusi

2.18.1 Anderson-Darling Test

Anderson Darling Test adalah nama dari Theodore Wilbur *Anderson*, Jr. and Donald A, mereka menemukan statistik untuk menguji kenormalan data, dengan jumlah data yang kecil yaitu n kurang dari sama dengan 50 ($n \leq 50$). D'Angostris *et al.*, [21], menyatakan bahwa uji ini berdasarkan pada pengujian fungsi sebaran komulatif empiris yang mendasari fungsi sebaran dari data contoh. Dalam pengujian ini, fungsi sebaran empiris menaksir fungsi sesungguhnya dari sebaran tersebut, karena fungsi sebaran empiris mendekati (konvergen ke fungsi sebaran sesungguhnya).

Uji ini digunakan untuk memutuskan apakah contoh acak (data) berasal dari fungsi normal atau tidak. Menurut Stephens *et al.*, [21], uji *Anderson Darling* digunakan sebagai uji kenormalan atau kebaikan sesuai (*goodness of fit*) untuk peubah kuantitatif. *Anderson Darling Test* bisa digunakan untuk menguji kenormalan berbagai macam secara data, yaitu sebaran normal, *lognormal*, eksponensial, *weibull*, dan sebaran logistic.

Anderson Darling Test ini digunakan untuk mengetahui distribusi dari data sampel. Uji ini merupakan modifikasi dari *Kolmogorov Smirnov Test* (K-S Test), yaitu K-S Test yang telah diboboti. K-S Test merupakan uji yang bebas distribusi, artinya tidak bergantung pada distribusi data tertentu yang diuji. *Anderson Darling Test* menggunakan distribusi data tertentu dalam menghitung nilai kritis. Kelebihan *Anderson Darling Test* adalah uji ini lebih sensitif daripada K-S Test, namun mempunyai kelemahan yaitu nilai kritis tersebut harus dihitung dari setiap distribusi data sampel. *Anderson Darling Test* yang merupakan variasi dari *Kolmogorov Smirnov Test*, menggunakan p-value untuk mengukur apakah sebaran tertentu tersebut menyebar normal atau tidak. P-Value adalah peluang bahwa sampel yang diuji terletak pada distribusi normal dari suatu populasi. Hipotesa awal (H_0) ditolak, jika p-value lebih kecil dari 0.05.

Dalam *software Minitab* versi 18, *Anderson Darling Test* digunakan untuk membandingkan fungsi komulatif distribusi dari data sampel (*the empirical cumulative distribution function*) dengan nilai harapan (*expected value*) dari data tersebut. Uji ini menolak hipotesis nol (H_0), jika perbedaan nilai observasi data tersebut cukup besar yang berarti data tidak menyebar normal.

Dimana:

$$S = \sum_{i=1}^N \frac{(2i-1)}{N} [\log F(Y_i) + \log(1 - F(Y_{N+1-i}))] \tag{2.16}$$

F merupakan fungsi komulatif distribusi dari distribusi tertentu. Nilai kritis dari *Anderson Darling Test* bergantung pada distribusi yang akan diuji. Secara statistics, keputusan menolak H_0 apabila A lebih besar dari nilai kritis yang telah ditentukan.

2.19 Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance (TPM) merupakan sebuah pendekatan yang bertujuan untuk memaksimalkan efektivitas dari suatu fasilitas yang digunakan dalam bisnis. Metode pemeliharaan ini tidak hanya berfokus pada *maintenance*, tetapi mencakup sebuah aspek operasi dan instalasi fasilitas tersebut dan dapat memotivasi orang-orang yang bekerja di dalam

perusahaan. TPM adalah suatu pendekatan terhadap *maintenance* yang mengoptimalkan keefektifan mesin, mengeliminasi *breakdown*, dan perawatan mandiri yang dilakukan oleh *operator* mesin. Tujuannya adalah untuk meningkatkan produksi serta meningkatkan moral tenaga kerja dan kepuasan kerja dengan *zero breakdown* dan *zero defect*. Pada saat kerusakan dapat dihilangkan, maka dapat meningkatkan tingkat pengoperasian alat, biaya menurun, produktivitas tenaga kerja meningkat, dan *inventory* dapat dikurangi. Implementasi TPM ini dapat menghemat biaya yang cukup besar dengan meningkatkan produktivitas dari mesin atau peralatan. Pada saat satu line produksi terdapat satu peralatan/mesin yang mengalami *breakdown*, maka akan berdampak pada proses keseluruhan. Mesin selalu mengalami *breakdown* dari waktu ke waktu dan salah satu tujuan dari TPM adalah mengeliminasi *breakdown*. *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah sebuah program perawatan yang termasuk ada di dalamnya definisi konsep terbaru untuk merawat peralatan dan perlengkapan dan dapat digunakan salah satunya dengan cara menghitung dari *performance maintenance*. *Performance maintenance* terdiri dari tiga bagian yaitu [22]:

1. *Reliability*

Reliability adalah kemungkinan dimana peralatan dapat beroperasi di bawah keadaan normal dengan baik. *Mean time between failure* (MTBF) adalah rata-rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan. Berikut ini adalah perhitungan dari MTBF:

$$MTBF = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \quad (2.17)$$

2. *Maintainability*

Maintainability adalah suatu usaha dan biaya untuk melakukan suatu perawatan (pemeliharaan). Suatu pengukuran dari *maintainability* adalah *Mean time to repair* (MTTR), tingginya MTTR mengidentifikasikan rendahnya *maintainability*. MTTR merupakan indikator kemampuan (skill) dari mekanik *maintenance* dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan. Berikut ini adalah perhitungan dari MTTR:

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \quad (2.18)$$

3. *Availability*

Availability adalah proporsi dari waktu peralatan/mesin yang sebenarnya tersedia untuk melakukan suatu pekerjaan dengan waktu yang ditargetkan atau dengan definisi lain bahwa *availability* adalah ratio untuk melihat line stop yang ditinjau dari aspek *breakdown* dan MTTR.

$$A = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Aging Time}} \times 100\% \quad (2.19)$$

2.20 Model Penentuan Penggantian Pencegahan dengan Kriteria Minimasi *Downtime*

Model penentuan penggantian pencegahan berdasarkan kriteria minimasi *downtime* dilakukan dengan tujuan untuk menentukan waktu terbaik dilakukannya penggantian pencegahan guna meminimalkan waktu *downtime* per satuan waktu. Kendala utama yang sering terjadi adalah adanya peningkatan *downtime* penggantian pencegahan, namun di sisi lain terjadi penurunan *downtime* penggantian kerusakan. Model ini digunakan untuk menyumbangkan frekuensi penggantian pencegahan yang meminimalisasi total *downtime* persatuan waktu dengan konstruksi model:

1. T_f = *downtime* yang terjadi karena penggantian kerusakan.
2. T_p = *downtime* yang terjadi karena penggantian pencegahan.
3. $F(t)$ = fungsi kepadatan peluang dari waktu kerusakan.

Model penentuan penggantian pencegahan optimal berdasarkan kriteria minimasi *downtime* ini yaitu *Model Age Replacement*. Pada model ini, pelaksanaan penggantian pencegahan tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan jika dilakukan penggantian kerusakan [23].

Penerapan model ini bertujuan untuk menentukan umur optimal komponen (tp) untuk melakukan penggantian pencegahan sehingga total *downtime* per unit waktu [$D(tp)$] dapat diminimasi.

$$D(tp) = \frac{\text{Total ekspektasi downtime per siklus}}{\text{Ekspektasi panjang siklus}} \quad (2.20)$$

Keterangan: tp = interval waktu penggantian pencegahan

Nilai tengah distribusi waktu kerusakan (*Mean time to failure* = MTTF) dari suatu distribusi adalah sebagai berikut:

$$\int_{-\infty}^{\infty} tf(t)dt \quad (2.21)$$

Dimana pada distribusi normal selang waktu kerusakan ini merupakan rata-rata dari distribusi tersebut. Nilai tengah dari distribusi kerusakan [$M(tp)$], jika penggantian pencegahan dilakukan pada waktu tp adalah sebagai berikut:

$$M(tp) = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} tf(t)dt}{1-R(tp)} = \frac{MTTF}{1-R(tp)} \quad (2.22)$$

Total *downtime* per unit waktu adalah:

$$D(tp) = \frac{Tp.R(tp)+Tf.(F(tp))}{(tp+Tp).R(tp)+[M(tp)+Tf].(F(tp))} \quad (2.23)$$

Dimana: Tf = adalah waktu untuk melakukan perbaikan kerusakan komponen.
 Tp = adalah waktu untuk melakukan penggantian *preventive*.
 tp = adalah panjang interval waktu antara tindakan perawatan *preventive*.
 $F(t)$ = adalah fungsi kepadatan peluang dari waktu kegagalan komponen.

2.21 Frekuensi Pemeriksaan dan Interval Pemeriksaan Optimal

Dalam melaksanakan tindakan perawatan, selain melakukan penggantian pencegahan, diperlukan tindakan pemeriksaan yang dilakukan secara berkala, model pemeriksaan ini mengikuti model yang dikemukakan Jardine et al., [23]. Melalui model pemeriksaan ini diharapkan dapat diperoleh suatu pemecahan yang dapat mengidentifikasi level yang paling optimum untuk melakukan kegiatan pemeriksaan dan selanjutnya diharapkan bahwa efek dilaksanakannya kegiatan pemeriksaan menurut level tersebut akan dapat mengurangi laju kerusakan mesin, meminimalkan *downtime* yang akan meningkatkan tingkat ketersediaan operasi mesin, yang akan membawa dampak bagi terjaminnya layanan pemakaian mesin. Total *downtime* setiap satuan waktu dapat dijabarkan dalam bentuk suatu fungsi dari frekuensi pemeriksaan (n) yaitu [23]:

$D(n)$ = *downtime* yang terjadi karena perbaikan unit per waktu + *downtime* yang terjadi karena pemeriksaan per unit waktu.

$$D(n) = \lambda(n).T_f + n.T_i \quad (2.24)$$

Dimana, $\lambda(n)$ adalah laju kerusakan yang terjadi,

$$\lambda(n) = \frac{k}{n} \quad (2.25)$$

$$\text{sehingga: } \lambda'(n) = -\frac{k}{n^2}, \quad (2.26)$$

k adalah nilai konstan dari jumlah kerusakan per satuan waktu,

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Periode terjadinya kerusakan}} \quad (2.27)$$

$$T_f \text{ adalah waktu rata-rata untuk melakukan penggantian } (1/\mu), \quad (2.28)$$

$$T_i \text{ adalah waktu rata-rata untuk melakukan pemeriksaan } (1/i), \quad (2.29)$$

$$\text{Sehingga, } D(n) = \frac{\lambda(n)}{\mu} + \frac{n}{i} \dots \text{ atau } D(n) = \frac{k}{n \cdot \mu} + \frac{n}{i}$$

Persamaan D(n) diatas dideferensialkan akan menjadi:

$$D(n) = -\frac{k}{n^2 \mu} + \frac{1}{i} = 0 \quad (2.30)$$

$$\text{Sehingga frekuensi pemeriksaan: } n = \sqrt{\frac{k \cdot i}{\mu}} \quad (2.31)$$

2.22 Perhitungan Ketersediaan (*Availability*)

Nilai ketersediaan mesin dapat dihitung, setelah dilakukan perhitungan interval waktu penggantian pencegahan dan frekuensi pemeriksaan. Perhitungan ketersediaan mesin dilakukan berdasarkan usulan perawatan ditentukan dari nilai ketersediaan pada interval penggantian pencegahan dan nilai ketersediaan pada frekuensi pemeriksaan. *Availability* dapat dirumuskan sebagai berikut [23]:

- a. *Availability* berdasarkan frekuensi pemeriksaan

$$D(n) = \frac{\lambda(n)}{\mu} + \frac{n}{i} \text{ atau } D(n) = \frac{k}{n \cdot \mu} + \frac{n}{i} \quad (2.32)$$

$$\text{Dimana, } A(n) = -\frac{k}{n^2} \quad (2.33)$$

$$D(n) = -\frac{k}{n^2 \mu} + \frac{1}{i} = 0$$

$$\text{Sehingga, } A(n) = 1 - D(n) \quad (2.34)$$

- b. *Availability* berdasarkan interval penggantian pencegahan

$$D(tp) = \frac{T_p \cdot R(tp) + T_f \cdot (F(tp))}{(tp + T_p) \cdot R(tp) + [M(tp) + T_f] \cdot (F(tp))} \quad (2.35)$$

$$A(tp) = 1 - D(tp) \quad (2.36)$$

- c. *Availability* total

$$\text{Availability total} = A(n) \times A(tp) \quad (2.37)$$

2.23 Perhitungan Keandalan (*Reliability*) Sebelum dan Sesudah dilakukan Tindakan Perawatan Pencegahan

Peningkatan keandalan dapat ditempuh dengan cara perawatan pencegahan. Perawatan pencegahan dapat mengurangi pengaruh *wear-out* menunjukkan hasil yang signifikan terhadap umur mesin. Model keandalan berikut ini mengasumsikan sistem kembali ke kondisi baru setelah menjalani perawatan pencegahan. Menurut Ebeling et al., [6] keandalan pada saat t dinyatakan sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(t) \quad (2.38)$$

Dengan: $0 \leq t < T$

$$R_m(t) = R(t) \cdot R(t - T) \quad (2.39)$$

Dengan: $T \leq t < 2T$

Dimana, T = interval waktu penggantian pencegahan kerusakan.

$R_m(t)$ = keandalan (*reliability*) dari sistem dengan perawatan pencegahan.

$R(t)$ = keandalan sistem tanpa perawatan pencegahan.

$R(T)$ = peluang dari keandalan hingga perawatan pencegahan pertama.

$R(t-T)$ = peluang dari keandalan antara waktu t – T setelah sistem dikembalikan pada kondisi awal pada saat T.

Secara umum persamaannya adalah sebagai berikut:

$$R_m(t) = R(t) \cdot R(t - T) \quad (2.40)$$

Dengan: $nT \leq t < (n+1)T$ dan $n = 0, 1, 2, \dots$

Dimana, n = jumlah perawatan pencegahan yang telah dilakukan sampai saat ini.
 T = interval waktu perawatan pencegahan.
 $R(t - nT)$ = probabilitas keandalan untuk waktu $t-nT$ dari perawatan *preventive* yang terakhir.

Perhitungan keandalan untuk masing-masing distribusi sebelum adanya tindakan perawatan adalah sebagai berikut:

a. Distribusi *Weibull*

$$R(t) = 1 - F(t) \tag{2.41}$$

$$= e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta}$$

b. Distribusi Eksponensial

$$R(t) = 1 - F(t) \tag{2.42}$$

$$= e^{-\lambda t}$$

c. Distribusi Normal

$$R(t) = 1 - F(t) \tag{2.43}$$

$$= 1 - \Phi\left[\frac{(t - \mu)}{\sigma}\right]$$

d. Distribusi *Lognormal*

$$R(t) = 1 - F(t) \tag{2.44}$$

$$= 1 - \Phi\left[\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right]$$

Perhitungan keandalan untuk masing-masing distribusi setelah tindakan perawatan adalah sebagai berikut:

a. Distribusi *Weibull*

$$R(t - nT) = 1 - F(t) \tag{2.45}$$

$$= e^{-\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta}$$

b. Distribusi Eksponensial

$$R(t - nT) = 1 - F(t) \tag{2.46}$$

$$= e^{-\lambda(t-nT)}$$

c. Distribusi Normal

$$R(t) = 1 - F(t) \tag{2.47}$$

$$= 1 - \Phi\left[\frac{(t - nT) - \mu}{\sigma}\right]$$

d. Distribusi *Lognormal*

$$R(t - nT) = 1 - F(t) \tag{2.48}$$

$$= 1 - \Phi\left[\frac{1}{s} \ln \frac{t - nT}{t_{med}}\right]$$

2.24 Software Minitab

Paket program *Minitab* merupakan salah satu *software* yang sangat besar kontribusinya sebagai media pengolahan data statistik. *Software* ini menyediakan berbagai jenis perintah yang memungkinkan proses pemasukkan data, manipulasi data, pembuatan grafik, dan berbagai analisis statistik.

Dalam hal ini program *Minitab* digunakan untuk menentukan distribusi data komponen kritis menggunakan metode *Least Square Curve Fitting*. Berdasarkan perhitungan kita memperoleh nilai *index of fit* berdasarkan nilai *Anderson Darling* (AD) pada data selang waktu kerusakan. Distribusi yang digunakan adalah Distribusi *Weibull*, Distribusi Eksponensial, Distribusi Normal, dan Distribusi *Lognormal*.

Uji *Arderson-Darling* (AD) merupakan modifikasi uji *Kolmogorov-Smirnov* dan memerlukan distribusi tertentu untuk menghitung nilai kritis. Pada saat ini tabel nilai kritis sudah mencakup distribusi *weibull*, eksponensial, normal, dan *lognormal*.

Berikut adalah langkah-langkah menggunakan *Minitab* 18 untuk menentukan distribusi yang tepat untuk data selang waktu perbaikan (TTR):

1. Buka *Minitab* 18
2. Masukkan data TTF pada jendela *worksheet1****
3. Pilih menu *toolbar*, pilih *Stat*
4. Pilih *Reliability/Survival*
5. Pilih *Distribution Analysis (Right Censoring)*;
6. Pilih *Parametric Distribution Analysis*;
7. Masukkan data pada kolom *variables*, pilih *assumed distribution (weibull, exponential, normal, dan lognormal)*
8. Klik OK

2.25 Root Cause Failure Analysis (RCFA)







Menurut *Mobley et al.*, [24], bahwa *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) adalah sebuah rangkaian langkah logik yang menuntun pengamat melalui proses yang memisahkan fakta-fakta yang mencakup sebuah kegiatan atau kegagalan. Pada saat sebuah masalah sudah terdefinisi, analisis ini secara sistematis akan menentukan hal yang paling tepat untuk dilakukan yang akan mengatasi sebuah masalah dan menjamin masalah itu tidak akan terulang kembali. *Root Cause Failure Analysis* (RCFA) merupakan pemecah masalah menggunakan *step by step* dalam mengungkap penyebab dasar dari suatu kegagalan atau kerusakan pada *equipment*.

Dalam rangkaian *Root Cause Failure Analysis*, terdapat salah satu metode yaitu *Fault Tree Analysis*. Metode ini merupakan sebuah *analytical tool* yang menerjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari sistem. Teknik ini berguna dalam mendeskripsikan dan menilai kejadian di dalam sistem. Metode *Fault Tree Analysis* efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik kegagalan. Metode ini mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Pada metode *Fault Tree Analysis* terdapat lima tahapan untuk melakukan analisa, yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau
2. Penggambaran model grafik *Fault Tree*
3. Melakukan cut set dari analisa *Fault Tree*
4. Melakukan analisa kualitatif dari *Fault Tree*
5. Melakukan analisa kualitatif dari *Fault Tree*

Gerbang logika menggambarkan kondisi yang memicu terjadinya kegagalan, baik kondisi tunggal maupun sekumpulan dari berbagai macam kondisi. Konstruksi dari *Fault Tree Analysis* meliputi gerbang suatu bentuk pohon analisa kegagalan dengan memindahkan komponen kegagalan dalam bentuk symbol. Simbol-simbol dalam *Fault Tree Analysis* yang digunakan dalam menguraikan suatu kejadian dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Simbol-simbol dalam *Fault Tree Analysis*

Simbol	Keterangan
	Top Event
	Logic Event OR
	Logic Event AND
	Transferred Event
	Undeveloped Event
	Basic Event

2.26 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mengidentifikasi mode kegagalan dari setiap komponen dari sistem dan menganalisis pengaruhnya terhadap *reliability* sistem tersebut [18]. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* bertujuan untuk menganalisis mode kegagalan yang signifikan dan efek kerusakan tersebut pada sistem. *Failure Effect* merupakan akibat yang ditimbulkan oleh mode kegagalan yang terjadi. Hubungan antar kegagalan fungsi serta penyebab terjadi kegagalan pada semua komponen alat berat *forklift* untuk mengantisipasi, mencegah, atau mendeteksi adanya kegagalan dalam *equipment* tersebut.

Tahapan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* sendiri seperti terdapat pada [6]:

- a. Menentukan dan mengidentifikasi sistem yang akan dianalisis.
- b. Mengidentifikasi *failure mode* (mode kegagalan) dari sistem yang diamati berdasarkan komponen fungsi.
- c. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung.
- d. Mengidentifikasi akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan potensial *failure mode*.
- e. Menetapkan nilai-nilai *severity*, *occurency*, dan *detection*. Ketiga penilaian tersebut dilakukan berdasarkan kriteria penilaian dari Huber dalam jurnalnya yaitu FMEA-FMECA.
- f. Membuat lembar kerja *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Lembar kerja ini dibuat untuk mempermudah pelaksanaan analisis kegagalan dengan *Failure mode Effect Analysis (FMEA)* dapat disesuaikan dengan kondisi serta kebutuhan dalam penelitian yang dilakukan. Lembar kerja ini tidak terpaku pada suatu tabel tertentu melainkan dapat dimodifikasi sesuai dengan keperluan penelitian.
- g. Langkah terakhir dari pelaksanaan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* adalah menentukan tindakan korelatif yang diperlukan untuk mengatasi mode kegagalan yang terjadi.

Hasil dari lembar kerja menggunakan metode FMEA adalah *Risk Priority Number (RPN)*, dimana angka tersebut menunjukkan tingkat kepentingan dari sebuah sistem komponen yang dianggap mempunyai tingkat resiko tertinggi sehingga memerlukan perlakuan khusus dengan melakukan perbaikan. Berikut ini adalah komponen penyusunan *Risk Priority Number (RPN)*:

- a. *Severity*

Severity mendefinisikan dampak yang terburuk akibat dari adanya kegagalan. Dampak ini dapat ditentukan berdasarkan tingkat kerusakan alat, tingkat cedera yang dialami oleh pengguna, serta lamanya *downtime* yang terjadi.

Tabel 2.2 Keterangan *Severity*

Tingkatan <i>Severity</i> Rangkaing	Akibat (<i>Effect</i>)	Kriteria Verbal	Akibat pada produksi
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apapun (tidak ada akibat, penyesuaian diperlukan)	Proses dalam pengendalian
2	Akibat sangat ringan	<i>Forklift</i> tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. Hanya terdapat gangguan kecil pada komponen. Akibat dapat diketahui hanya oleh <i>operator</i> yang berpengalaman	Proses berada dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian
3	Akibat ringan	<i>Forklift</i> tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. Hanya terdapat gangguan kecil pada komponen. Akibat dapat diketahui oleh semua <i>operator</i>	Proses telah berada di luar pengendalian, membutuhkan beberapa penyesuaian
4	Akibat minor	<i>Forklift</i> tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada performa unit. <i>Operator</i> merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang	Kurang dari 30 menit downtime atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat moderat	<i>Forklift</i> tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada performa unit. <i>Operator</i> merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang	30-60 menit <i>downtime</i>
6	Akibat signifikan	<i>Forklift</i> tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan kegagalan atau kecacatan pada performa unit. <i>Operator</i> merasa sangat tidak puas dengan kinerjanya sendiri	1-2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat major	<i>Forklift</i> tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. <i>Operator</i> merasa sangat tidak puas	2-4 jam <i>downtime</i>
8	Akibat ekstrem	<i>Forklift</i> tidak dapat beroperasi, <i>Forklift</i> telah kehilangan fungsi utama <i>Forklift</i>	4-8 jam <i>downtime</i>
9	Akibat serius	<i>Forklift</i> gagal dalam beroperasi dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja	>8 jam <i>downtime</i>
10	Akibat berbahaya	<i>Forklift</i> tidak layak untuk dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan kerja secara tiba-tiba dan tidak dapat memenuhi standart keselamatan kerja	>8 jam <i>downtime</i>

b. *Occurrence*

Occurrence merupakan tingkat seberapa sering komponen mengalami kegagalan.

Tabel 2.3 Keterangan *Occurrence*

Ranking	Kejadian	Kriteria	Tingkat Kejadian Kerusakan
1	Hampir tidak pernah ada	Hampir kerusakan tidak pernah terjadi	Lebih besar dari 10.000 jam operasi
2	Remote	Kerusakan <i>Forklift</i> jarang terjadi	6.001-10.000 jam operasi
3	Sangat sedikit	Kerusakan <i>Forklift</i> terjadi sangat sedikit	3.001-6.001 jam operasi
4	Sedikit	Kerusakan <i>Forklift</i> terjadi sedikit	2.001-3.000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan <i>Forklift</i> terjadi dengan tingkat rendah	1.001-2.000 jam operasi
6	Medium	Kerusakan <i>Forklift</i> terjadi pada tingkat medium	401-1.000 jam operasi
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	101-400 jam operasi
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11-100 jam operasi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2-10 jam operasi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	Kurang dari jam operasi

c. *Detection*

Detection adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 2.4 Keterangan *Detection*

Rangking	Akibat	Kriteria Verbal
1	Hampir Pasti	Perawatan <i>preventive</i> akan selalu mendekati penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	Moderate highly	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan moderate highly untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

5	Moderate	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan moderate untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	Remote	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan remote untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

2.27 Logic Tree Analysis

Logic Tree Analysis (LTA) dapat menunjukkan jenis kegiatan perawatan (*Maintenance Task*) yang mana layak dan optimal digunakan untuk mengatasi masing-masing kegagalan pada *failure mode*. Tujuan tahap ini adalah memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan tidak sama. Proses *Reliability Centered Maintenance* (RCM) menggunakan tiga pertanyaan logika yang sederhana atau struktur keputusan untuk mempermudah analisis secara akurat yang menempatkan setiap mode kerusakan dalam satu dari empat kategori. Analisis kekritisan dari mode kegagalan ditempatkan dalam satu dari empat kategori penting [18], yaitu:

1. *Evidents*, yaitu apakah *operator* dalam kondisi normal dapat mengetahui bahwa telah terjadi adanya kerusakan?
2. *Safety*, yaitu apakah adanya kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan?
3. *Outage*, yaitu apakah mode kegagalan ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?
4. Kategori, yaitu mengklasifikasikan jawaban dari pertanyaan yang diajukan kedalam beberapa kategori. Pada bagian ini kategori *Logic Tree Analysis* (LTA) dibagi menjadi empat, yaitu:

a. Kategori A (*Safety Problem*)

Apabila mode kegagalan mempunyai konsekuensi membahayakan keselamatan bahkan menyebabkan kematian pada seseorang. Kegagalan ini mempunyai konsekuensi lingkungan seperti melanggar peraturan lingkungan yang telah ditetapkan dalam hukum sebelumnya.

b. Kategori B (*Outage Problem*)

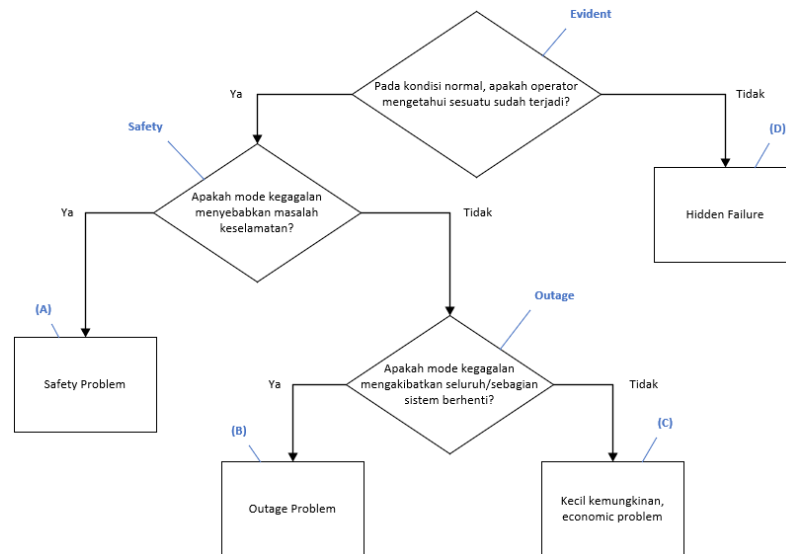
Mode kegagalan dari suatu komponen dapat menyebabkan sistem kerja komponen terhenti sebagian atau keseluruhan sehingga berpengaruh terhadap *operational plant* seperti kuantitas, kualitas produk terhadap hasil produksi yang dapat membengkakan biaya.

c. Kategori C (*Economic Problem*)

Apabila mode kegagalan tidak mempunyai konsekuensi terhadap *safety* maupun *operational plant* dan hanya mempengaruhi ekonomi yang relatif kecil meliputi biaya perbaikan.

d. Kategori D (*Hidden Failure*)

Apabila mode kegagalan memiliki dampak secara langsung, namun apabila perusahaan tidak menanggulangnya resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya.



Gambar 2.11 Alur *Logic Tree Analysis* (LTA) [18]

2.28 Task Selection (TS)

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses analisa *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Berdasarkan tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling efektif. Proses analisa ini akan menentukan tindakan pemeliharaan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Tindakan perawatan pada *road map* pemilihan tindakan dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. *Time Directed* (TD) atau *Preventive Maintenance* (PM)

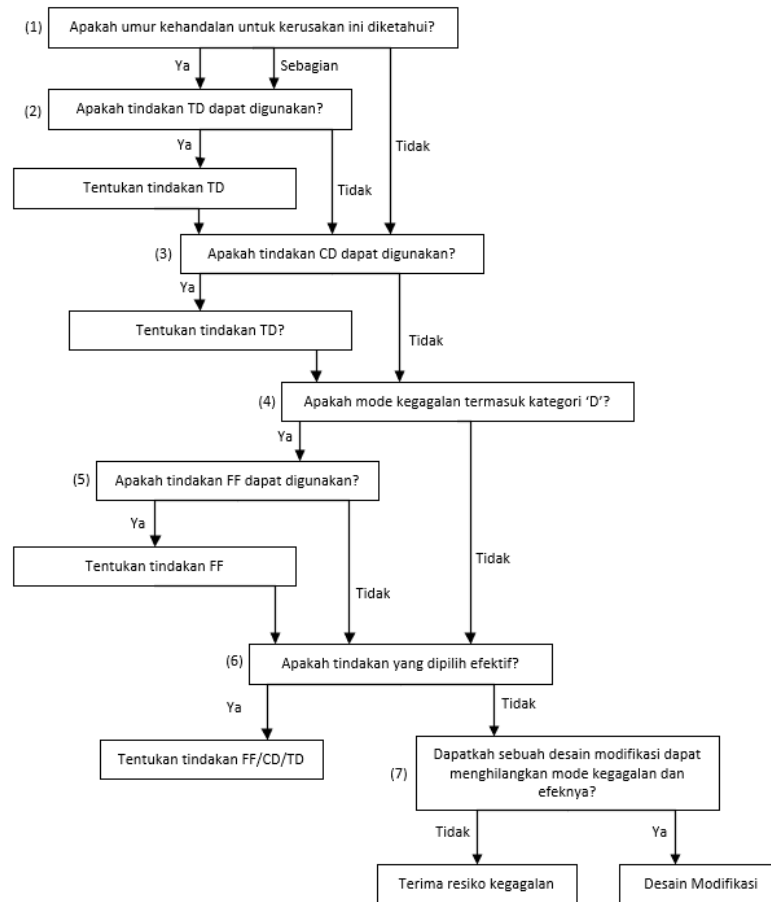
Tindakan perawatan yang dilakukan secara langsung terhadap sumber kerusakan dengan didasari umur ataupun waktu dari komponen.

2. *Condition Directed* (CD) atau *Predictive Maintenance* (PdM)

Tindakan perawatan yang dilakukan dengan memeriksa dan inspeksi. Pada saat didalam inspeksi terdapat gejala-gejala kerusakan, maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.

3. *Finding Failure* (FF) atau *Condition Based* (CB)

Tindakan perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.



Gambar 2.12 Alur *Task Selection Road map* (Pemilihan Tindakan Perawatan) [18]

2.29 Penelitian Terdahulu

2.29.1 Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim

Dalam penelitiannya, Hendro *et al.*, [25] menggunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RCM merupakan salah satu metode untuk menentukan tingkat prioritas komponen dalam tindakan perawatan mesin. Penulis melakukan analisis untuk menentukan kategori komponen dalam tindakan perawatan yang akan diambil, 23 komponen dengan kategori *condition directed*, 11 komponen dengan kategori *component failure*, dan 5 komponen dengan kategori *run to failure*. Penulis melakukan wawancara kepada mekanik untuk dapat melihat tingkat kekritisan komponen seperti *bearing*, *universal joint*, *pen* dan *coupling rod*. Pada komponen kritis didapat lama waktu penggantian seperti *bearing* sebesar 112 jam dengan *downtime* 0.005944116, *universal joint* sebesar 1067 jam dengan *downtime* 0.00439881, dan *pen* sebesar 397 jam dengan *downtime* 0.001719194, dan *shaft coupling* sebesar 642 jam dengan *downtime* 0.000899. Pada penelitian ini, terdapat penurunan *downtime* sebesar 2.3 jam dengan diberlakukannya tindakan preventif.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Total Minimum Downtime* (TMD), *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Logic Tree Analysis* (LTA), dan *Task Selection* (TS). Pada metode TMD bertujuan untuk menentukan penggantian yang optimal berdasarkan interval waktu, diantara penggantian *preventive* dengan menggunakan kriteria meminimumkan *downtime* per unit waktu. Pada metode *Logic Tree Analysis* (LTA) untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode*. Tujuan LTA

adalah untuk mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori, sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya.

Tabel 2.5 Kategori Komponen

No	Kategori	Komponen Utama	Persentase
1	A atau D/A	-	-
2	B atau D/B	39	100%
3	C atau D/C	-	-
Total		39	100%

Berdasarkan Tabel 2.5 dapat dilihat bahwa tidak ada kegagalan yang termasuk dalam kategori *Safety Problem*. Semua komponen stasiun pemisah biji berada dalam kategori *Outage Problem*. Kegagalan komponen ini dapat menyebabkan kegagalan fungsi operasi, seperti kegagalan dalam proses pemisahan biji dengan ampasnya,

Pada Tabel 2.6 berikut ini dapat dilihat rekomendasi tindakan yang dihasilkan dengan pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* sebagai perencanaan tindakan terhadap masing-masing komponen.

Tabel 2.6 Tindakan Perawatan

No	Kategori	Komponen Utama	Persentase
1	<i>Condition directed</i>	23	59%
2	<i>Failure finding</i>	11	28%
3	<i>Run to failure</i>	5	13%
Total		39	100%

Data yang ada diuji menggunakan empat pola distribusi, yaitu distribusi *weibull*, normal, *lognormal*, dan eksponensial. Tabel 2.7 menunjukkan hasil dari pengujian pola distribusi waktu antar kerusakan komponen.

Tabel 2.7 Pola Distribusi Kerusakan Komponen Kritis

No	Part	Pola Distribusi	Parameter
1	Pen	Normal	$\sigma=180.25$ $\mu=508$
2	Batang kopling	Normal	$\sigma=161.88$ $\mu=820.83$
3	<i>Universal joint</i>	<i>Weibull</i>	$\sigma=0.49299$ $\beta=275.2$ $\gamma=387$
4	<i>Bearing CBC</i>	<i>Lognormal</i>	$\sigma=0.51947$ $\mu=5.053$ $\gamma=-43.638$

Berdasarkan tingkat kerusakan yang paling sering pada *Bearing CBC*, *Universal joint*, Pen, dan Batang Kopling dengan interval penggantian 122 jam, 1067 jam, 397 jam, dan 642 jam.

Tabel 2.8 Rata-rata Interval Penggantian Komponen Kritis

Komponen Kritis	Penggantian Aktual (Jam)	Usulan (Jam)
<i>Bearing CBC</i>	134.8125	122
<i>Universal joint</i>	1098	1067
Pen	508	397
Batang kopling	820.833	642

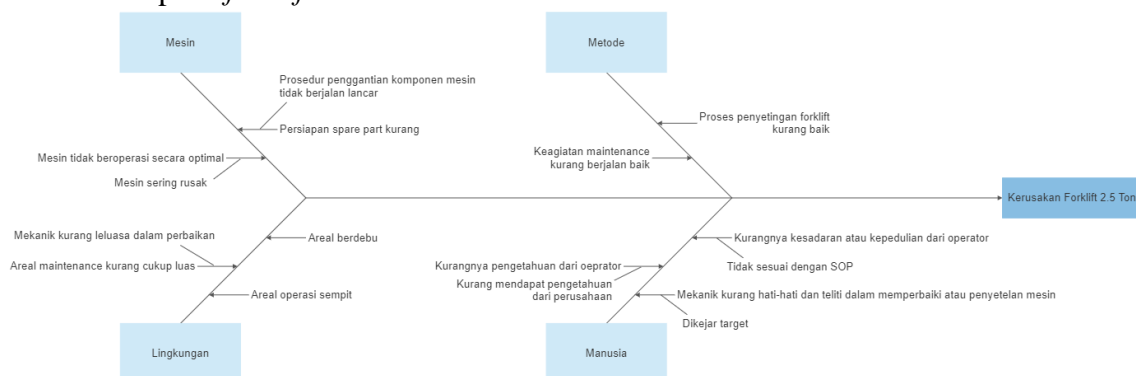
Berdasarkan hasil perbandingan antara rata-rata interval kerusakan komponen kritis dengan perhitungan *Total Minimum Downtime*, maka dapat disimpulkan bahwa rata-rata pergantian komponen sebelum kerusakan lebih baik. Pada penelitian ini, melakukan pergantian komponen sebelum terjadinya kerusakan akan dapat mencegah terjadinya *breakdown* dan menaikkan produktivitas.

Rata-rata *breakdown* akibat kerusakan *Bearing* CBC adalah 0.7 jam, Pen adalah 0.5 jam, Batang Kopling adalah 0.6 jam, dan *Universal joint* adalah 0.5 jam. Waktu yang hilang akibat adanya *breakdown* dapat dimanfaatkan untuk produksi, jika dilakukan pergantian secara dini terhadap komponen kritis. Waktu produksi diperoleh dengan usulan perbaikan pergantian komponen adalah 2.3 jam.

2.29.2 Analisis Productive Maintenance di PT. Sankyu Indonesia Internasional

Dalam penelitiannya, Heru *et al.*, [22] menggunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM). Metode ini bertujuan untuk merawat semua fasilitas pelayanan yang dimiliki perusahaan dengan data yang digunakan berupa *breakdown*, *operation time*, *loading time*, dan frekuensi *breakdown* selama enam bulan dari Januari s.d. Juni 2014. Peneliti membahas mengenai penyebab dan akibat yang ditimbulkan oleh *breakdown* alat/mesin *forklift* 2.5 ton dan *forklift* 7 ton, kemudian didapat nilai *Mean time between failure* (MTBF) yang dihasilkan *forklift* 2 ton adalah 92.44 jam dan *forklift* 7 ton adalah 508 jam, *Mean time to repair* (MTTR) *forklift* 2 ton adalah 21.33 jam dan *forklift* 7 ton adalah 8 jam, serta *Availability forklift* 2 ton adalah 69.33% dan *forklift* 7 ton adalah 84.67%.

Metode *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah sebuah program perawatan yang termasuk ada di dalamnya definisi konsep terbaru yang merawat peralatan dan perlengkapan dan dapat digunakan salah satunya dengan cara menghitung dari *performance maintenance*. Pada metode ini dilakukan perhitungan performansi alat dengan rincian waktu rata-rata antara *breakdown* dengan *breakdown* berikutnya sebesar 92.44 jam pada *forklift* 2.5 ton dan 508 jam pada *forklift* 7 ton, waktu rata-rata yang digunakan untuk memperbaiki suatu kerusakan alat/mesin sebesar 21.33 jam pada *forklift* 2.5 ton dan 8 jam pada *forklift* 7 ton, dan ketersediaan alat/mesin dalam beroperasi sebesar 69.33% pada *forklift* 2.5 ton dan 84.67% pada *forklift* 7 ton. Penulis melakukan langkah perbaikan dengan penerapan sikap 5S (*Seiri, Seiton, Seisho, Seiketsu, Shitsuke*) dan penerapan sistem *maintenance* berupa *preventive maintenance, corrective maintenance, dan predictive maintenance* dengan menganalisa faktor 5W+1H terlebih dahulu. Berikut analisis diagram *fishbone* terkait kerusakan pada *forklift* 2.5 ton:



Gambar 2.13 Analisis Diagram Fishbone

Penulis melakukan perhitungan nilai *availability* dan didapat besar nilai *availability forklift* 2.5 ton masih dibawah standar JIPM yaitu 85%, maka dari itu perlu dilakukan perbaikan atau *improvement*. Pada *forklift* 7 ton sudah memasuki standar JIPM. Berdasarkan hasil analisis faktor penyebab kerusakan terdapat berbagai macam faktor, yaitu

manusia, mesin, lingkungan, metode yang harus adanya evaluasi atau *improvement* yang akan menjadi suatu perbaikan dan meningkatkan *performance* alat/mesin untuk melakukan pelayanan.

2.29.3 Penentuan Interval Waktu *Maintenance Forklift* Terhadap Komponen Kritis Berdasarkan Data Kerusakan Mesin Menggunakan Metode *Preventive Age Replacement*

Dalam penelitiannya, Alhadi *et al.*, [26] menggunakan metode *critically analysis* untuk memperoleh bahwa komponen sistem hidrolik dan transmisi merupakan komponen kritis. Pada komponen sistem hidrolik dapat dilakukan tindakan penggantian pencegahan setelah beroperasi selama 6800 jam. Pada komponen transmisi dapat dilakukan setelah beroperasi selama 900 jam atau pada saat *overhaul*. Pada komponen sistem hidrolik dapat dilakukan tindakan pemeriksaan setelah beroperasi selama 620.76 jam, komponen transmisi dilakukan setelah beroperasi selama 540.39 jam. Nilai *availability* dari kedua komponen diperoleh setelah dilakukan pengecekan dan pemeriksaan, nilai kedua komponen tersebut diatas 95%. Nilai ini menandakan pemeriksaan dapat meningkatkan ketersediaan dan mencegah terjadinya *downtime* pada unit serta mengoptimalkan proses produksi.

Pada komponen kritis dilakukan penentuan *downtime*, kemudian dilakukan perhitungan waktu kerusakan (TTF) dan perhitungan waktu perbaikan kerusakan (TTR) pada sistem hidrolik dan transmisi.

Tabel 2.9 Data TTR dan TTF sistem hidrolik

No	Tanggal	<i>Downtime</i> (Jam)	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	17 Mei 2019	16	16	0
2	26 Agustus 2019	16	16	2408
3	04 Februari 2020	24	24	736

Tabel 2.10 Data TTR dan TTF transmisi

No	Tanggal	<i>Downtime</i> (Jam)	TTR (Jam)	TTF (Jam)
1	26-Sep-19	40	40	0
2	23 Okt 2019	8	8	608
3	05 Maret 2020	16	16	696

Pada komponen sistem hidrolik dan transmisi dilakukan perhitungan *index of fit* dengan mengetahui *least square curve fitting* komponen.

Tabel 2.11 Data TTF sistem hidrolik dan transmisi

<i>Index of fit</i>			
Nama Komponen	Distribusi Eksponensial	Distribusi <i>Lognormal</i>	Distribusi <i>Weibull</i>
Sistem Hidrolik	-0.86	0.95	0.87
Transmisi	-0.97	0.75	0.96

Nilai *index of fit* terbesar untuk komponen sistem hidrolik dengan distribusi *lognormal* sebesar 0.95 dan komponen transmisi dengan distribusi *weibull* sebesar 0.96. Berikutnya dilakukan perhitungan parameter TTR pada sistem hidrolik dan transmisi untuk dapat dilakukan perhitungan *Mean time to failure* (MTTF) dan perhitungan *Mean time to repair* (MTTR) sesuai dengan distribusi masing-masing.

Tabel 2.12 Rekapitulasi *Mean time to failure* (MTTF)

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	Parameter	MTTF (Jam)
Forklift	System Hidrolik	Lognormal	S=0.8	5653.3
			tmed=4105.16	
	Transmisi	Weibull	$\Theta=22.86$	21.9
			$\beta=1.17$	

Tabel 2.13 Rekapitulasi *Mean time to repair* (MTTR)

Mesin Kritis	Komponen Kritis	Distribusi Kerusakan	Parameter	MTTR (Jam)
Forklift	System Hidrolik	Weibull	$\Theta=3.11$	9.66
			$\beta=7.31$	
	Transmisi	Lognormal	S=0.71	12.44

Pada saat variable MTTF dan MTTR diketahui, maka dapat dilakukan perhitungan *availability* untuk mengetahui tingkat keandalan mesin setelah dilakukan perawatan yang bersifat *preventif*. Interval kegiatan penggantian pencegahan dan interval pemeriksaan tidak saling mempengaruhi terhadap tingkat ketersediaan suatu komponen, kedua kejadian tersebut dapat dikatakan sebagai kejadian saling bebas, maka untuk dapat mengetahui peluang dua kejadian yang saling bebas adalah dengan mengalikan nilai *availability* dua kejadian tersebut. Rekapitulasi perbandingan nilai *availability* pada komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 2.14:

Tabel 2.14 Rekapitulasi *Availability* Komponen

Nama Komponen	<i>Availability</i> jika dilakukan penggantian pencegahan	<i>Availability</i> jika dilakukan pemeriksaan	<i>Availability</i> total
System Hidrolik	0.9995	0.983006	0.9825
Transmisi	0.98461	0.98156	0.96645

2.29.4 Analisis Kerusakan pada Forklift Nichiyu FB20-75C dengan Metode FMEA

Dalam penelitiannya, Heri *et al.*, [27] menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam menganalisa penyebab kegagalan yang sering terjadi serta efek yang ditimbulkan oleh kegagalan tersebut serta menentukan langkah-langkah untuk mencegah tingkah kerusakan atau kemungkinan rusak dimulai dengan prioritas tinggi sampai prioritas rendah sehingga mengurangi kerugian-kerugian dan bahaya yang terjadi. Berdasarkan 17 kegagalan yang ditemukan maka dapat dianalisa nilai *severity*, *occurrence*, *detection* dan RPN dari setiap potensi kerusakan tersebut. Berdasarkan hasil analisa tersebut didapat bahwa kerusakan MPU, *charger*, dan *bearing* sensor memiliki nilai RPN tertinggi yaitu 80, sehingga menjadi prioritas dalam tindakan perbaikan dengan cara melakukan aksi terhadap mode kegagalan tersebut berdasarkan kontrol *detection* sehingga dapat mengurangi kerugian dan bahaya yang akan terjadi.

Formulasi pada metode FMEA adalah sebagai berikut:

a. Menentukan Nilai *Severity*

Peringkat nilai *severity* dapat dilihat dengan menggunakan skala 1 sampai dengan 10 yang mencerminkan nilai tingkat bahaya dari yang paling kecil sampai yang paling

besar. Penentuan nilai *severity* dari setiap mode kegagalan dilakukan berdasarkan efek yang ditimbulkan oleh kegagalan yang terjadi.

b. Menentukan Nilai *Occurrence*

Dalam menentukan nilai *occurrence* maka kita harus menentukan PPK (*Probability Process Control*) melalui perhitungan statistik sebagai berikut:

$$PPK = \frac{Z}{3} \tag{2.4}$$

Dengan: $Z = \frac{x-\eta}{\sigma}$ (2.5)

Dimana,

$$\eta = n \cdot p$$

$$\sigma^2 = n \cdot p (1 - p)$$

$$q = 1 - p$$

atau,

$$\sigma^2 = n \cdot p \cdot q$$

c. Menentukan Nilai *Detection*

Detection berhubungan dengan *control* yang digunakan untuk mendeteksi penyebab terjadinya kegagalan serta tindakan perbaikannya. Pendekatan yang disarankan untuk kontrol deteksi adalah dengan mengasumsikan kegagalan yang terjadi dan kemudian melihat kemampuan kontrol desain tersebut.

Setiap kegagalan memiliki nilai deteksi yang diukur berdasarkan nilai kegagalan. Nilai deteksi yang tinggi menunjukkan bahwa besar kemungkinan kegagalan akan terjadi kembali.

d. Menghitung Nilai RPN

RPN (*Risk Priority Number*) merupakan salah satu pendekatan untuk membantu dalam menentukan aksi prioritas dengan cara mengalikan nilai dari *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.

$$RPN = Severity (S) \times Occurrence (O) \times Detection (D) \tag{2.6}$$

Berdasarkan dokumen-dokumen perawatan *forklift* elektrik Nichiyu FB20-75C didapatkan data potensi kegagalan dan ditentukan nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan RPN yang dapat dilihat pada Tabel 2.15:

Tabel 2.15 Nilai *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, dan RPN

No	Potensi Kegagalan	<i>Severity</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Detection</i>	RPN
1	Oli dan <i>filter</i> hidrolik kotor	2	1	1	2
2	<i>Hose</i> pecah	8	1	1	8
3	<i>Cylinder</i> bocor	8	1	4	32
4	<i>Tie rod</i> rusak	3	1	1	3
5	<i>Bearing motor traction</i> rusak	8	1	5	40
6	<i>Bearing sensor</i> rusak	8	1	10	80
7	<i>Control valve</i> bocor	5	1	2	10
8	Baterai rusak	8	1	3	24
9	<i>Micro processor</i> unit rusak	8	1	10	80
10	<i>Condenser</i> rusak	5	2	1	10
11	<i>Contacto</i> r aus	8	1	1	8
12	<i>Microswitch</i> rusak	8	1	2	16
13	Kipas rusak	4	1	3	12
14	Kanvas rem aus	5	1	2	10
15	<i>Master</i> rem bocor	9	1	2	18
16	<i>Charger</i> baterai rusak	8	1	10	80

17	Carbon brush motor steering aus	8	1	1	8
----	---------------------------------	---	---	---	---

Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebocoran pada *master* rem memiliki nilai *severity* tertinggi dibanding kerusakan yang lain karena dapat membahayakan keselamatan *operator*, barang, serta fasilitas-fasilitas yang berada di ruang lingkup kerja *forklift*.
2. Kerusakan MPU, *bearing* sensor dan *charger* memiliki nilai RPN tertinggi dibanding kerusakan yang lain, yaitu dengan nilai RPN masing-masing 80 atau sebesar 18.14% dari total keseluruhan nilai RPN. Kerusakan MPU, *bearing* sensor dan *charger* harus mendapat prioritas utama dalam proses perawatan karena dapat menyebabkan *forklift* elektrik berhenti beroperasi.

2.29.5 Penjadwalan Perawatan Komponen Kritis dengan Pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* pada Perusahaan Karet

Dalam penelitiannya, Wibowo *et al.*, [28] mengidentifikasi metode perawatan yang selama ini berjalan kurang baik dengan memperhatikan faktor keandalan (*reliability*) mesin produksi). Pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* digunakan untuk menganalisis sistem tersebut untuk mengetahui komponen-komponen yang termasuk dalam kategori kritis. Berdasarkan hasil analisis dengan metode RCM maka diperoleh tiga rekomendasi tindakan perawatan yaitu *Condition Directed (CD)*, *Time Directed (TD)*, dan *Finding Failure (FF)*. Hasil perhitungan interval penggantian komponen dengan kriteria *total minimum downtime (TMD)* menunjukkan bahwa interval pergantian komponen rantai *bucket hammer mill*, pisau *screen*, pisau rotor *hammer mill*, *bearing bucket hammer mill* adalah 71 hari, 28 hari, 19 hari, dan 52 hari.

Pada penilitin ini dilakukan tiga tahapan yang dilakukan, yaitu sebagai berikut:

1. Tahap awal adalah mendapatkan gambaran secara menyeluruh tentang permasalahan yang akan diteliti, berupa data atau informasi dan observasi.
2. Tahap berikutnya adalah pengolahan data dengan analisis pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)*, diantaranya dengan mendeskripsikan sistem dan diagram fungsi, serta kegagalan fungsi, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, *Logic Tree Analysis (LTA)*, seleksi kegiatan perawatan, pengujian pola distribusi dan keandalan (*reliability*), serta menghitung *total minimum downtime*.
3. Tahap akhir adalah analisis pembahasan, dilakukan berdasarkan analisis kualitatif FMEA yaitu penentuan interval pergantian komponen perawatan.

Uraian *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dapat dilihat pada Tabel 2.16 sebagai berikut.

Tabel 2.16 Uraian *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

<i>Major Sub-system</i>	No	<i>Part</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>OCC</i>	<i>Failure Causes</i>	<i>DET</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>SEV</i>	RPN
<i>Bucket Hammer Mill</i>	1	Rantai	Rantai putus	4	Aus <i>Grease</i> yang kurang Korosi <i>Overload</i>	1	Bucket yang berisi bokar berhenti karena rantai yang juga tidak berfungsi	10	40
	2	<i>Bearing</i>	<i>Bearing</i> Pecah	7	Tekanan yang sangat kuat <i>Grease</i> yang kurang Terlalu sering terendam air	5	Pergerakan sproket terhenti yang mengakibatkan rantai juga terhenti	8	280
	3	Pin + Roda	Gerakan tidak stabil	3	Aus <i>Grease</i> yang kurang Korosi Pemasangan yang tidak tepat	5	Gerakan <i>bucket</i> tidak sesuai, mengakibatkan pergerakan <i>bucket</i> terhambat	4	60
<i>Bak Hammer Mill</i>	1	Pompa	Pompa Tersumbat	4	Bokar masuk kedalam pompa	5	Sirkulasi air berhenti dikarenakan pompa yang tidak berfungsi	5	100
	2	Saringan	Saringan Kotor	6	Bokar masuk ke dalam saringan	7	Tersendatnya proses sirkulasi air	3	126
<i>Mesin Hammer Mill</i>	1	Pisau hammer	Pisau Hammer tumpul	7	Masuknya benda-benda asing (batu, besi dan lain-lain) Tekanan yang sangat kuat Aus	5	Hasil remahan yang terlalu besar yang tidak sesuai dengan ukuran dalam pembuatan <i>creep</i>	7	240
	2	V-Belt D 147	kendor	2	Putaran yang sangat tinggi	1	Putaran antara motor dengan mesin tidak sesuai	10	20
	3	<i>Bearing</i>	Pecah	3	Putaran yang sangat tinggi <i>Grease</i> yang kurang Korosi <i>Overload</i>	5	Mesin terhenti akibatnya <i>hammer mill</i> dapat memotong bokar	5	75
	4	Pisau <i>Screen</i>	Tumpul	6	Masuknya benda-benda asing (batu, besi dan lain-lain) Tekanan yang sangat kuat Aus	5	Ukuran hasil pemotongan yang tidak sesuai	7	210

Uraian *Logic Tree Analysis* (LTA) dapat dilihat pada Tabel 2.17 sebagai berikut.

Tabel 2.17 Uraian *Logic Tree Analysis* (LTA)

Mayor Sub-system	No	Part	Failure Mode	Failure Causes	Critically Analysis			
					Evident	Safety	Outage	Category
Bucket Hammer Mill	1	Rantai	Rantai putus	Aus	Y	N	Y	B
				Grease yang kurang	Y	N	Y	C
				Korosi	Y	N	Y	B
				overload	Y	N	Y	B
	2	Bearing	Bearing Pecah	Tekanan yang sangat kuat	Y	N	Y	B
				Grease yang kurang	Y	N	Y	C
				Terlalu sering terendam air	Y	N	N	B
	3	Pin + Roda	Gerakan tidak stabil	aus	Y	N	Y	B
				Grease yang kurang	Y	N	Y	C
Korosi				Y	N	Y	B	
Pemasangan yang tidak tepat				N	N	Y	D	
Bak Hammer Mill	1	Pompa	Pompa tersumbat	Bokar masuk kedalam pompa	Y	N	Y	D
	2	Saringan	Saringan kotor	Bokar masuk ke dalam saringan	Y	N	Y	D
Mesin Hammer Mill	1	Pisau hammer	Pisau Hammer tumpul atau patah	Masuknya benda-benda asing (batu, besi dll)	Y	N	Y	B
				Tekanan yang sangat kuat	Y	N	Y	B
				aus	Y	N	Y	B
	2	V-Belt D 147	Kendor/putus	Putaran yang sangat tinggi	Y	N	Y	B
					Y	N	Y	B
	3	Bearing	Pecah	Putaran yang sangat tinggi	Y	N	Y	B
				Grease yang kurang	Y	N	Y	C
				Korosi	Y	N	Y	B
4	Pisau Screen	Patah/Tumpul	overload	Y	N	Y	B	
			Masuknya benda-benda asing (batu, besi dll)	Y	N	Y	B	
			Tekanan yang sangat kuat	Y	N	Y	B	
			aus	Y	N	Y	B	

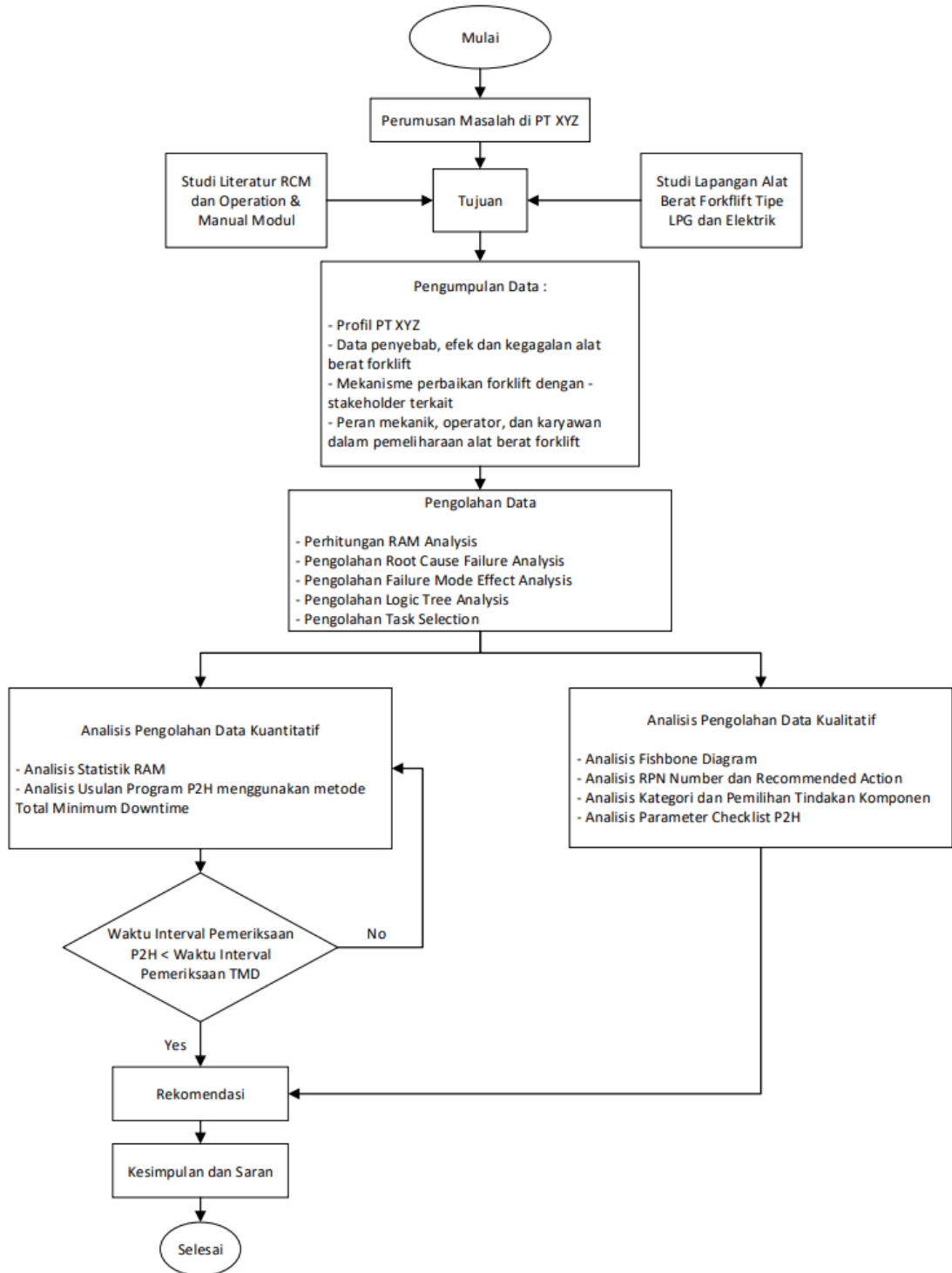
Pemilihan tindakan pencegahan berdasarkan hasil analisis terhadap FMEA dan LTA adalah sebagai berikut:

1. *Condition Directed* (CD), dilakukan pencegahan dengan berdasarkan kondisi komponen yang sedang berfungsi, diantaranya adalah V-Belt 147, *bearing hammer mill* dan pin (dengan roda)
2. *Time Directed* (TD), dilakukan pencegahan dengan berdasarkan perhitungan *reliability*, diantaranya adalah rantai, *bearing bucket, hammermill*, pisau rotor, dan pisau *screen*
3. *Failure Finding* (FF), dilakukan pencegahan dengan berdasarkan temuan kerusakan, diantaranya adalah saringan dan pompa

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut merupakan diagram alir penelitian yang dilakukan:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian analisis kerusakan komponen *forklift* dan penyusunan program pemeriksaan pengecekan harian oleh *operator* dilakukan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*, kemudian dilakukan pengumpulan data, pengolahan data, dan pengambilan kesimpulan oleh penulis. Dalam metode tersebut digunakan tujuh tahapan proses, yaitu analisis kondisi aktual dengan metode RAM (*Reliability Availability Maintainability Analysis*), analisis penyebab kerusakan komponen dengan metode *Root Cause Failure Analysis* (RCFA), analisis tingkat kekritisian komponen dengan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), analisis kategori kerusakan dengan metode LTA (*Logic Tree Analysis*) dan CA (*Critically Analysis*), analisis pemilihan tindakan dengan metode TS (*Task Selection*), dan menyusun program pemeriksaan pengecekan harian (P2H) oleh *operator forklift* dengan membandingkan hasil analisis komponen dengan *modul Operation & Manual* tersedia.

3.3 Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data sebagai input tahap selanjutnya, yaitu identifikasi kondisi aktual dan rekomendasi perbaikan. Pengumpulan dapat dilakukan setelah mengetahui permasalahan yang akan diselesaikan. Pengumpulan data dimulai dengan mengumpulkan data informasi kegiatan pemeliharaan aktual yang selama ini dilaksanakan oleh perusahaan. Data historis kerusakan *forklift* dikumpulkan dengan melakukan diskusi bersama karyawan Departemen *Mechanical Central Workshop Section Heavy Equipment* dan ditunjang oleh data dari sistem terintegrasi (SAP). Pengumpulan data dari ketersediaan *forklift* dilakukan setelah diketahui historis kerusakan. Tingkat ketersediaan dari *forklift* menggambarkan performa selama periode waktu bulan dan tahun, dengan mempertimbangkan hari siap operasi (HSO) dan hari kerja baik dalam hitungan bulan ataupun hitungan tahun. Penulis melakukan perekapan data di *excel* agar dapat dilakukan pengolahan data di tahap selanjutnya. Pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu:

1. Data Primer

Merupakan data yang akan diolah dan diperoleh dari melakukan rekap data histori aktivitas perbaikan *forklift* oleh mekanik dan meminta keterangan serta mewawancarai karyawan yang terlibat langsung. Data untuk pengolahan adalah:

- a. Pengisian rating LTA dengan menyebar kuisisioner yang berisi tentang pertanyaan berdasarkan keadaan nyata yang terjadi dilapangan yang akan diisi oleh mekanik perusahaan.
- b. Data komponen kerusakan *forklift*
- c. Data penyebab kerusakan
- d. Data frekuensi kerusakan *forklift*
- e. Data waktu perbaikan *forklift*
- f. Data *Hour meter forklift*
- g. Alur pengecekan *forklift* oleh *operator plant*
- h. Alur pengecekan *forklift* oleh mekanik *plant*
- i. Parameter pengecekan *forklift* oleh *operator plant*

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang tidak langsung diamati oleh peneliti. Informasi yang didapatkan dari jenis data ini adalah informasi yang telah tersedia di perusahaan seperti data profil perusahaan. Data ini dimiliki oleh perusahaan sebagai dokumentasi serta rekaman atas selama jalannya perusahaan. Beberapa data sekunder diantaranya:

- a. Profil perusahaan
- b. Alur dan syarat penerbitan dokumen pada *plant*
- c. Format dokumen *Standard Operating Procedure* dan *Work Instruction*

3.4 Tahap Identifikasi Kondisi Aktual

Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi kegiatan pemeliharaan yang selama ini dijalankan oleh perusahaan terhadap *forklift*, sehingga perbaikan yang diberikan nantinya sesuai apa yang dibutuhkan oleh perusahaan dalam mengoptimalkan strategi pemeliharaan *forklift*. Pada tahap ini dimulai dengan mengidentifikasi sistem obyek amatan, yaitu *forklift* dengan melihat alur perbaikan oleh mekanik dan *operator*. Komponen dan sub komponen dari *forklift* dipaparkan dengan tujuan memudahkan dalam mendeskripsikan dan mengevaluasi obyek amatan.

Berdasarkan alur perbaikan yang sudah dijalankan dan data dari setiap sub komponen, dapat dilakukan deskripsi kegiatan pemeliharaan aktual yang didapat dari hasil diskusi dan dilakukan validasi untuk setiap deskripsi. Penulis melakukan rekap data histori kerusakan setelah mendeskripsikan kegiatan pemeliharaan aktual yang terdiri dari pergantian *spare parts*, jenis strategi pemeliharaan dari setiap sub komponen, dan waktu pemeliharaan. Penulis melakukan rekap ketersediaan dan keandalan *forklift* untuk diketahui tingkat performansi dari bulan Februari 2021 s.d. bulan Maret 2022, setelah itu melakukan evaluasi terhadap kegiatan pemeliharaan aktual untuk masing-masing kegiatan pemeliharaan aktual dari setiap sub komponen.

3.5 Tahap Pengolahan Data

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. RAM Analysis

Reliability, Availability, Maintainability Analysis (RAM Analysis) merupakan salah satu metode untuk memperkirakan ketersediaan produksi suatu sistem dengan menilai mode kegagalan, frekuensi, konsekuensi, dan efek pada produksi. Tujuan dilakukan analisis ini adalah untuk mengetahui apakah perkiraan ketersediaan produksi memenuhi persyaratan yang ada. Dalam hal ini dilakukan perhitungan untuk mendapatkan keandalan *forklift*, ketersediaan *forklift*, dan kecekatan mekanik *forklift*. Berikut formulasi pada perhitungan *RAM Analysis* dengan metode *Total Productive Maintenance (TPM)*:

a. MTBF = Mean time between failure

adalah untuk mengetahui setiap berapa jam operasi alat berat terjadi kerusakan (*failure*) i.e. *forklift availability*

$$\text{MTBF} = \text{Working Hour} / \text{Breakdown Frequency}$$

b. MTTR = Mean time to repair

adalah untuk mengetahui berapa jam setiap terjadi kerusakan i.e. *forklift maintainability*

$$\text{MTTR} = \text{Total Repair Hours} / \text{Breakdown Frequency}$$

c. IA = Inherent Availability

adalah untuk mengetahui *Reliability* dari mesin tersebut i.e. *forklift availability*

$$\text{IA} = (\text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})) \times 100\%$$

2. Root Cause Failure Analysis (RCFA)

Tahapan selanjutnya adalah menentukan sumber penyebab masalah dari hasil perhitungan *RAM Analysis* dengan metode *Root Cause Failure Analysis (RCFA)*, hal ini dilakukan dengan menggunakan diagram *fishbone* untuk didapatkan akar masalah yang mendasar terkait permasalahan yang sedang terjadi. Berikut langkah-langkah pembuatan *fishbone diagram*:

1. Menepakati pernyataan masalah
2. Mengidentifikasi kategori-kategori
3. Menemukan sebab-sebab potensial dengan cara brainstorming
4. Mengkaji dan menepakati sebab-sebab yang paling mungkin

Pada metode ini digunakan kategori 5M+1E yang biasa diterapkan dalam industri manufaktur dalam penelitian ini dengan parameter sebagai berikut:

1. *Machine*
2. *Method*
3. *Material*
4. *Man power*
5. *Measurement*
6. *Environment*

Metode *Fault Tree Analysis* digunakan dalam menemukan inti permasalahan. Metode ini mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. Pada metode *Fault Tree Analysis* terdapat lima tahapan untuk melakukan analisa, yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau
2. Penggambaran model grafik *Fault Tree*
3. Melakukan cut set dari analisa *Fault Tree*
4. Melakukan analisa kualitatif dari *Fault Tree*
5. Melakukan analisa kualitatif dari *Fault Tree*

3. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Data komponen kerusakan masuk ke dalam rangkaian *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang didalamnya mencari fungsi, mode kegagalan, penyebab kegagalan, dan efek dari kegagalan komponen alat berat *forklift* terkait. Rangkaian tahap ini menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN) yang digunakan untuk melihat komponen yang paling kritis.

Tabel 3.1 Format Kuisisioner *Aging Spare Part* kepada Mekanik

No.	<i>Equipment</i>	Model	<i>Material Code</i>	Function	<i>Failure mode</i>	<i>Aging</i>
-----	------------------	-------	----------------------	----------	---------------------	--------------

Pada PT XYZ dilakukan pengisian kuisisioner atau wawancara kepada mekanik untuk dapat dilakukan pengambilan data *Aging* atau lama waktu perbaikan suatu komponen *forklift* sebagai salah satu parameter dari penggunaan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

Tabel 3.2 Format *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

No	<i>Equipment</i>	Function	Functional <i>Failure</i>	<i>Failure mode</i>	<i>Effect of Failure</i>	S	O	D	RPN
----	------------------	----------	---------------------------	---------------------	--------------------------	---	---	---	-----

Pada Tabel 3.2 pengisian *equipment* diisi dengan komponen dari sebuah sistem, kolom function diisi dengan fungsi dari sebuah komponen dalam proses operasi functional *failure* dengan kegagalan yang terjadi dari sebuah fungsi, *failure mode* berisikan kemungkinan penyebab-penyebab terjadinya kegagalan fungsi, *effect of failure* diisi dengan dampak atau akibat dari sebuah kegagalan. Kolom “S”, “O”, dan “D” merupakan *Severity* (S), *Occurrence* (C), dan *Detection* (D). *Risk Priority Number* (RPN) dapat dihitung menggunakan Perumusan 3.1 sebagai berikut.

$$Risk\ Priority\ Number = S \times O \times D \quad (3.1)$$

4. *Logic Tree Analysis* (LTA)

Penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) digunakan untuk menunjukkan jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*), dimana yang layak dan optimal untuk mengatasi masing-masing pada *failure mode*. Tujuan tahap ini adalah memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan dengan melakukan pengakegorian komponen seperti berikut:

- a. *Evident*, apakah *operator* dalam kondisi normal dapat mengetahui bahwa telah terjadi adanya kegagalan?
- b. *Safety*, apakah adanya kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan?
- c. *Outage*, apakah mode kegagalan ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?

Tabel 3.3 Format *Logic Tree Analysis* (LTA)

No.	Equipment	Logic Tree Analysis			
		Evident	Safety	Outage	Category

5. *Critically Analysis*

Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap komponen *forklift* dengan melakukan *selection guide* seperti berikut:

- a. Apakah hubungan dengan age *reliability* diketahui?
- b. Apakah tindakan TD bisa digunakan?
- c. Apakah tindakan CD dapat digunakan?
- d. Apakah termasuk dalam mode kerusakan?
- e. Apakah tindakan FF dapat digunakan?
- f. Apakah di antara tindakan yang dipilih efektif?
- g. Dapatkah desain dari modifikasi dapat menghilangkan mode kegagalan dan efeknya?

Tabel 3.4 Format *Critically Analysis* (CA)

No.	Equipment	Critically Analysis						
		1	2	3	4	5	6	7

6. *Task Selection* (TS)

Pada tahap ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling efektif. Pemilihan tindakan didapatkan setelah memperitmbangkan hasil-hasil dari analisis LTA. Dalam pelaksanaan pemilihan tindakan, dapat dilakukan dengan *Time Directed* (TD), *Condition Directed* (CD), *Failure Finding* (FF), *Redesign and Run to failure* (RTF).

Tabel 3.5 Format *Task Selection*

No.	Equipment	Level							Critically Analysis				Task Selection
		1	2	3	4	5	6	7	Evidents	Safety	Outage	Category	

7. Pemilihan Parameter Pengecekan

Pada tahap ini dilakukan pemilihan pengecekan dengan melakukan pencocokkan parameter pengecekan berdasarkan kondisi lapangan yang terjadi dan *modul forklift* tersedia. Penulis melakukan sortir parameter pada *modul* dengan acuan pada kondisi lapangan, dengan demikian didapat parameter pengecekan oleh *operator forklift* yang sesuai dengan standar operasi yang berlaku.

8. *Total Minimum Downtime*

Dalam menghitung keandalan dan ketersediaan pada metode *Total Minimum Downtime* (TMD), terdapat formulasi pada perhitungan *RAM Analysis*. Dalam menentukan jenis distribusi data, dilakukan dengan langkah-langkah menggunakan *Minitab* 18 untuk menentukan distribusi yang tepat pada data selang waktu perbaikan (TTR):

1. Buka *Minitab* 18
2. Masukkan data TTF pada jendela *worksheet1****

3. Pilih menu *toolbar*, pilih *Stat*
4. Pilih *Reliability/Survival*
5. Pilih *Distribution Analysis (Right Censoring)*;
6. Pilih *Parametric Distribution Analysis*;
7. Masukkan data pada kolom *variables*, pilih *assumed distribution* (*weibull, exponential, normal, dan lognormal*)

Penulis melakukan perhitungan *downtime*, keandalan, dan ketersediaan untuk masing-masing distribusi sebelum dan setelah tindakan perawatan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Berikut pengumpulan data pendukung yang dilakukan oleh penulis meliputi unit alat berat *forklift*, *hour meter*, frekuensi kerusakan, waktu perbaikan unit *forklift*, dan waktu perbaikan komponen.

- a. Data unit dan model alat berat *forklift* sebagaimana tercantum dalam lampiran A.2
- b. Data *hour meter forklift* sebagaimana tercantum dalam lampiran A.3
- c. Data waktu perbaikan kerusakan antar komponen *forklift* sebagaimana tercantum dalam lampiran A.4
- d. Data frekuensi kerusakan dan waktu perbaikan unit *forklift* sebagaimana tercantum dalam lampiran A.5
- e. Data komponen dengan frekuensi kerusakan tinggi sebagaimana tercantum dalam lampiran A.6
- f. Data akurasi pelaksanaan *preventif maintenance* yang dilakukan oleh vendor mekanik sebagaimana tercantum dalam lampiran A.7

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagai berikut:

4.2.1 RAM Analysis

Reliability, Availability, Maintainability Analysis (RAM Analysis) merupakan salah satu metode untuk memperkirakan ketersediaan produksi suatu sistem dengan menilai mode kegagalan, frekuensi, konsekuensi, dan efek pada produksi. Tujuan dilakukan analisis ini adalah untuk mengetahui apakah perkiraan ketersediaan produksi memenuhi persyaratan yang ada. Dalam penelitian ini *forklift* dianalogikan sebagai alat produksi, dengan demikian jika terjadi kegagalan pada *forklift* maka ketersediaan *forklift* akan berkurang dan jumlah produksi akan menurun.

Pada metode ini terdapat pengolahan data, dimana meliputi langkah perhitungan MTBF (*Mean time between failure*) dan *Availability* sebagai berikut:

1. Langkah-langkah perhitungan MBTF (*Mean time between failure*)
 - a. Contoh data yang dihitung adalah *hour meter* pada periode tanggal 1 Februari 2021 s.d. 31 Maret 2022 pada unit FL-04.
 - b. Pada periode tanggal 1 Februari 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah beroperasi selama 3963 jam.
 - c. Pada periode tanggal 1 Februari 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah mengalami kerusakan sebanyak 52 kali.
2. Langkah-langkah perhitungan MTTR (*Mean time to repair*)
 - a. Contoh data yang dihitung adalah MTTR pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022 pada unit FL-04.
 - b. Pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. Maret 2022, FL-04 telah mengalami kerusakan sebanyak 23 kali.
 - c. Pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah mengalami perbaikan selama 26.62 jam.
3. Langkah-langkah perhitungan *Availability*
 - a. Contoh data yang dihitung adalah *Availability* pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022 pada unit FL-04.

- b. Pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah beroperasi selama 2147 jam.
- c. Pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah mengalami perbaikan selama 26.62 jam

Pada unit FL-04 dilakukan perhitungan MTBF (*Mean time between failure*) dan *Availability* sebagai berikut:

$$MTBF = \frac{Total\ Operation\ Time}{Frekuensi\ Breakdown} = \frac{3963}{52} = 76.21\ jam$$

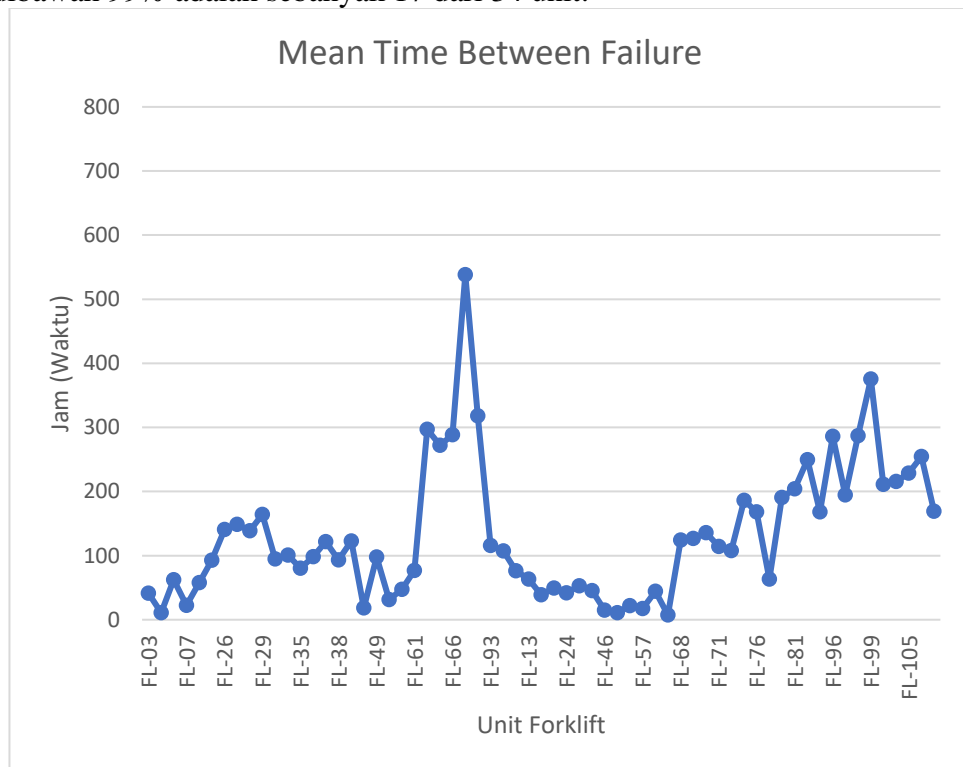
$$MTTR = \frac{Breakdown\ Time}{Frekuensi\ Breakdown} = \frac{26.62}{23} = 1.15\ jam$$

$$A = \frac{Total\ Operation\ Time}{Aging\ Time} \times 100\% = \frac{3963}{26.62} \times 100\% = 98.78\%$$

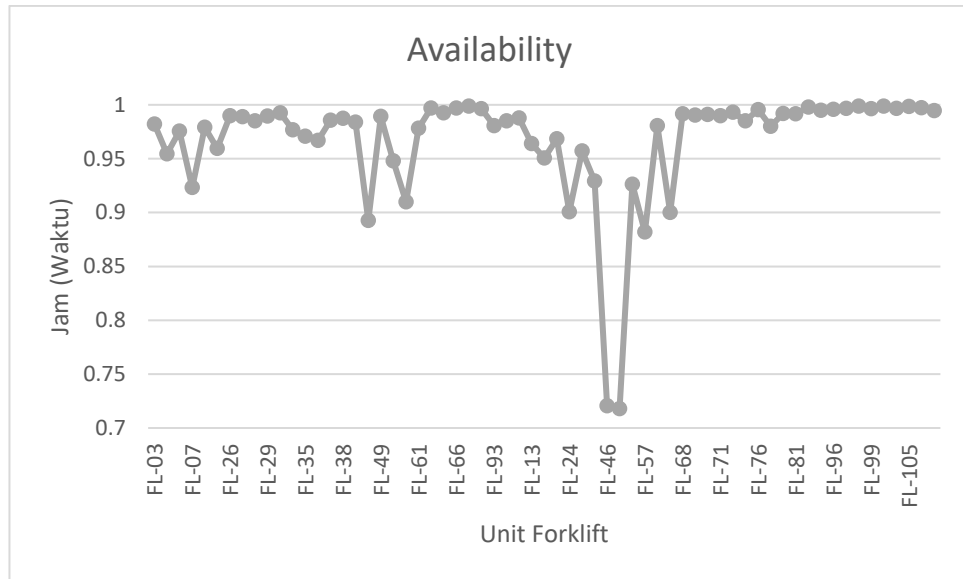
Hasil pengolahan data dengan metode *RAM Analysis* sebelum dilakukan tindakan perawatan terlampir pada Lampiran B.1, terlihat bahwa *forklift* tipe elektrik memiliki rata-rata MTBF sebesar 131.06 jam dan *forklift* tipe LPG memiliki rata-rata MTBF sebesar 132.52 jam. Pada *forklift* tipe elektrik memiliki jam rata-rata operasional per hari sebesar 13.2 jam dan 11.2 jam pada *forklift* tipe LPG, maka kerusakan komponen terjadi setiap 11 s.d. 13 hari.

Pada perhitungan MTTR, *forklift* tipe elektrik memiliki rata-rata MTTR sebesar 1.63 jam dan *forklift* tipe LPG memiliki rata-rata MTTR sebesar 1.41 jam. MTTR merupakan rentang waktu (jam) yang dibutuhkan oleh mekanik untuk melakukan perbaikan komponen *forklift*.

Pada perhitungan *Mechanical Availability* (MA), *forklift* tipe elektrik yang memiliki MA dibawah 99% adalah sebanyak 23 dari 29 unit dan *forklift* tipe LPG yang memiliki MA dibawah 99% adalah sebanyak 17 dari 34 unit.



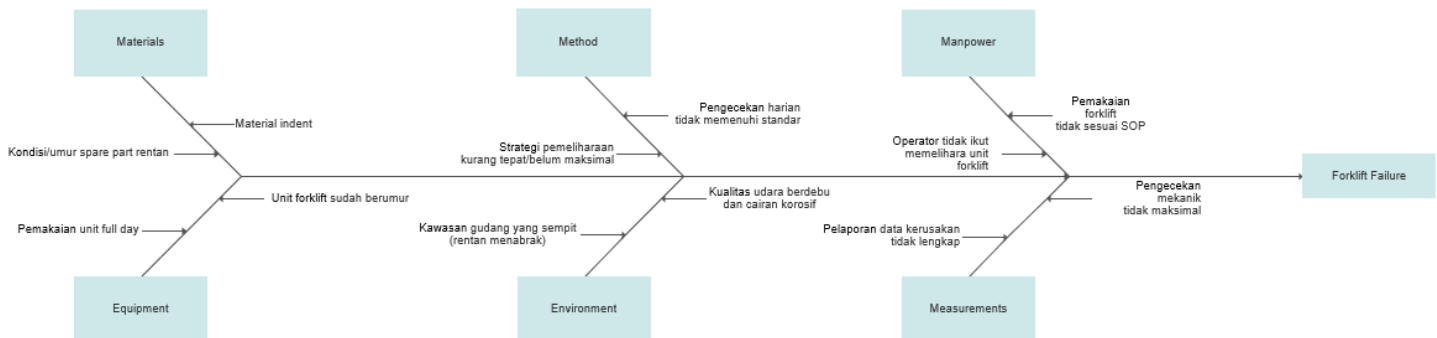
Gambar 4.1 Grafik MTBF Sebelum Tindakan Perawatan



Gambar 4.2 Grafik Availability Sebelum Tindakan Perawatan

4.2.2 Root Cause Failure Analysis (RCFA)

Pada penggunaan diagram *fishbone*, dilakukan untuk mencari akar permasalahan yang terjadi berdasarkan hasil pengolahan data *RAM Analysis*. Kegagalan *forklift* dicari dengan menggunakan 6 parameter, yaitu *materials*, *method*, *manpower*, *equipment*, *environment*, dan *measurements*.



Gambar 4.3 Root Cause Failure Analysis (RCFA) menggunakan Diagram Fishbone

Permasalahan pada *materials* terjadi ketika *material indent* dan kondisi/umur sparepart rendah, hal ini menyebabkan penundaan pergantian part karena kecepatan antara part rusak dan pembelian part saling bertolak belakang.

Pada kategori *equipment*, yaitu unit *forklift* yang sudah berumur dan pemakaian unit full day, pemakaian full day terjadi dikarenakan kegiatan *warehouse* yang padat sehingga kemungkinan usia part rusak lebih cepat dari yang sudah ditetapkan.

Permasalahan pada *environment* adalah kualitas udara berdebu, cairan korosif, dan kawasan gudang yang sempit. Hal ini menjadi penyebab *forklift* rentan menabrak tiang *warehouse* saat stuffing dan ban *forklift* menjadi cepat halus dan retak karena faktor lingkungan.

Pada kategori *measurements*, yaitu pengecekan mekanik tidak maksimal dan pelaporan data kerusakan tidak lengkap. Hal ini membuat kerusakan unit *forklift* tidak bisa diukur dan dipantau dikarenakan kurangnya data dan pengecekan secara menyeluruh.

Permasalahan pada *method* adalah pengecekan harian tidak memenuhi standar *operation & manual modul* dan strategi pemeliharaan *forklift* kurang tepat/belum maksimal.

Hal ini terjadi dikarenakan kurangnya pengolahan data akan usia sparepart dan standar pengecekan harian pada masing-masing *plant* yang tidak mengikuti modul *operation & manual book*.

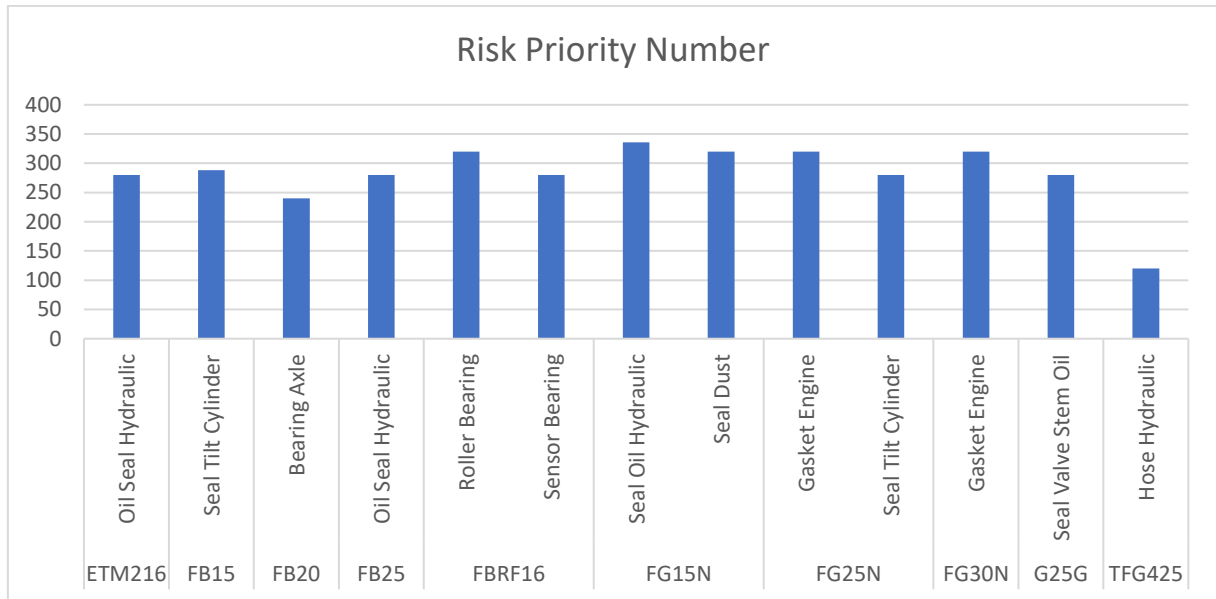
Pada kategori *manpower*, yaitu pemakaian *forklift* tidak sesuai SOP dan *operator* tidak ikut memelihara unit *forklift*. SOP disini adalah terkait pengecekan unit harian, sehingga pemeliharaan unit *forklift* sebatas oleh mekanik *forklift* saja. Standar akan *operator* yang berbeda pada masing-masing *plant* menjadi penyebab akan permasalahan ini.

Langkah yang dilakukan oleh penulis untuk menanggulangi masalah diatas adalah pada segmen *method* dan *manpower*. Analisa sparepart dan penyusunan program pemeriksaan dan pengecekan harian oleh *operator* diharapkan akan menjadi solusi akan permasalahan yang sedang terjadi.

4.2.3 **Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk menilai dari suatu mode kegagalan dan efek kegagalan dari setiap komponen sistem dan menganalisis pengaruhnya terhadap *reliability* sistem tersebut. Berikut merupakan salah satu data dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA):

- a. Komponen yang mengalami kerusakan adalah pada unit *forklift* tipe elektrik dengan model ETM216.
- b. Komponen dari unit *forklift* tipe elektrik dengan model ETM216 yang mengalami kerusakan adalah komponen *Hose* Hidrolik yang memiliki fungsi untuk menyalurkan oli hidrolik, dimana merupakan komponen vital jika tidak ada *Hose* Hidrolik maka tidak ada saluran oli hidrolik dari *engine pump* ke silinder hidrolik.
- c. Mode kegagalan komponen *Hose* Hidrolik adalah bocor, pecah, dan sobek.
- d. Penyebab kegagalannya adalah *lifetime* komponen dan pengaruh lingkungan dimana kualitas udara, suhu ruangan, dan tingkat korosif cairan dari luar akan mengurangi *lifetime* komponen.
- e. Efek kegagalan yang ditimbulkan adalah unit *forklift* tidak dapat beroperasi dengan membawa beban berat secara maksimal atau berhenti beroperasi.
- f. Tingkat *Severity* yang dimana adanya dampak yang terburuk akibat dari adanya kegagalan pada komponen *Hose* Hidrolik didapatkan rating 6 yang dimana akibatnya signifikan dengan kriteria verbalnya unit *forklift* tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan kegagalan atau kecacatan pada performa alat berat. *Operator* merasa sangat tidak puas dengan kinerjanya sendiri.
- g. Tingkat *occurrence* yang dimana tingkatan seberapa sering komponen mengalami kegagalan pada komponen *Hose* Hidrolik didapatkan rating 5 dengan kejadian rendah untuk kriteria verbalnya kerusakan mesin terjadi dengan tingkat rendah.
- h. Tingkat *Detection* yang dimana tingkat pengukuran terhadap kemampuan dalam pengendalian atas kegagalan yang terjadi pada komponen *Hose* Hidrolik didapatkan rating 4 dengan akibat moderate highly dan kriteria verbalnya perawatan *preventive* memiliki kemungkinan moderate highly untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan.
- i. *Risk Priority Number* (RPN), dimana $severity \times occurrence \times number$ dengan $6 \times 5 \times 4 = 120$. Nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang didapat pada komponen *Hose* Hidrolik dikarenakan tingkat dampak kegagalan berakibat rendah, tingkat kejadian kegagalan rendah, dan tingkat mendeteksi kegagalan moderate highly.



Gambar 4.4 Grafik Tingkat Kekritisan Komponen *Forklift*

Hasil pengolahan data dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* terlampir pada Lampiran B.3, terlihat bahwa kondisi *forklift* didapatkan dari hasil pengolahan data *RAM Analysis* dan penyebab kerusakan *forklift* didapatkan dari hasil pengolahan data pada rangkaian *Root Cause Failure Analysis (RCFA)*. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dilakukan untuk mengetahui tingkat kekritisan komponen tersebut. Berdasarkan kriteria kekritisan komponen, dari seluruh komponen *forklift* yang mengalami kerusakan pada periode Februari 2021 s.d. Maret 2022. Pada hasil pengolahan data komponen terdapat komponen yang paling kritis, yaitu *Seal Oli Hidrolik* pada model ETM216, *Tilt Repair kit* hidrolik pada model FB15, *Bearing Axle* pada model FB20, *Seal Oil Hidrolik* pada model FB25, *Radial Bearing* dan *Sensor Bearing* pada model FBRF16, *Seal Oil Hidrolik* dan *Seal Dust* pada model FG15N, *Gasket Cylinder Head* dan *Seal kit Tilt Cylinder* pada model FG25N, *Gasket Engine* pada FG30N, *Seal Valve Stem Oil* pada model G25G, dan *Hose Hidrolik* pada model TFG425.

4.2.4 *Logic Tree Analysis (LTA)*

Penyusunan *Logic Tree Analysis (LTA)* digunakan untuk menunjukkan jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*), dimana yang layak dan optimal untuk mengatasi masing-masing pada *failure mode*. Tujuan tahap ini adalah memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan. Berikut ini merupakan penjelasan dari salah satu komponen alat berat *forklift* dengan tipe LPG dan elektrik berdasarkan pada Tabel 3.2 *Logic Tree Analysis (LTA)*:

1. Komponen yang mengalami kerusakan adalah selang gas LPG pada unit *forklift* tipe *gasoline*.
2. Fungsi pada selang gas LPG pada unit *forklift* tipe *gasoline* adalah untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki LPG menuju mesin *forklift*.
3. Mode kegagalan pada selang gas LPG yaitu selang gas LPG mengalami kebocoran.
4. Analisis Kekritisan (mode kegagalan):
 - a. *Evident* (apakah *operator* dalam kondisi normal dapat mengetahui bahwa telah terjadi adanya kegagalan?) *Yes*
 - b. *Safety* (apakah adanya kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan?) *No*

- c. *Outage* (Apakah mode kegagalan ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?) **Yes**

Hasil pengolahan data dengan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) terlampir pada Lampiran B.4, terlihat bahwa dari tiap mode kerusakan dibuat kategori kerusakan komponen tersebut dengan menggunakan *Logic Tree Analysis* (LTA). Informasi yang didapat untuk melakukan analisis dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) diterima dari mekanik PT XYZ.

Pada tahap penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses yang kualitatif digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode* pada alat berat *forklift*. Tujuan *Logic Tree Analysis* (LTA) adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya. Berikut adalah komponen yang sudah dikategorikan ke dalam empat kategori dengan dibantu wawancara oleh mekanik alat berat PT XYZ sebagai berikut:

1. Kategori A (*Safety Problem*), apabila mode kegagalan mempunyai konsekuensi membahayakan keselamatan bahkan menyebabkan kematian pada seseorang. Pada kategori A, terdapat 21 komponen *Safety Problem*. Jumlah tersebut dapat berkurang karena dapat diatasi oleh *operator* yang sudah memenuhi standar keselamatan dengan mengikuti *safety induction* terlebih dahulu.
2. Kategori B (*Outage Problem*), mode kegagalan dari suatu komponen dapat menyebabkan sistem kerja komponen terhenti sebagian atau keseluruhan sehingga berpengaruh terhadap *operational forklift* yang dapat membengkakkan biaya dan menurunkan tingkat ketersediaan *forklift*. Pada kategori B, terdapat 10 komponen *Outage Problem*. Sistem kerja komponen terhenti sebagian, jika salah satu komponen tersebut mengalami kegagalan.
3. Kategori C (*Economic Problem*), apabila mode kegagalan tidak mempunyai konsekuensi terhadap *safety* maupun terhadap operasional *plant* dan hanya mempengaruhi ekonomi yang relatif kecil meliputi biaya perbaikan. Pada kategori C, terdapat 7 komponen *Economic Problem*. Mode kegagalan mempunyai konsekuensi terhadap *Economic Problem*, jika salah satu komponen tersebut mengalami kegagalan.
4. Kategori D (*Hidden Failure*), apabila mode kegagalan memiliki dampak secara langsung dan jika perusahaan tidak menanggulangnya, resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya. Pada kategori D, terdapat 27 komponen *Hidden Failure*. Mode kegagalan memiliki dampak secara langsung, jika salah satu komponen tersebut mengalami kegagalan. Pada saat perusahaan tidak menanggulangnya, resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya.

4.2.5 **Critically Analysis (CA)**

Critically Analysis dilakukan berdasarkan pertanyaan penuntun yang disesuaikan dengan *road map* pemilihan tindakan. Berikut ini merupakan salah satu contoh penjelas dari komponen kritis yaitu *hose* hidrolik pada alat berat *forklift* berdasarkan pada *Selection Guide* dengan metode terkait:

Apakah hubungan dengan age *reliability* diketahui? **No**

- a. Apakah tindakan TD bisa digunakan? **No**

- b. Apakah tindakan CD dapat digunakan? **Yes**
- c. Apakah termasuk dalam mode kerusakan? **Yes**
- d. Apakah tindakan FF dapat digunakan? **Yes**
- e. Apakah diantara tindakan yang dipilih efektif? **Yes**
- f. Dapatkah desain dari modifikasi dapat menghilangkan mode kegagalan dan efeknya? –

Hasil pengolahan data dengan metode *Logic Tree Analysis* (LTA) terlampir pada Lampiran B.4, kemudian pembahasan pada metode *Critically Analysis* dilanjutkan pada *Task Selection Road map* untuk dapat dilihat pemilihan tindakan efektif pada masing-masing kerusakan komponen *forklift*.

4.2.6 *Task Selection Road map* (Pemilihan Tindakan)

Pemilihan tindakan berdasarkan pertanyaan penuntun (*task selection*) yang disesuaikan dengan *road map* pemilihan tindakan. Dalam proses *task selection road map* menentukan tindakan yang tepat untuk mode kegagalan alat berat *forklift*. Berikut ini merupakan salah satu contoh penjelas dari komponen kritis yaitu *hose* hidrolik pada alat berat *forklift* berdasarkan pada Tabel 3.5 *Task Selection*:

1. Komponen yang mengalami kerusakan adalah komponen *hose* hidrolik pada alat berat *forklift* dengan tipe LPG.
2. Fungsi *hose* hidrolik pada alat berat *forklift* sebagai untuk menyalurkan oli hidrolik pada alat berat *forklift*.
3. Mode kegagalan adalah komponen *hose* hidrolik mengalami kebocoran.
4. *Selection Guide* (Mode Kerusakan):
 - g. Apakah hubungan dengan age *reliability* diketahui? **No**
 - h. Apakah tindakan TD bisa digunakan? **No**
 - i. Apakah tindakan CD dapat digunakan? **Yes**
 - j. Apakah termasuk dalam mode kerusakan? **Yes**
 - k. Apakah tindakan FF dapat digunakan? **Yes**
 - l. Apakah diantara tindakan yang dipilih efektif? **Yes**
 - m. Dapatkah desain dari modifikasi dapat menghilangkan mode kegagalan dan efeknya? –
 - n. *Selection task*: CD

Hasil pengolahan data dengan metode *Task Selection Road Map* (TS) terlampir pada Lampiran B.4, terlihat bahwa dari tiap kategori dan mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling efektif. Dalam melakukan analisis dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dilakukan wawancara dengan mekanik PT XYZ sebagai berikut:

- A. *Time Directed* (TD) atau *Preventive Maintenance* (PM) terdapat 12 komponen yang dapat dilakukan tindakan perawatan secara langsung terhadap sumber kerusakan dengan didasari umur ataupun waktu dari komponen, dimana adanya perawatan pencegahan dilakukan sebelum terjadi kerusakan mesin.
- B. *Condition Directed* (CD) atau *Predictive Maintenance* (PdM), terdapat 33 komponen yang perawatannya dilakukan dengan memeriksa dan inspeksi. Perbaikan komponen dengan *Predictive Maintenance* (PdM) dilakukan, jika komponen ini terdapat gejala-gejala kerusakan.

C. *Finding Failure* (FF) atau *Condition Based* (CB), terdapat 24 komponen yang tindakan perawatannya dilakukan dengan cara menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

Pada hasil pengolahan data komponen terdapat kuantitas kerusakan komponen berupa 7.41% komponen *Time Directed*, 60.19% komponen *Condition Directed*, dan 32.41% komponen *Finding Failure* pada *forklift* tipe elektrik. Pada *forklift* LPG terdapat 20% komponen *Time Directed*, 49.33% komponen *Condition Directed*, dan 30.67% komponen *Finding Failure*.

4.2.7 Penentuan Komponen Pengecekan oleh Operator Forklift

Penulis melakukan pemilihan komponen yang dapat diperiksa oleh *operator forklift*, setelah mengetahui tindakan perawatan serta kategori komponen pada *Logic Tree Analysis* (LTA). Hal ini dapat dilakukan dengan komponen pada kategori *Evident* sebagaimana terlampir pada Lampiran C.1.

Pada penentuan komponen pengecekan oleh *operator forklift* terdapat parameter pengecekan berdasarkan kerusakan komponen di lapangan pada unit *forklift* tipe LPG dan Elektrik dalam Tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Parameter Pengecekan berdasarkan Kerusakan Komponen di Lapangan pada Unit *Forklift* tipe LPG dan Elektrik

No.	Parameter Pengecekan
1	Check Kebocoran <i>Regulator</i> LPG
2	Check Level & Kebocoran Oli Mesin
3	Check Level Air Aki
4	Check Level Air Radiator
5	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
6	Check Kondisi Ban
7	Check Kondisi Baut Ban
8	Check Kondisi Roda
9	Check Level Oli Rem
10	Check Kondisi Panel <i>Dashboard</i>
11	Check Kondisi Klakson
12	Check Kondisi <i>Seat belt</i>
13	Check Kondisi Pedal Rem
14	Check Kondisi Pedal Akselerasi
15	Check Kondisi Pedal Kopling
16	Check Kondisi Tuas Transmisi
17	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
18	Check Kondisi <i>Head Light & Working Light</i>
19	Check Kondisi Lampu Sein
20	Check Kondisi Kabel
21	Check Kondisi Alarm <i>Buzzer</i>
22	Check Kondisi Rantai
23	Check Kondisi Body

Pada masing-masing tipe *forklift* memiliki *Operation & Manual Book*, dibawah ini terdapat list komponen pengecekan harian berdasarkan modul yang tersedia:

a. List daily *maintenance based on* modul LPG:

Tabel 4.2 Parameter Pengecekan Harian *Forklift* berdasarkan *Operation & Manual modul Forklift tipe Gasoline*

No.	<i>Faulty operation found the day before & After daily (pre-start) inspection</i>
1	<i>Oil, Fuel, Coolant Leaks</i>
2	<i>Fuel Cap</i>
3	<i>Tire & Rims</i>
4	<i>Tire Pressure</i>
5	<i>Wheel Nuts</i>
6	<i>Lights & Lens</i>
7	<i>Assist Grip</i>
8	<i>Overhead guard</i>
9	<i>Mast & Forks</i>
10	<i>Load Backrest Extension</i>
11	<i>Lift Chains</i>
12	<i>Mast & Lift Bracket</i>
13	<i>Lift Cylinder Mounting Bolts</i>
14	<i>Tilt Cylinder Socket Bolts</i>
15	<i>Battery</i>
16	<i>Engine Coolant</i>
17	<i>Engine Oil</i>
18	<i>Engine Cooling Fan</i>
19	<i>Hydraulic Oil</i>
20	<i>Transmission</i>
21	<i>Electrical Wires</i>
22	<i>Operator Seat</i>
23	<i>Steering Column</i>
24	<i>Steering Wheel</i>
25	<i>Horn</i>
26	<i>Service Brakes</i>
27	<i>Parking Brake Lever</i>
28	<i>Brake Pedal</i>
29	<i>Inching Pedal (Powershift Model)</i>
30	<i>Clutch Pedal</i>
31	<i>Accelerator Pedal</i>
32	<i>Seat belt</i>
33	<i>Fuel</i>
34	<i>Head Light & Working Light</i>
35	<i>Turn Signal Light</i>

36	Stop Light
37	Backup Light
38	Icons Meter Panel
39	Meter Pane
40	Engine (Exhaust Noice, Vibration)
41	Clutch (Manual Model)
42	Brake Pedal
43	Parking Brake Warning Buzzer
44	Mast Interlock System
45	Driving Interlock System

b. List daily *maintenance* based on modul forklift electric:

Tabel 4.3 Parameter Pengecekan Harian *Forklift* berdasarkan *Operation & Manual modul Forklift tipe Elektrik*



Manual Nichiyu 70 Series	No.	Check Points	Contents
Braking system	1	Moving of tiller arm	Braking force
	2	Micro switch for travel	Function
Steering system	3	Play of tiller arm	Play and looseness
Loading & hydraulic system	4	Function of fork	Function, Cracking Lubrication
	5	Hydraulic piping	Oil leaking
	6	Hydraulic oil	Oil level (quantity)
	7	Lift chain	Damage, cracking
Wheel	8	Tires	Wearin, Damage
Battery	9	Charging	Specific gravity of electrolyte, Looseness of terminal
Others	10	Horn	Function
	11	Load Backrest	Loosening of mounting bolts
	12	Others than above	Abnoral noise etc.
Manual Nichiyu 75 Series	No.	Check Points	Contents
Safety Monitor	1	Function	When key switch is turned on, "OK" is displayed
Lamp & Horn	2	Head lamps, Turn signal lamps, Horn	Turn on and off, Sound
Braking system	3	Brake pedal	Braking distance, Braking force, Height of brake pedal
	4	Magnetic brake	Operating condition
Steering system	5	Power steering operation	Operating of all parts
Hydraulic system & mast	6	Function	Function, Any cracks, Lubrication
	7	Oil piping	Oil leakage
	8	Hydraulic oil	Appropriate quantity
	9	Lift chains	Equal tension of both right and left chains
Wheel	10	Tyres	Abnormal wearing and / or damage
	11	Hub nuts	Securely tighten

Battery	12	Charging	Check battery capacity indicator and specific gravity, Plug is securely connected
Others	13	Overhead guard, Load backrest	Securely tighten fitting bolts and nuts
	14	Others than above	Any abnormality

4.2.8 Instruksi Kerja Pengecekan Komponen oleh Operator Forklift

Penentuan checklist program pemeriksaan dan pengecekan harian (P2H) dilakukan dengan menggabungkan hasil analisis *Task Selection* dan parameter pengecekan pada modul *operation & manual book*. Perawatan harian yang dilakukan pada *forklift* yaitu seperti melakukan pengecekan pada komponen-komponen *forklift* dan diatasi jika ada kerusakan atau tidak sesuai standar, hal ini dilakukan agar *forklift* selalu dalam kondisi baik saat dioperasikan. Kegiatan pengecekan atau perawatan harian pada *forklift* setelah menggabungkan parameter pengecekan yang dapat dilakukan oleh *operator* (kategori *Evident*) dan parameter pengecekan yang terdapat dalam *operation & manual modul* sebagai berikut:

Tabel 4.4 Parameter Pemeriksaan dan Pengecekan Harian (P2H)

No.	Deskripsi Pengecekan	Petunjuk Gambar
1	<p>Cek kebocoran <i>regulator</i> LPG (untuk <i>forklift</i> tipe <i>gasoline</i>) <i>Check regulator leakage (for gasoline forklift type)</i></p> <p>Katup <i>regulator</i> diputar mengikuti petunjuk tersedia dan pastikan pengunci katup dipergunakan (diputar). Pastikan jarum tidak bengkok dan <i>seal</i> (karet) terpasang dengan baik <i>Regulator valve is turned according to the instructions provided and make sure the valve lock is used. Make sure the needle is not bent and the seal is securely attached</i></p>	
2	<p>Cek kebocoran oli mesin (untuk <i>forklift</i> tipe <i>gasoline & diesel</i>) <i>Check engine oil engine (for gasoline & diesel forklift type)</i></p> <p>Rembesan oli di dalam bagian mesin sebagai indikasi kebocoran oli mesin. <i>Seepage of oil in engine as an indication of engine oil leakage</i></p>	

<p>3</p>	<p>Cek level oli mesin (untuk <i>forklift</i> tipe <i>gasoline & diesel</i>) <i>Check engine oil level (for gasoline & diesel forklift type)</i></p> <p>Tempat stik mesin terdapat di dalam bagian mesin. Bersihkan stik oli dengan lap, kemudian masukkan kembali sampai ujung. Jika basah oli dibawah indikator 'H' atau mendekati 'L', sebagai indikasi level oli dibawah standar. <i>The engine stick holder is located inside engine section. Clean the oil stick with a rag, then reinsert it all the way to the end. If the oil is wet below the 'H' indicator or close to 'L' as an indication that the oil level is below standard</i></p>	
<p>4</p>	<p>Cek level air aki (untuk <i>forklift</i> tipe <i>gasoline & diesel</i>) <i>Check accu water level (for gasoline & diesel forklift type)</i></p> <p>Jika level air aki dibawah atau mendekati indikator 'lower level' sebagai indikasi level air aki dibawah standar <i>If the battery level is below or close to the 'lower level' indicator as an indication that the battery level is below standard</i></p>	
<p>5</p>	<p>Cek level air radiator (untuk <i>forklift</i> tipe <i>gasoline & diesel</i>) <i>Check radiator water level (for gasoline & diesel forklift type)</i></p> <p>Jika level air radiator dibawah atau mendekati indikator 'L' sebagai indikasi level air radiator dibawah standar <i>If the radiator level is below or close to the 'L' indicator as an indication that the radiator water level is below standard</i></p> <p>Jika level air radiator jauh dibawah permukaan tutup radiator, sebagai indikasi level air radiator dibawah standar <i>If the radiator water level is far below the surface of the radiator cap as an indication that the radiator water level is below standard</i></p>	 
<p>6</p>	<p>Cek level oli hidrolik (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check hydraulic oil level (for all forklift type)</i></p> <p>Tempat oli stik hidrolik terdapat di dalam bagian mesin. Bersihkan stik oli dengan lap, kemudian masukkan kembali sampai ujung. Jika basah oli</p>	

dibawah indikator 'N' atau mendekati 'L' sebagai indikasi level oli dibawah standar.

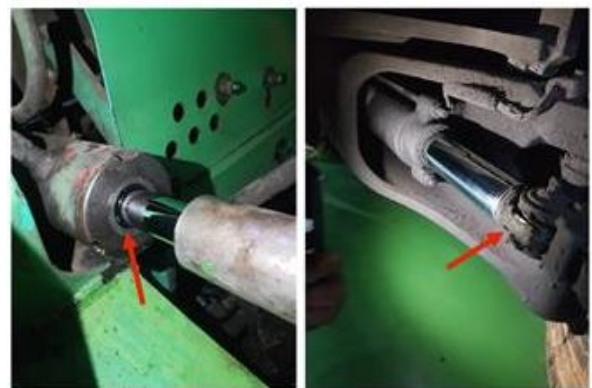
The hydraulic oil stick is located inside the engine. Clean the oil stick with a rag, then reinsert it all the way to the end. If the oil is wet below the 'N' indicator or close to 'L' as an indication that the oil level is below standard





- 7 Cek kebocoran oli hidrolik (untuk semua tipe forklift)
Check hydraulic oil leakage (for all forklift type)




Rembesan oli pada mast (boom) sebagai indikasi kebocoran oli hidrolik
Oil seepage on the mast as an indication of hydraulic oil leakage





Rembesan oli pada *tilt* dan *steering* sebagai indikasi kebocoran oli hidrolik
Oil seepage on tilt and steering as an indication of hydraulic oil leakage



Rembesan oli pada *hose* geser sebagai indikasi kebocoran oli hidrolik
Oil seepage on sliding hose as an indication of hydraulic oil leakage



<p>8</p>	<p>Cek kondisi ban (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check tyre condition (for all forklift type)</i></p> <p>Retak, pecah, dan sobek pada ban sebagai indikasi ban harus diganti <i>Cracks, breaks, and tears in the tires are indications that tires must be replaced</i></p>	
<p>9</p>	<p>Cek kondisi baut (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check tyre bolt condition (for all forklift type)</i></p> <p>Baut dan mur renggang/tidak lengkap sebagai indikasi ban tidak layak pakai <i>Loose / incomplete bolts and nuts as an indication that tire is not suitable for use</i></p>	
<p>10</p>	<p>Cek level oli rem (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check brake fluid level (for all forklift type)</i></p> <p>Tempat oli rem berada di sebelah setir, jika jumlah oli tidak memenuhi wadah sebagai indikasi level oli rem dibawah standar <i>The brake oil tank is located next to the steering wheel, if the amount of oil does not meet the container as an indication that the brake oil level is below standard</i></p>	
<p>11</p>	<p>Cek kondisi <i>fork</i> (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check fork condition (for all forklift type)</i></p> <p>Bengkok pada ujung <i>fork</i> sebagai indikasi perlu fabrikasi pada <i>fork</i> <i>Bending at the end of the fork as an indication of the need for fabrication of the fork</i></p>	

12	<p>Cek kondisi apar (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check fire extinguisher condition (for all forklift type)</i></p> <p>Pastikan terdapat apar pada unit <i>forklift</i> <i>Make sure there is an extinguisher in the forklift unit</i></p>	
13	<p>Cek kondisi panel <i>dashboard</i> (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check dashboard panel condition (for all forklift type)</i></p> <p>Jika terdapat kalimat error pada layar <i>dashboard</i>, sebagai indikasi kerusakan <i>If there is an error sentence on the dashboard as an indication of a malfunction</i></p>	
14	<p>Cek kondisi klakson (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check horn condition (for all forklift type)</i></p> <p>Jika klakson tidak berfungsi, sebagai indikasi kerusakan <i>If the hord does not work as an indication of a malfunction</i></p>	
15	<p>Cek suara <i>engine</i> (untuk <i>forklift</i> tipe <i>gasoline & diesel</i>) <i>Check engine sound (for gasoline & diesel forklift type)</i></p> <p>Suara <i>engine</i> yang baik adalah stabil dan tidak bising <i>Good engine sound is stable and quiet</i></p>	
16	<p>Cek warna gas buang (untuk <i>forklift</i> tipe <i>gasoline & diesel</i>) <i>Check exhaust gas colour (for gasoline & diesel forklift type)</i></p> <p>Warna gas buang yang baik adalah tidak berwarna putih ataupun hitam <i>Good exhaust gas colour is neither white nor black</i></p>	
17	<p>Cek kondisi <i>seat belt</i> (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check seat belt condition (for all forklift type)</i></p> <p>Pastikan <i>seat belt</i> terpasang dengan baik dan kencang <i>Make sure the seat belt is properly attached and tight</i></p>	
18	<p>Cek kondisi pedal rem (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check brake pedal condition (for all forklift type)</i></p> <p>Kondisi pedal yang baik adalah jika ditekan maka akan melawan balik (memompa)</p>	

<p>19</p>	<p><i>Good pedal condition is that if you press it, it will fight back (pumping)</i></p> <p>Cek kondisi pedal akselerasi (untuk semua tipe forklift) <i>Check acceleration pedal condition (for all forklift type)</i></p> <p>Kondisi pedal yang baik adalah jika ditekan maka akan melawan balik (memompa) <i>Good pedal condition is that if you press it, it will fight back (pumping)</i></p>	
<p>20</p>	<p>Cek putaran setir (untuk forklift tipe elektrik) <i>Check steering condition (for electric forklift type)</i></p> <p>Jika setir bergerak dengan sendirinya sebagai indikasi kerusakan <i>If steering wheel moves by itself as an indication of a malfunction</i></p>	
<p>21</p>	<p>Cek kondisi pedal kopling (untuk forklift tipe gasoline & diesel) <i>Check coupling pedal condition (for gasoline & diesel forklift type)</i></p> <p>Kondisi pedal yang baik adalah jika ditekan maka akan melawan balik (memompa) <i>Good pedal condition is that if you press it, it will fight back (pumping)</i></p>	
<p>22</p>	<p>Cek kondisi tuas transmisi (untuk semua tipe forklift) <i>Check shift lever condition (for all forklift type)</i></p> <p>Jika tuas transmisi tidak dapat berdiri dengan baik, sebagai indikasi kerusakan <i>If the shift lever cannot stand properly as an indication of a malfunction</i></p>	
<p>23</p>	<p>Cek kondisi lampu mundur & lampu rem (untuk semua tipe forklift) <i>Check reverse light condition (for all forklift type)</i></p> <p>Jika lampu tidak berfungsi, sebagai indikasi kerusakan <i>If the lamp does not work properly as an indication of a malfunction</i></p>	
<p>24</p>	<p>Cek kondisi head light and working light (untuk semua tipe forklift) <i>Check head light and working light condition (for all forklift type)</i></p>	

25	<p>Jika lampu tidak berfungsi, sebagai indikasi kerusakan <i>If the lamp does not work properly as an indication of a malfunction</i></p> <p>Cek kondisi lampu sein (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check sign light condition (for all forklift type)</i></p>	
26	<p>Jika lampu tidak berfungsi, sebagai indikasi kerusakan <i>If the lamp does not work properly as an indication of a malfunction</i></p> <p>Cek kebersihan unit <i>forkflit</i> (untuk semua tipe <i>forklift</i>) <i>Check for any dirt leftover (for all forklift type)</i></p> <p>Pada unit <i>forklift</i> ilakukan pengecekan kebersihan setelah digunakan <i>Check the celanlines of the forklift unit after use</i></p>	

4.2.9 Total Minimum Downtime

Pada metode ini terdapat pengolahan data dengan metode *Total Minimum Downtime*, dimana meliputi langkah perhitungan TTF (*Time to failure*) dan TTR (*Time To Repair*) sebagai berikut:

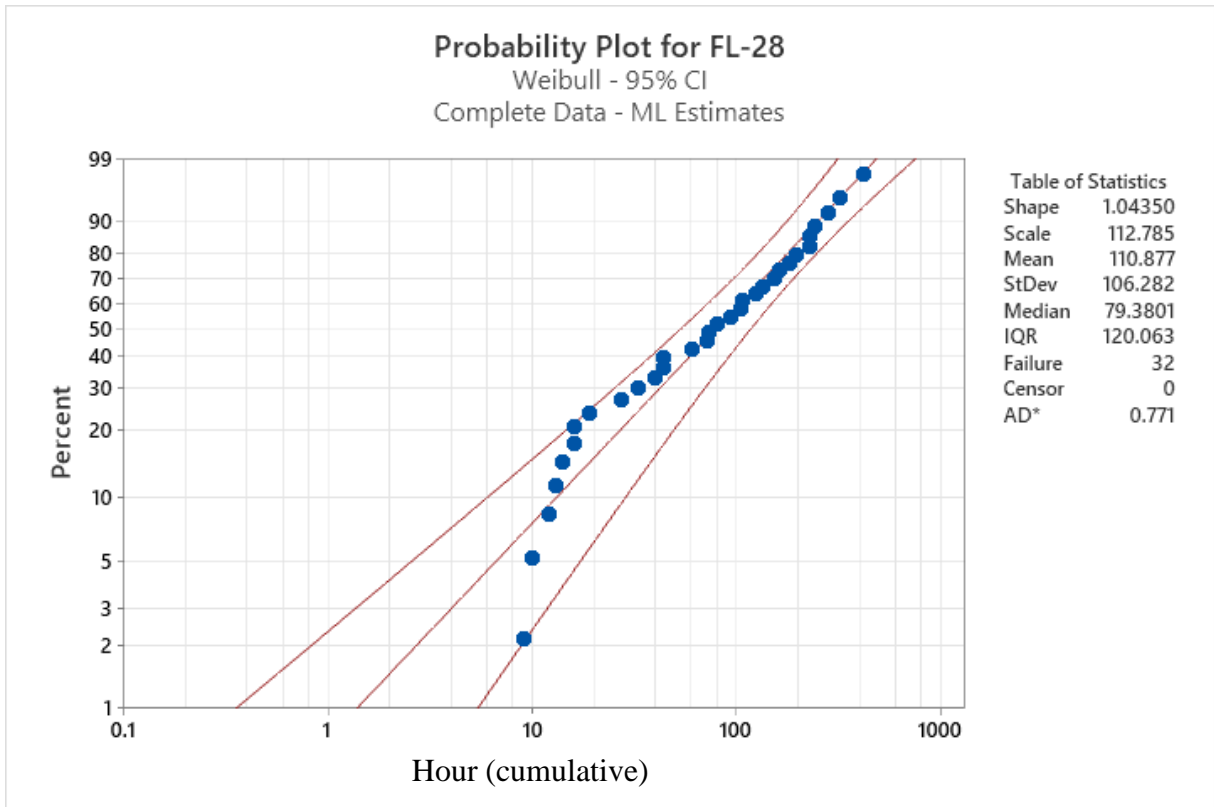
1. Langkah-langkah perhitungan TTF (*Time to failure*)
 - a. Contoh data yang dihitung adalah TTF pada periode tanggal 7 September 2021 s.d. 14 September 2021 pada unit FL-28.
 - b. Pada periode tanggal 7 September 2021 s.d. 14 September 2021, FL-28 telah beroperasi selama 87 jam.
 - c. Waktu antar kerusakan pada periode tanggal 7 September 2021 s.d. 14 September 2021 adalah sebesar 87 jam.
2. Langkah-langkah perhitungan TTR (*Time To Repair*)
 - a. Contoh data yang dihitung adalah TTF pada periode tanggal 7 September 2021 s.d. 14 September 2021 pada unit FL-28.
 - b. Total *Aging time* sebesar 30 menit atau 0.5 jam

Tabel 4.5 Data Waktu Kerusakan Unit *Forklift* FL-28

FL-28				
No.	TTF (Jam)	TTR (Jam)	<i>Hour meter</i> (Jam)	Date
1	0	1.00	341	3/8/2021
2	229	1.08	570	3/31/2021
3	71	1.00	641	4/8/2021
4	282	1.67	923	5/5/2021
5	33	1.25	956	5/8/2021
6	414	1.08	1370	6/22/2021

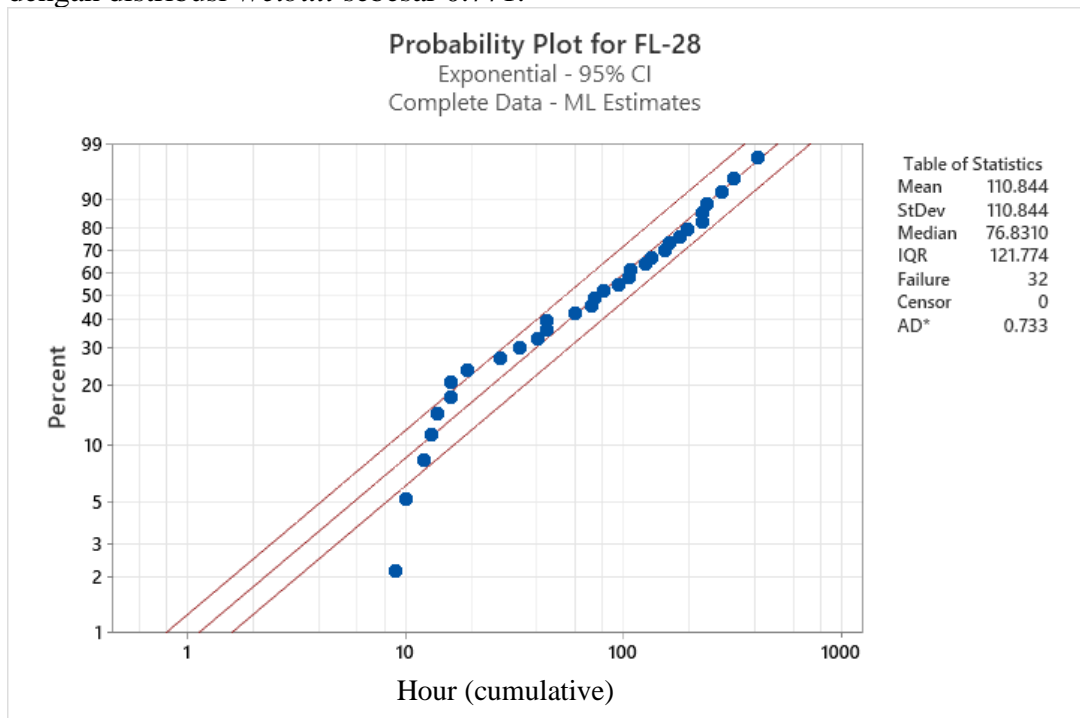
7	44	1.00	1414	6/28/2021
8	133	0.50	1547	7/13/2021
9	228	1.67	1775	8/9/2021
10	80	1.67	1855	8/16/2021
11	0	1.00	1855	8/16/2021
12	240	2.75	2095	9/7/2021
13	14	1.00	2109	9/8/2021
14	73	1.00	2182	9/14/2021
15	195	0.58	2377	10/6/2021
16	27	0.75	2404	10/8/2021
17	162	1.67	2566	10/22/2021
18	319	1.67	2885	11/20/2021
19	13	0.83	2898	11/22/2021
20	40	0.33	2938	11/25/2021
21	16	1.00	2954	11/26/2021
22	12	1.83	2966	11/29/2021
23	0	2.75	2966	11/30/2021
24	0	1.67	2966	12/2/2021
25	9	1.25	2975	12/3/2021
26	94	1.00	3069	12/13/2021
27	107	1.08	3176	12/23/2021
28	0	1.08	3176	12/23/2021
29	153	5.50	3329	1/12/2022
30	125	4.17	3454	1/26/2022
31	0	4.17	3454	1/26/2022
32	0	4.17	3454	1/27/2022
33	0	4.17	3454	1/27/2022
34	19	1.42	3473	1/28/2022
35	0	1.42	3473	1/28/2022
36	16	0.58	3489	2/2/2022
37	180	0.58	3669	2/23/2022
38	105	0.58	3774	3/9/2022
39	60	0.58	3834	3/17/2022
40	10	0.58	3844	3/18/2022
41	44	0.92	3888	3/23/2022

Identifikasi distribusi waktu antar kerusakan (TTF), uji penentuan distribusi data digunakan untuk mengetahui pola distribusi dari data-data yang dimiliki. Hasil perhitungan menggunakan *Minitab* 18 didapatkan pada Gambar 4.5, Gambar 4.6, Gambar 4.7, dan Gambar 4.8 sebagai berikut:



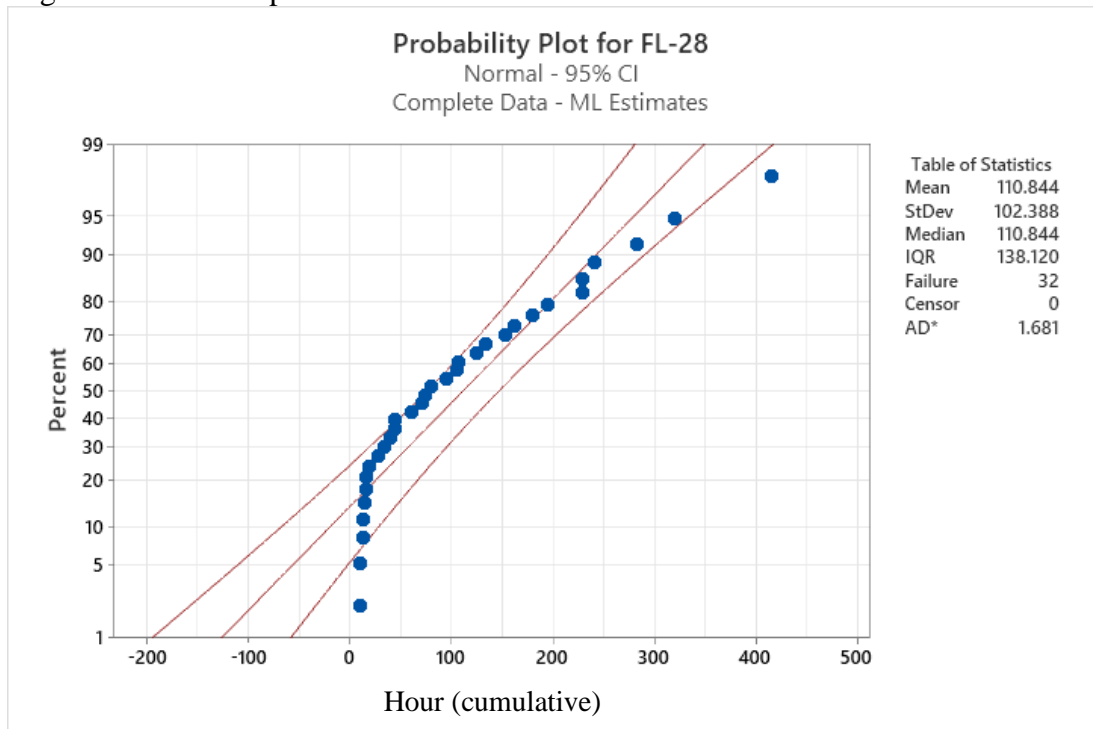
Gambar 4.5 Grafik *Curve fitting* distribusi *Weibull* untuk data TTF FL-28

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.5 di atas, didapat nilai *Anderson-Darling* pada tingkat kepercayaan 95% untuk kesesuaian data selang waktu perawatan unit FL-28 dengan distribusi *Weibull* sebesar 0.771.



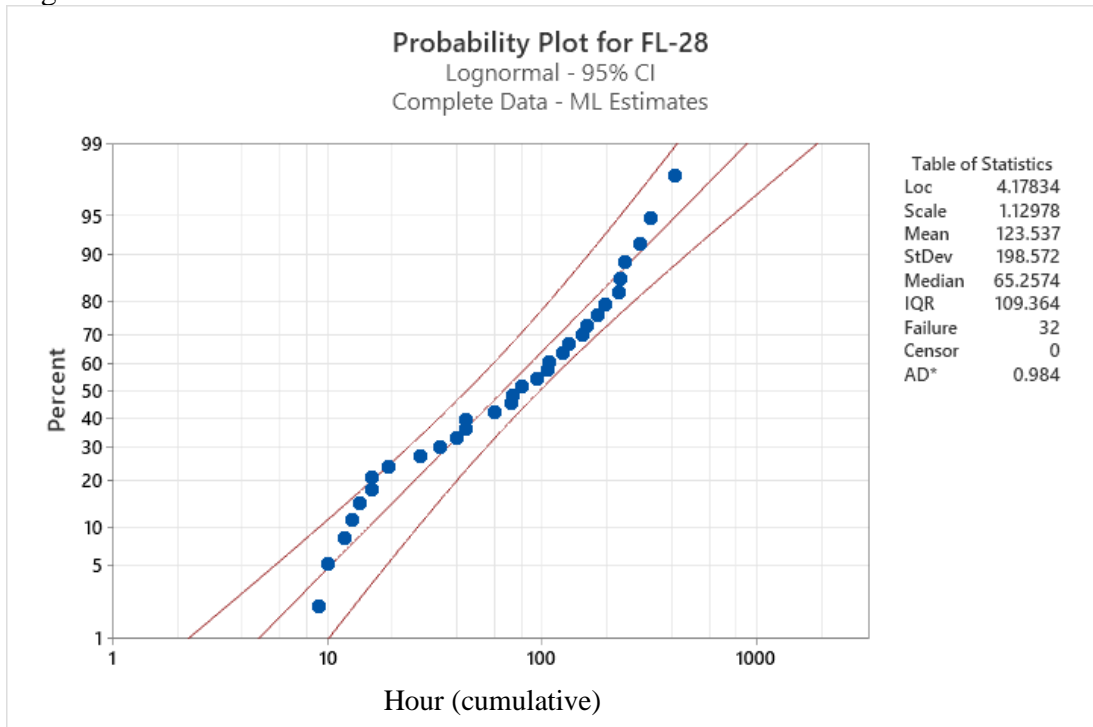
Gambar 4.6 Grafik *Curve fitting* distribusi Ekspensial untuk data TTF FL-28

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.6 di atas, didapat nilai *Anderson-Darling* pada tingkat kepercayaan 95% untuk kesesuaian data selang waktu perawatan unit FL-28 dengan distribusi Eksponensial sebesar 0.733.



Gambar 4.7 Grafik *Curve fitting* distribusi Normal untuk data TTF FL-28

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.7 di atas, didapat nilai *Anderson-Darling* pada tingkat kepercayaan 95% untuk kesesuaian data selang waktu perawatan unit FL-28 dengan distribusi Normal sebesar 1.681.



Gambar 4.8 Grafik *Curve fitting* distribusi *Lognormal* untuk data TTF FL-28

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.8 di atas, didapat nilai *Anderson-Darling* pada tingkat kepercayaan 95% untuk kesesuaian data selang waktu perawatan unit FL-28 dengan distribusi *Lognormal* sebesar 0.984.

Hasil rekapan nilai *Anderson-Darling* untuk kesesuaian data TTF unit FL-28 dengan seluruh distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut:

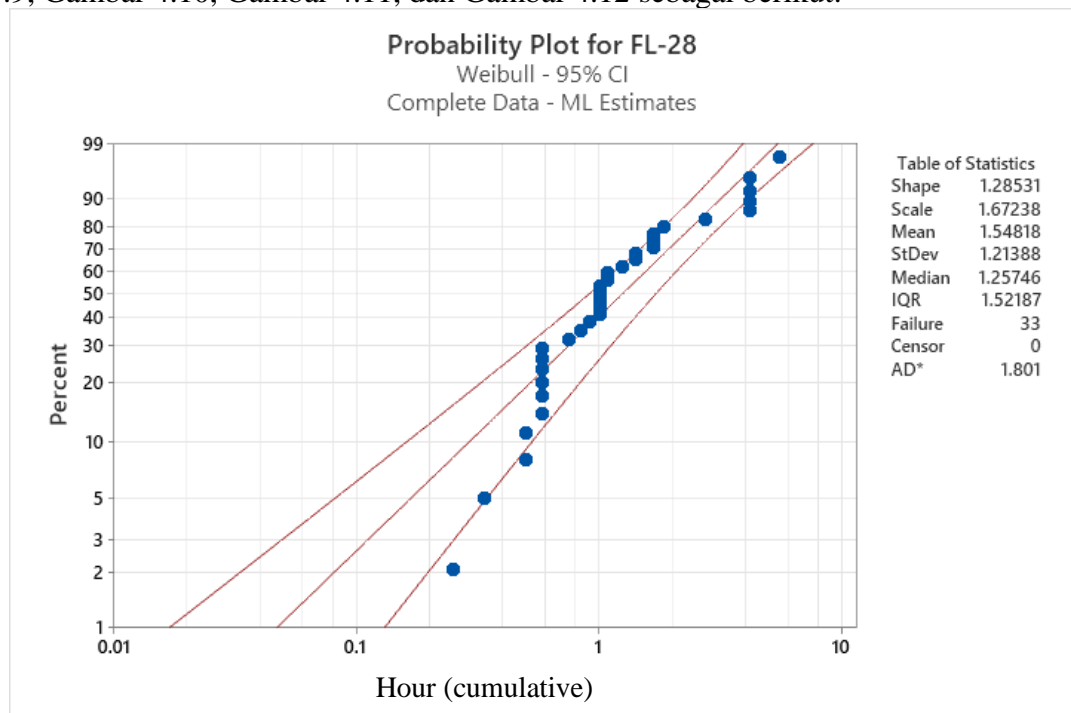
Tabel 4.6 Tabel Nilai *Anderson-Darling*

No.	Distribusi	<i>Anderson-Darling</i>
1	<i>Weibull</i>	0.771
2	Eksponensial	0.733
3	Normal	1.681
4	<i>Lognormal</i>	0.984

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai *Anderson-Darling* terkecil adalah pada distribusi Eksponensial, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa sebaran data selang waktu pergantian mengikuti distribusi Eksponensial.

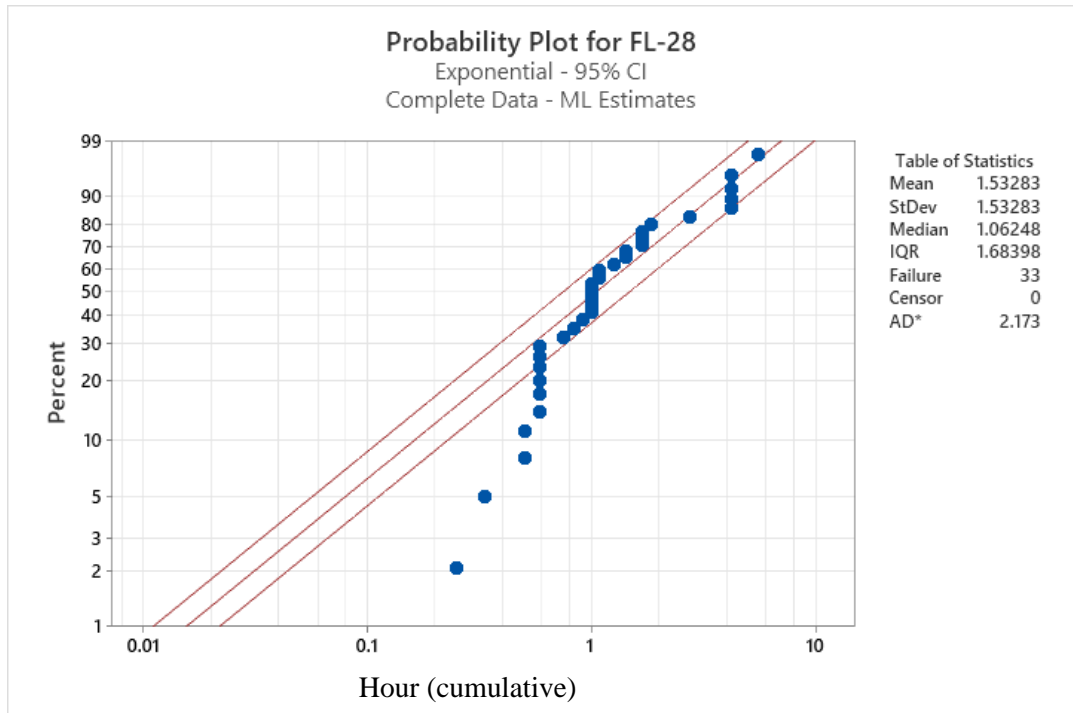
Parameter yang digunakan dalam distribusi Eksponensial adalah mean. Melalui *software Minitab 18* didapat parameter untuk persamaan distribusi Eksponensial, yaitu nilai *mean parameter* sebesar 110.844.

Penulis melakukan identifikasi distribusi waktu antar perbaikan (TTR), uji penentuan distribusi data digunakan untuk mengetahui pola distribusi dari data-data yang dimiliki. Hasil perhitungan menggunakan *Minitab 18* didapatkan pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12 sebagai berikut:



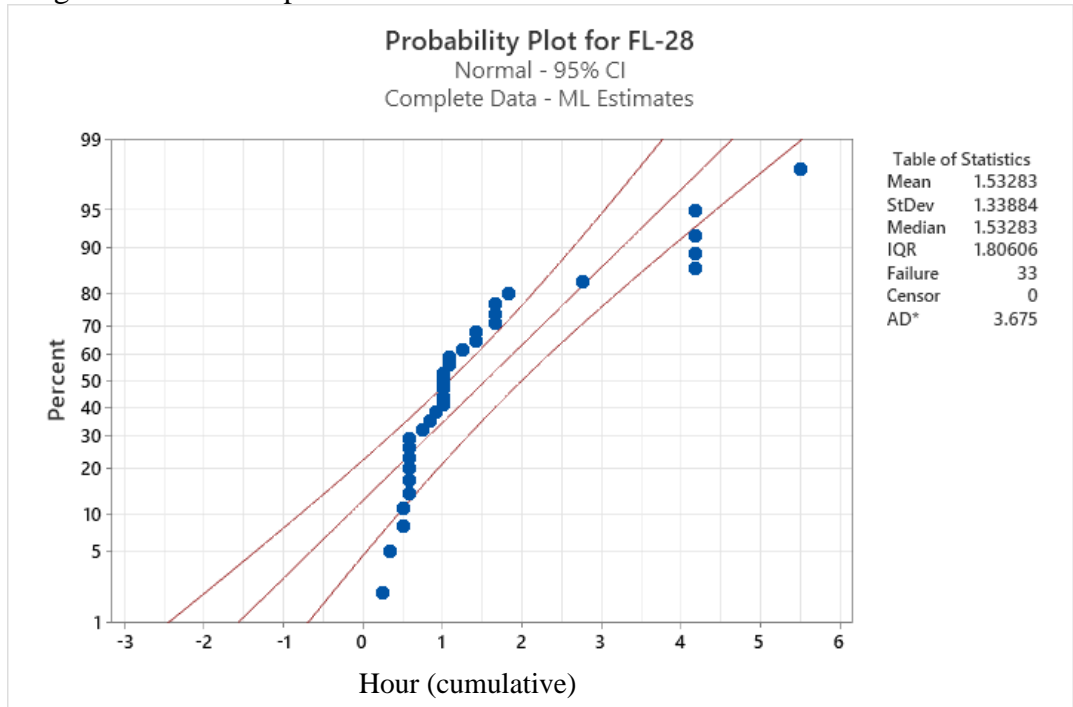
Gambar 4.9 Grafik *Curve fitting* distribusi *Weibull* untuk data TTR FL-28

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.9 di atas, didapat nilai *Anderson-Darling* pada tingkat kepercayaan 95% untuk kesesuaian data selang waktu perbaikan unit FL-28 dengan distribusi *Weibull* sebesar 1.801.



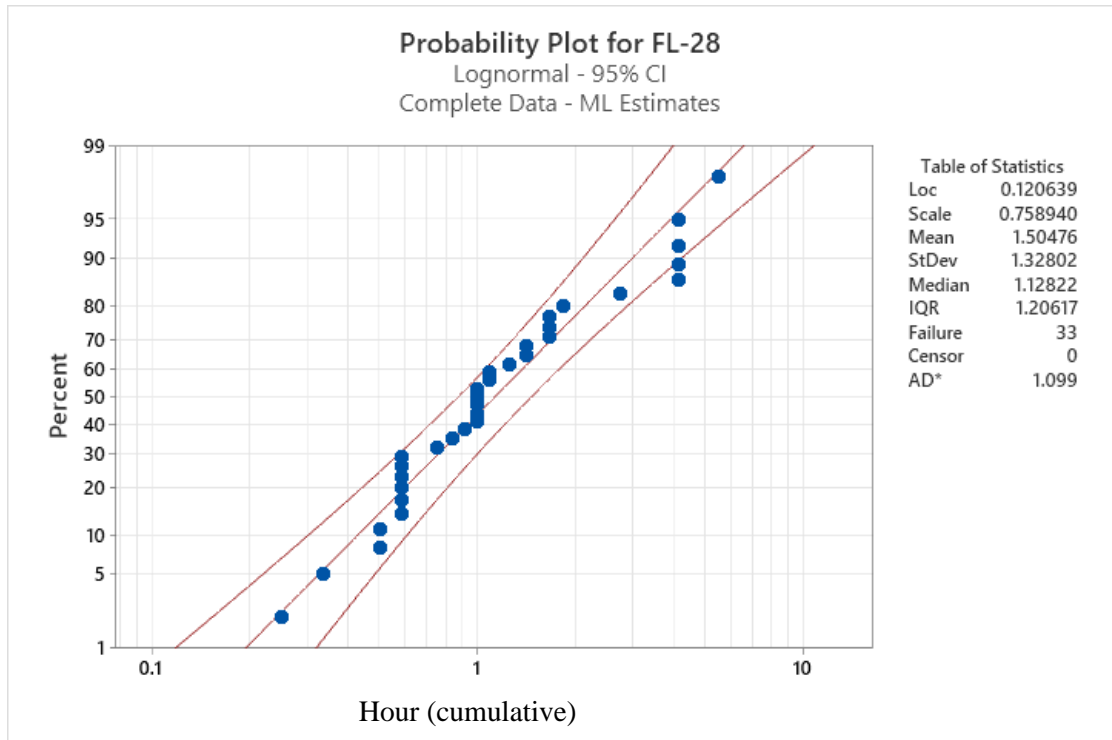
Gambar 4.10 Grafik *Curve fitting* distribusi Eksponensial untuk data TTR FL-28

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.10 di atas, didapat nilai *Anderson-Darling* pada tingkat kepercayaan 95% untuk kesesuaian data selang waktu perbaikan unit FL-28 dengan distribusi Eksponensial sebesar 2.173.



Gambar 4.11 Grafik *Curve fitting* distribusi Normal untuk data TTR FL-28

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.11 di atas, didapat nilai *Anderson-Darling* pada tingkat kepercayaan 95% untuk kesesuaian data selang waktu perbaikan unit FL-28 dengan distribusi Normal sebesar 3.675.



Gambar 4.12 Grafik *Curve fitting* distribusi *Lognormal* untuk data TTR FL-28

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.12 di atas, didapat nilai *Anderson-Darling* pada tingkat kepercayaan 95% untuk kesesuaian data selang waktu perbaikan unit FL-28 dengan distribusi *Lognormal* sebesar 1.099.

Hasil rekapan nilai *Anderson-Darling* untuk kesesuaian data TTR unit FL-28 dengan seluruh distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4.7 Tabel Nilai *Anderson-Darling*

No.	Distribusi	<i>Anderson-Darling</i>
1	<i>Weibull</i>	1.801
2	Eksponensial	2.173
3	Normal	3.675
4	<i>Lognormal</i>	1.099

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa nilai *Anderson-Darling* terkecil adalah pada distribusi *Lognormal*, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa sebaran data selang waktu pergantian mengikuti distribusi *Lognormal*.

Dua Parameter yang digunakan dalam distribusi Eksponensial adalah *scale parameter* dan *location parameter*. Melalui *software Minitab 18* didapat parameter untuk persamaan distribusi *Lognormal*, yaitu nilai *scale parameter* sebesar 0.758940 dan *location parameter* sebesar 0.120639.

Penulis melakukan perhitungan interval waktu perawatan unit *forklift* berdasarkan kriteria minimasi *downtime*. Perhitungan interval waktu perawatan unit *forklift* berdasarkan kriteria minimasi *downtime* dapat dilakukan setelah mengetahui distribusi yang sesuai untuk data TTF (*Time to failure*) dan TTR (*Time To Repair*) serta nilai MTTF dan MTTR berdasarkan distribusi terpilih. Perhitungan dilakukan secara trial and error, yang dimulai dengan kondisi $tp=10$ jam dan seterusnya.

1. Data interval waktu antar kerusakan atau *Time to failure* berdistribusi Eksponensial, dengan nilai:
MTTF = 110.844
2. Data dengan perbaikan atau *Time To Repair* berdistribusi *Lognormal* dengan nilai:
MTTR = 1.50476

Tabel 4.8 Perhitungan Interval pada Unit FL-28 berdasarkan Kriteria Minimum Downtime

Unit		Distribusi	Par. A	Par. B	MTTF	St. Dev.	Median
FL-28		Exponential	110.844	0	110.844	110.844	76.831
tp	F(tp)	R(tp)	Tp	Tf	M(tp)	D(tp)	A
10	0.086267008	0.913732992	1.55714	1.48442	1284.894454	0.012760953	0.987239047
20	0.165092019	0.834907981	1.55714	1.48442	671.4073798	0.011969687	0.988030313
30	0.237117033	0.762882967	1.55714	1.48442	467.4653644	0.011383843	0.988616157
40	0.302928663	0.697071337	1.55714	1.48442	365.9079293	0.0109446	0.9890554
50	0.363062922	0.636937078	1.55714	1.48442	305.3024511	0.010613793	0.989386207
60	0.418009578	0.581990422	1.55714	1.48442	265.1709574	0.010365541	0.989634459
70	0.46821615	0.53178385	1.55714	1.48442	236.7368147	0.010181639	0.989818361
80	0.514091552	0.485908448	1.55714	1.48442	215.6114015	0.01004887	0.98995113
90	0.55600942	0.44399058	1.55714	1.48442	199.3563347	0.009957382	0.990042618
100	0.594311159	0.405688841	1.55714	1.48442	186.5083608	0.009899649	0.990100351
110	0.629308721	0.370691279	1.55714	1.48442	176.1361257	0.009869801	0.990130199
120	0.661287149	0.338712851	1.55714	1.48442	167.6185606	0.00986317	0.99013683
130	0.690506893	0.309493107	1.55714	1.48442	160.5255518	0.009875978	0.990124022
140	0.717205937	0.282794063	1.55714	1.48442	154.5497524	0.009905116	0.990094884
150	0.741601735	0.258398265	1.55714	1.48442	149.4656698	0.009947992	0.990052008
160	0.76389298	0.23610702	1.55714	1.48442	145.1040956	0.010002415	0.989997585
170	0.784261226	0.215738774	1.55714	1.48442	141.3355605	0.010066511	0.989933489
180	0.802872365	0.197127635	1.55714	1.48442	138.0593042	0.010138662	0.989861338
190	0.819877976	0.180122024	1.55714	1.48442	135.1957282	0.010217456	0.989782544
200	0.835416564	0.164583436	1.55714	1.48442	132.6811136	0.010301657	0.989698343
210	0.849614685	0.150385315	1.55714	1.48442	130.4638467	0.010390169	0.989609831
220	0.862587976	0.137412024	1.55714	1.48442	128.5016753	0.010482026	0.989517974
230	0.8744421	0.1255579	1.55714	1.48442	126.7596791	0.010576365	0.989423635
240	0.885273604	0.114726396	1.55714	1.48442	125.2087484	0.010672419	0.989327581
250	0.895170707	0.104829293	1.55714	1.48442	123.8244271	0.010769503	0.989230497
260	0.904214017	0.095785983	1.55714	1.48442	122.5860227	0.010867009	0.989132991
270	0.912477187	0.087522813	1.55714	1.48442	121.4759137	0.010964398	0.989035602
280	0.920027518	0.079972482	1.55714	1.48442	120.4790051	0.011061189	0.988938811
290	0.926926505	0.073073495	1.55714	1.48442	119.5822964	0.011156962	0.988843038
300	0.933230337	0.066769663	1.55714	1.48442	118.7745358	0.011251349	0.988748651

Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

$$R(120) = e^{-\lambda t} = e^{-\left(\frac{1}{MTTF}\right)t} = e^{-\left(\frac{1}{110.844}\right)120} = 0.338712851$$

$$M(120) = \frac{MTTF}{1 - R(tp)} = \frac{110.844}{1 - 0.338712851} = 167.6185606$$

$$D(120) = \frac{Tp.R(tp) + Tf.(F(tp))}{(tp + Tp).R(tp) + [M(tp) + Tf].(F(tp))} = 0.00986317$$

Berdasarkan tabel perhitungan dihasilkan:

- a. Min D(tp) = 0.00986317
- b. Waktu perawatan = 120 jam
- c. $Availability = 1 - \text{Min D}(tp) = 1 - 0.00986317 = 0.990137$

Perhitungan interval waktu pemeriksaan unit *forklift* dilakukan berdasarkan kriteria minimasi *downtime*. Perhitungan ini dapat dilakukan setelah mengetahui distribusi yang sesuai untuk data TTF (*Time to failure*) dan TTR (*Time To Repair*) serta nilai MTTF dan MTTR berdasarkan distribusi terpilih. Perhitungan dilakukan secara trial and error, yang dimulai dengan kondisi $tp=0.1$ jam dan seterusnya.

Berdasarkan hasil wawancara dengan mekanik perusahaan, diketahui bahwa waktu pemeriksaan unit *forklift* oleh *operator* sebesar 15 menit. Langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Perhitungan jumlah kerusakan (k)
 - a. Frekuensi kerusakan unit *forklift* 41 kali
 - b. Periode penelitian 14 bulan
 - c. $K = \frac{\text{Frekuensi Jumlah Kerusakan}}{\text{Periode Jumlah Kerusakan}} = \frac{41}{14} = 2.928571$
2. Waktu rata-rata melakukan perawatan
 - a. MTTR = 1.50476
 - b. Jam kerja per bulan = 295.28 Jam
 - c. Waktu rata-rata untuk melakukan perawatan

$$\mu = \frac{1}{\frac{MTTR}{\text{jam kerja per bulan}}} = \frac{1}{\frac{1.50476}{295.285}} = 196.2344$$
3. Waktu pemeriksaan
 - a. Waktu untuk melakukan pemeriksaan = 15 menit atau 0.25 jam
 - b. Jam kerja per bulan = 295.28 jam
 - c. $i = \frac{\text{Jam kerja per bulan}}{\text{Waktu untuk melakukan pemeriksaan}} = \frac{295.28}{0.25} = 1181.143$
4. Perhitungan frekuensi (n) dan interval pemeriksaan (i/n)
 - a. $n = \sqrt{\frac{k.i}{\mu}} = \sqrt{\frac{2.928571 \times 1181.143}{196.2344}} = 4.198475 = 5$ pemeriksaan
 - b. Interval waktu pemeriksaan = $\frac{\text{Jam kerja per bulan}}{n} = \frac{295.28}{5} = 59.057$ jam

Perhitungan total *availability* diperoleh dari hasil *availability* berdasarkan frekuensi pemeriksaan dan *availability* berdasarkan persamaan. Perhitungan total *availability* sebagai berikut:

1. *Availability* berdasarkan frekuensi pemeriksaan

$$D(n) = \frac{k}{n \cdot \mu} + \frac{n}{i} = \frac{2.928571}{5 \times 196.2344} + \frac{5}{1181.143} = 0.0044$$

$$A(n) = 1 - D(n) = 1 - 0.004401224 = 0.9956 \text{ (99.56\%)}$$
2. *Availability* berdasarkan interval perawatan

$$A(tp) = 1 - [\min D(tp)] = 1 - 0.00986317 = 0.990137 \text{ (99.01\%)}$$

3. *Availability* Total

$$Availability \text{ total} = 0.9956 \times 0.990137 = 0.985779 \text{ (98.58\%)}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapat nilai *availability* total sebesar 0.985779 yang menunjukkan probabilitas unit FL-28 dapat berfungsi seperti yang diharapkan setelah dilakukan tindakan perawatan dan pemeriksaan adalah sebesar 98.58%.

Pehitungan *reliability* (keandalan) dilakukan pada kondisi sebelum dan sesudah dilakukan tindakan perawatan, perhitungan keandalan ini menggunakan distribusi data *time to failure* yang telah dihitung sebelumnya. Distribusi pada *mean time to failure* mengikuti distribusi Eksponensial, diketahui:

1. $MTTF = 110.844$
Mean Parameter = 110.844
2. Nilai t dimulai dari 10 jam
3. *Reliability* usulan terhitung pada $n \geq 1$

Tabel 4.9 Perhitungan Keandalan Unit FL-28

t (jam)	n	<i>Reliability</i> Awal	<i>Reliability</i> Usulan
10	0	0.913732992	0.913732992
20	0	0.834907981	0.834907981
30	0	0.762882967	0.762882967
40	0	0.697071337	0.697071337
50	0	0.636937078	0.636937078
60	1	0.581990422	0.991529912
70	1	0.53178385	0.905993593
80	1	0.485908448	0.827836237
90	1	0.44399058	0.756421282
100	1	0.405688841	0.691167081
110	1	0.370691279	0.631542165
120	2	0.338712851	0.983131566
130	2	0.309493107	0.898319748
140	2	0.282794063	0.820824391
150	2	0.258398265	0.750014327
160	2	0.23610702	0.685312835
170	2	0.215738774	0.626192947
180	3	0.197127635	0.974804355
190	3	0.180122024	0.8907109
200	3	0.164583436	0.813871936
210	3	0.150385315	0.743661639
220	3	0.137412024	0.679508175
230	3	0.1255579	0.620889038

Contoh perhitungan keandalan dengan menggunakan distribusi *Lognormal* pada nilai t=60 jam.

1. *Reliability* kondisi sekarang

$$R(tp) = e^{-\lambda t} = e^{-\left(\frac{1}{MTTF}\right)t} = e^{-\left(\frac{1}{110.844}\right)60} = 0.58199$$

2. *Reliability* setelah usulan (n=1)

$$R(t - nT) = e^{-\left(\frac{1}{MTTF}\right)(t-nT)} = e^{-\left(\frac{1}{110.844}\right)(60-1 \times 59.057)} = 0.99152$$

Hasil pengolahan data dengan metode *RAM Analysis* sebelum dilakukan tindakan perawatan terlampir pada Lampiran B.10, terlihat bahwa *forklift* tipe elektrik memiliki rata-rata waktu interval pemeriksaan unit *forklift* selama 57.74 jam operasi pada tipe elektrik dan 57.42 jam operasi pada tipe LPG.

Estimasi perhitungan kerusakan dilakukan dengan asumsi saat *Reliability* unit pada metode *Total Minimum Downtime* bernilai satu, maka unit *forklift* memiliki keandalan sempurna atau tanpa kerusakan.

Langkah-langkah perhitungan MTBF (*Mean time between failure*) dan *Availability* setelah dilakukan perawatan sebagai berikut:

1. Langkah-langkah perhitungan MBTF (*Mean time between failure*)
 - a. Contoh data yang dihitung adalah *Hour meter* pada periode tanggal 1 Februari 2021 s.d. 31 Maret 2022 pada unit FL-04.
 - b. Pada periode tanggal 1 Februari 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah beroperasi selama 3963 jam.
 - c. Pada periode tanggal 1 Februari 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah mengalami kerusakan sebanyak 38 kali.
2. Langkah-langkah perhitungan MTTR (*Mean time to repair*)
 - a. Contoh data yang dihitung adalah MTTR pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022 pada unit FL-04.
 - b. Pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. Maret 2022, FL-04 telah mengalami kerusakan sebanyak 16 kali.
 - c. Pada periode tanggal 1 Februari 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah mengalami perbaikan selama 17.63 jam.
3. Langkah-langkah perhitungan *Availability*
 - a. Contoh data yang dihitung adalah *Availability* pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022 pada unit FL-04.
 - b. Pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah beroperasi selama 2147 jam.
 - c. Pada periode tanggal 1 Agustus 2021 s.d. 31 Maret 2022, FL-04 telah mengalami perbaikan selama 17.63 jam

Pada unit FL-04 dilakukan perhitungan MTBF (*Mean time between failure*) dan *Availability* sebagai berikut:

$$MTBF = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} = \frac{3963}{38} = 104.28 \text{ jam}$$

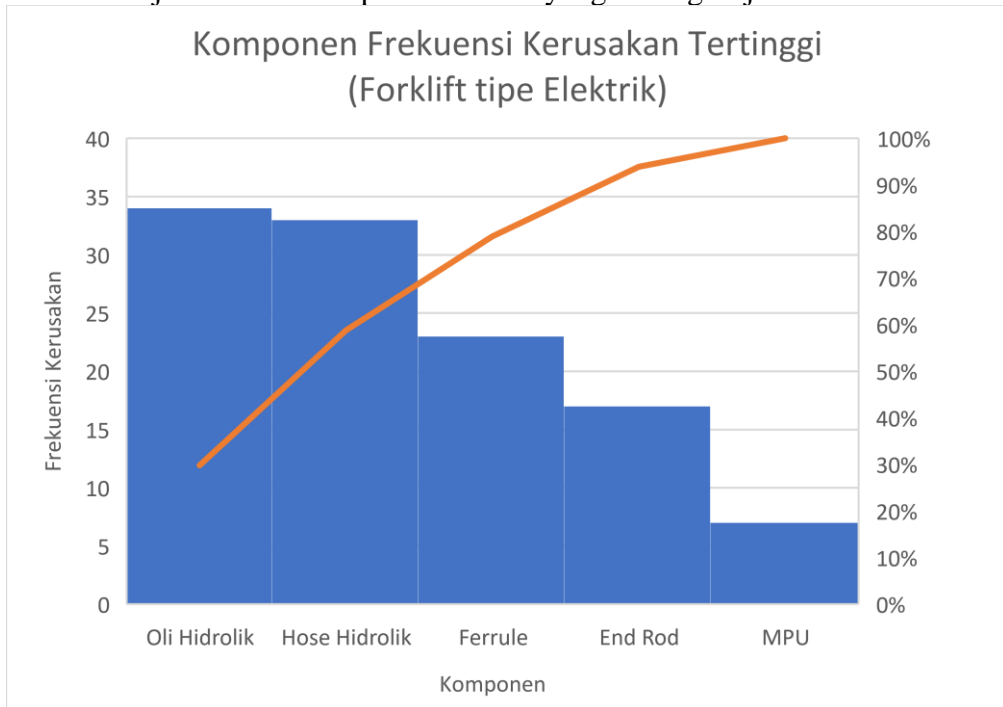
$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} = \frac{18.25}{16} = 1.15 \text{ jam}$$

$$A = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Aging Time}} \times 100\% = \frac{3963}{18.25} \times 100\% = 99.16\%$$

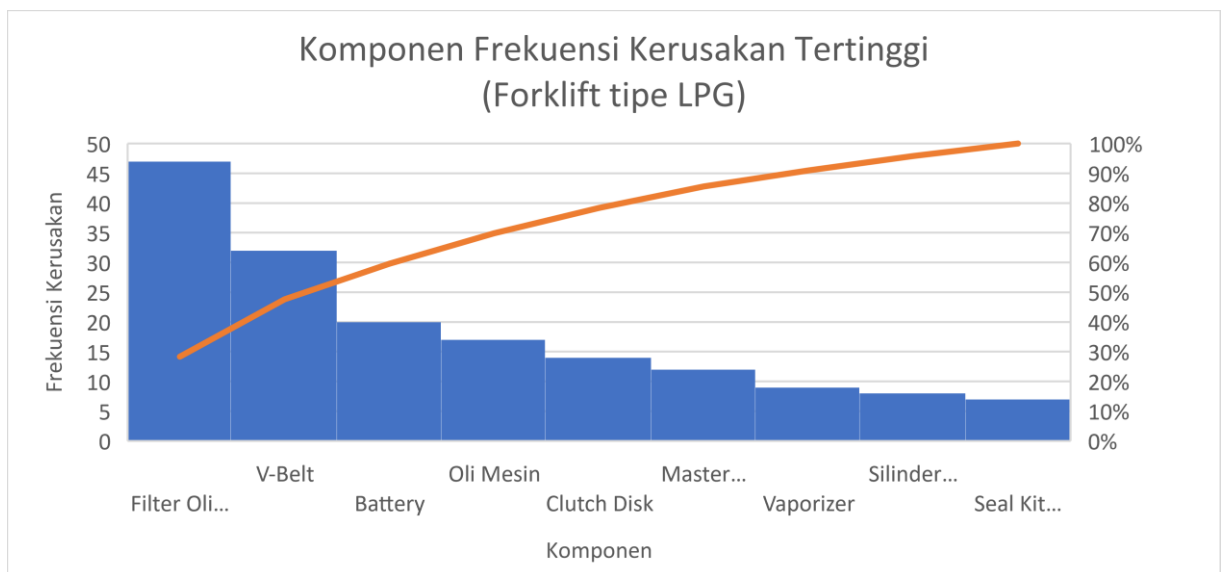
4.3 Analisis Pengolahan Data Kualitatif

Pada tahap *Root Cause Failure Analysis* (RCFA), digunakan diagram *fishbone* dan *Fault Tree Analysis*. Metode ini dilakukan untuk mencari akar permasalahan yang terjadi berdasarkan hasil pengolahan data *RAM Analysis* dan data komponen dengan frekuensi kerusakan tinggi. Kegagalan *forklift* dicari dengan menggunakan 6 parameter, yaitu *materials*, *method*, *manpower*, *equipment*, *environment*, dan *measurements*. Langkah yang dilakukan oleh penulis untuk menanggulangi kegagalan *forklift* tertuju pada segmen *method* dan *manpower*. Analisa

sparepart dan penyusunan program pemeriksaan dan pengecekan harian oleh *operator* diharapkan akan menjadi solusi akan permasalahan yang sedang terjadi.



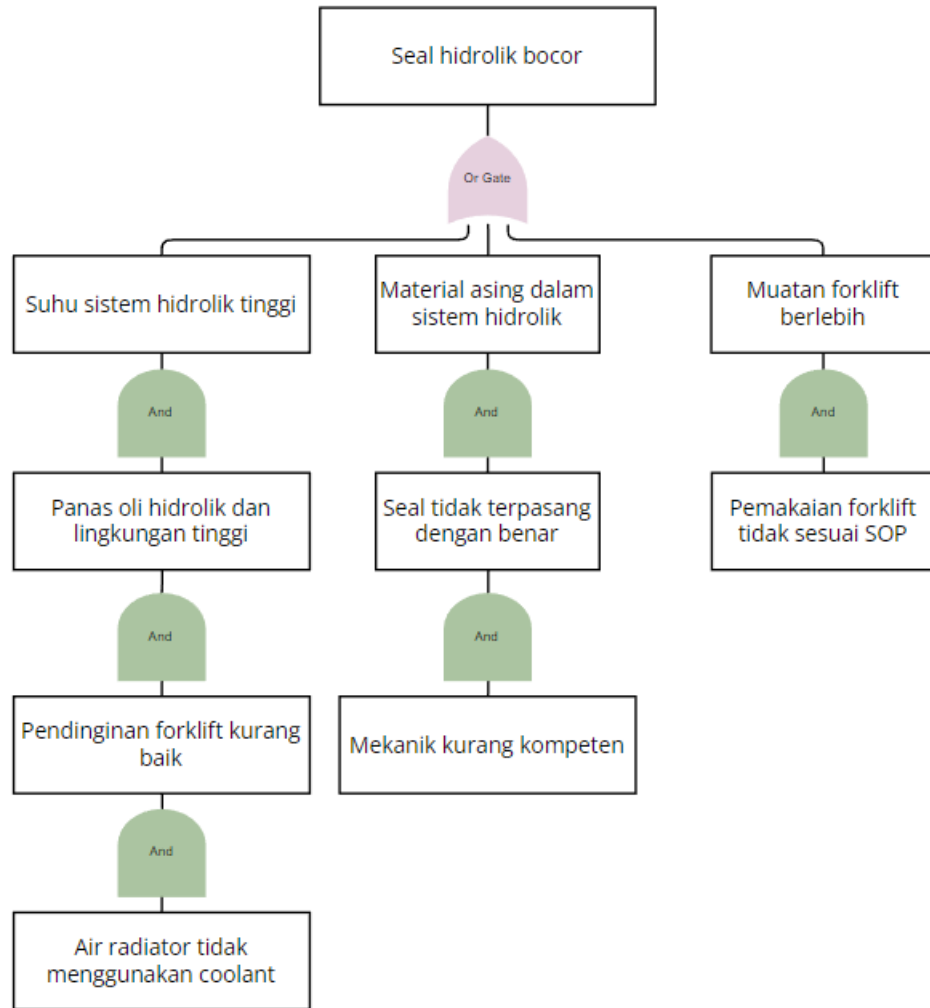
Gambar 4.13 Diagram Pareto pada Komponen dengan Frekuensi Kerusakan Tertinggi



Gambar 4.14 Diagram Pareto pada Komponen dengan Frekuensi Kerusakan Tertinggi

Komponen dengan frekuensi kerusakan tertinggi dalam periode Februari 2021 s.d. Maret 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.13. Pada *forklift* tipe elektrik, segmentasi kerusakan komponen terdapat pada sistem hidrolik, *steering*, dan MPU. Pada *forklift* tipe LPG, segmentasi kerusakan komponen terdapat pada sistem bahan bakar, mesin, *steering*, dan baterai.

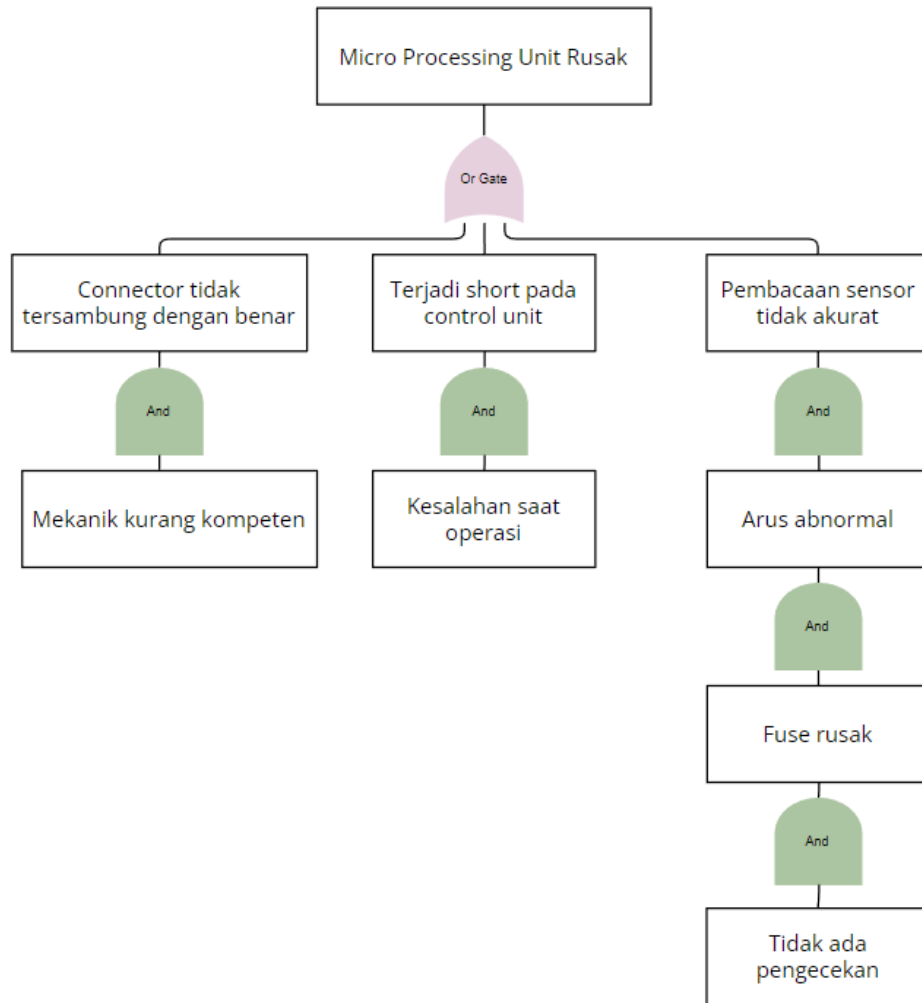
Pada segmentasi komponen tersebut, dilakukan analisis dengan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) dengan tujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan pada komponen tersebut.



Gambar 4.15 *Fault Tree Seal Hidrolik Bocor*

Berdasarkan *fault tree* mengenai *seal* hidrolik bocor pada Gambar 4.15, dapat disimpulkan bahwa *basic event* yang menyebabkan kerusakan komponen tersebut antara lain air radiator tidak menggunakan *coolant*, mekanik kurang kompeten, dan pemakaian *forklift* tidak sesuai SOP. *Basic event* tersebut menjadi penyebab seperti suhu sistem hidrolik tinggi, material asing dalam sistem hidrolik, dan muatan *forklift* berlebih yang mengakibatkan *seal* hidrolik bocor.

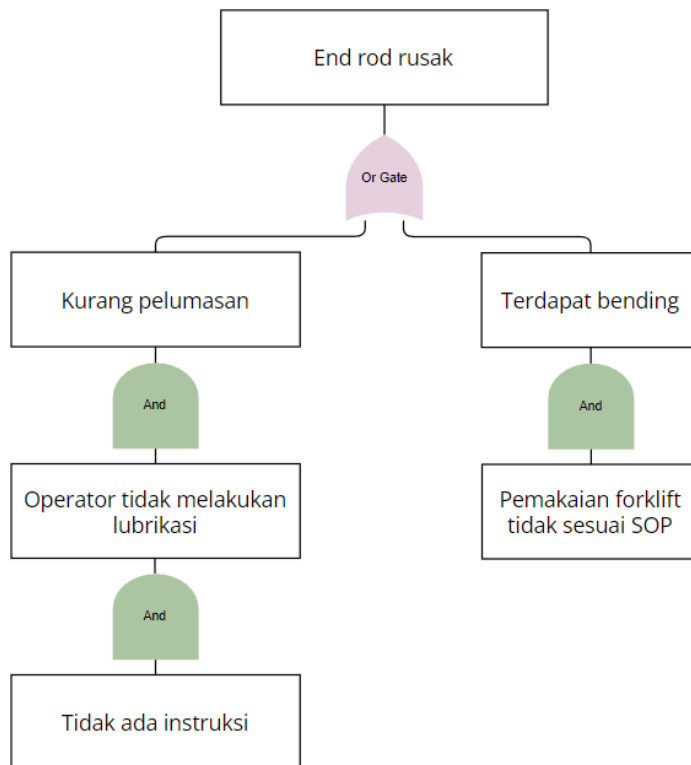
Basic event menjadi penyebab kegagalan pada komponen *hose* hidrolik dan *ferrule*, sehingga dapat menyebabkan turunnya level oli hidrolik yang membuat pengisian oli hidrolik tidak sesuai penjadwalan. Penanganan dapat dilakukan dengan menggunakan *coolant* pada sistem radiator agar sistem pendinginan *forklift* terjaga dan melakukan training pada mekanik terkait pemasangan komponen agar tidak terjadi kerusakan karena kesalahan dalam pemasangan.



Gambar 4.16 *Fault Tree* Kerusakan *Micro Processing Unit*

Berdasarkan *fault tree* mengenai *micro processing unit* rusak pada Gambar 4.16, dapat disimpulkan bahwa *basic event* yang menyebabkan kerusakan komponen tersebut antara lain kesalahan saat operasi, mekanik kurang kompeten, dan tidak ada pengecekan pada komponen *fuse*.

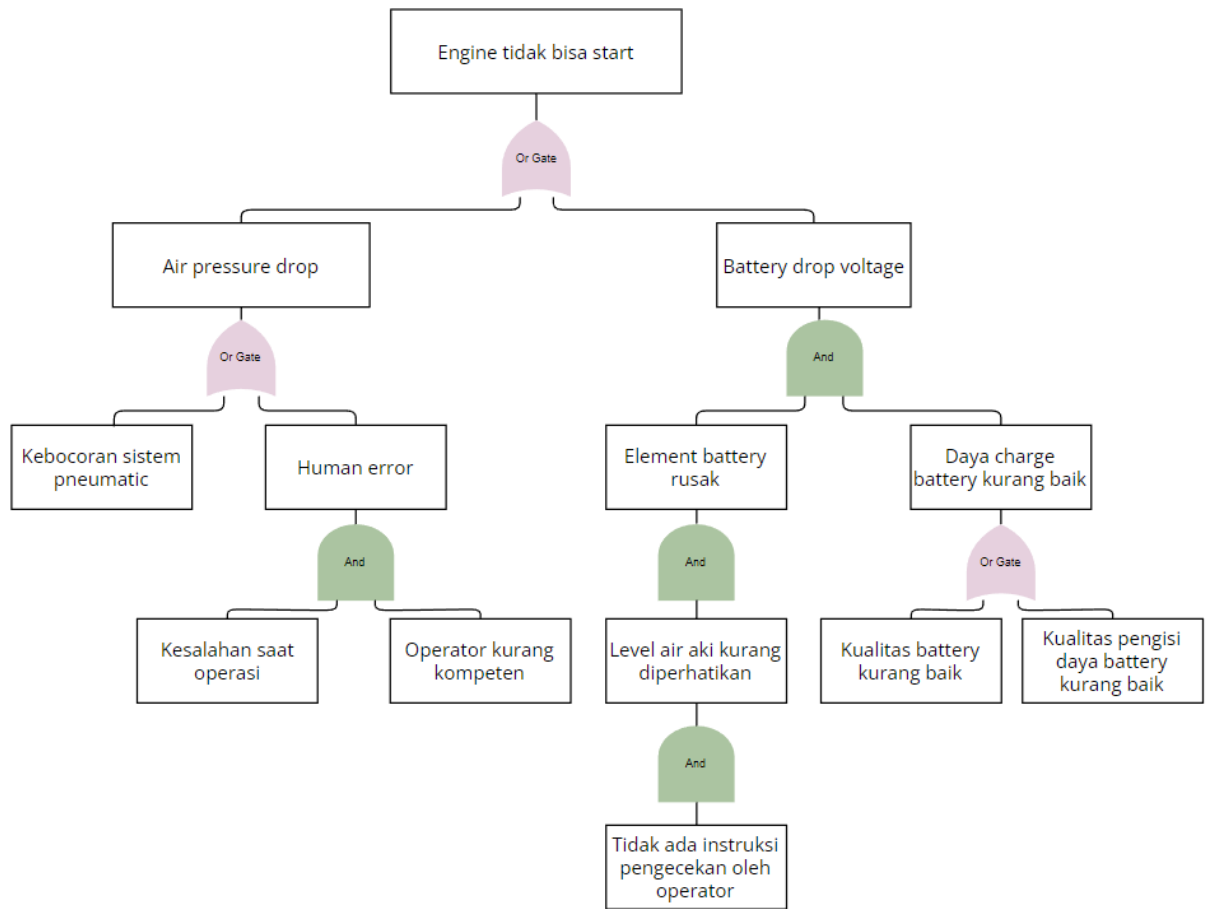
Basic event tersebut menjadi penyebab seperti connector tidak tersambung dengan benar, terjadi *short* pada *control unit*, dan pembacaan sensor tidak akurat yang mengakibatkan *micro processing unit* rusak. Penanganan dapat dilakukan dengan melakukan pengecekan pada *fuse* agar tidak terdapat arus berlebih dalam sistem dan melakukan training pada mekanik terkait pemasangan komponen agar tidak terjadi kerusakan karena kesalahan dalam pemasangan.



Gambar 4.17 *Fault Tree End rod Rusak*

Berdasarkan *fault tree* mengenai *end rod* rusak pada Gambar 4.17, dapat disimpulkan bahwa *basic event* yang menyebabkan kerusakan komponen tersebut antara lain tidak ada instruksi dalam melakukan lubrikasi dan pemakaian *forklift* tidak sesuai SOP.

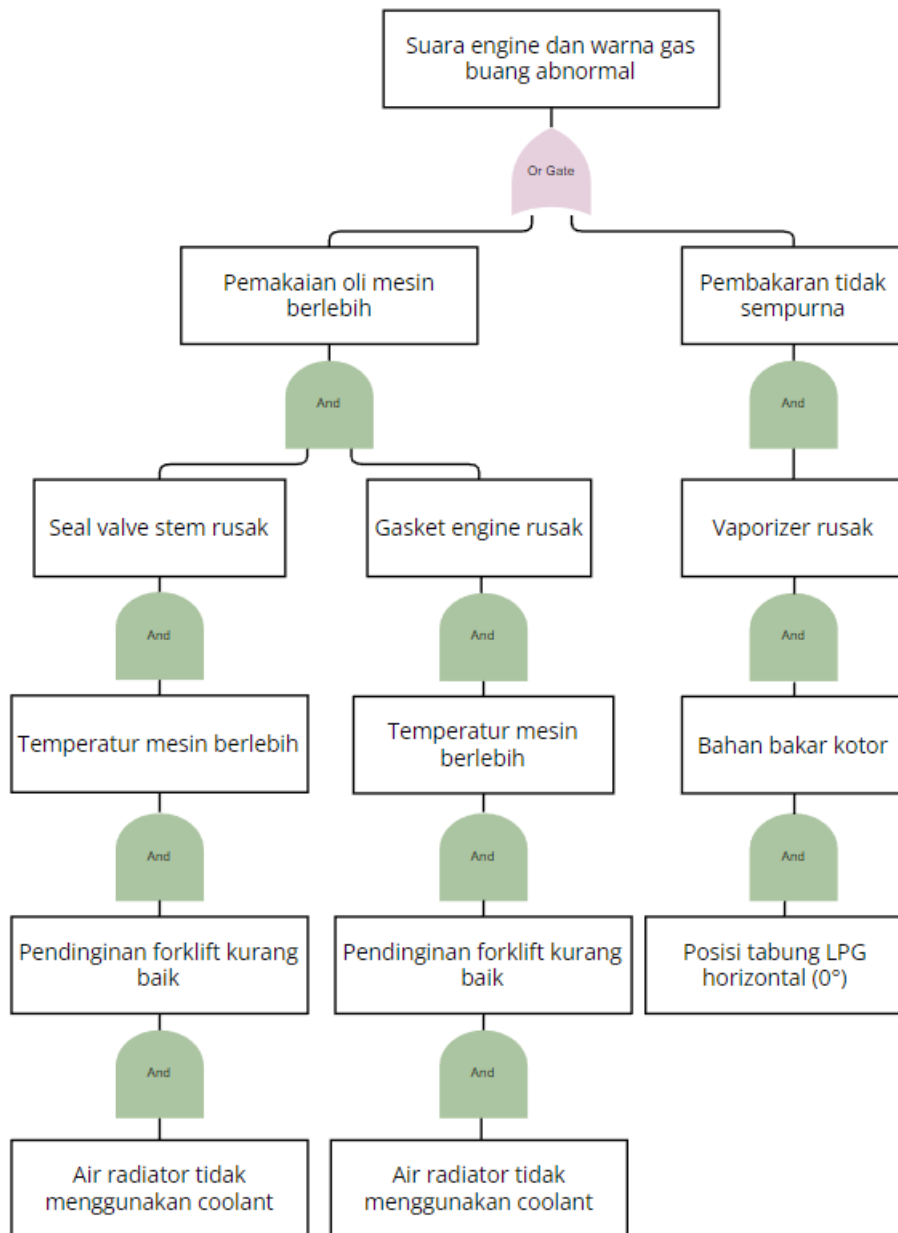
Basic event tersebut menjadi penyebab seperti kurang pelumasan dan terdapat bending yang mengakibatkan *end rod* unit rusak. Penanganan dapat dilakukan dengan menginstruksikan *operator* dalam melakukan perawatan *forklift* dan melakukan evaluasi dalam penerapan SOP penggunaan *forklift* agar penggunaan *forklift* digunakan sebagaimana mestinya.



Gambar 4.18 *Fault Tree Engine Tidak Bisa Start*

Berdasarkan *fault tree* mengenai *engine* tidak bisa start pada Gambar 4.18, dapat disimpulkan bahwa *basic event* yang menyebabkan kerusakan komponen tersebut antara lain kebocoran pada sistem *pneumatic*, kesalahan saat operasi, *operator* kurang kompeten, *element* baterai rusak, kualitas baterai kurang baik, dan kualitas pengisi daya baterai kurang baik.

Basic event tersebut menjadi penyebab seperti *air pressure drop* dan *battery drop voltage* yang mengakibatkan *end rod* unit rusak. Penanganan dapat dilakukan dengan melakukan pengecekan rutin pada level air aki oleh *operator* dan evaluasi dalam penerapan SOP penggunaan *forklift* agar penggunaan *forklift* digunakan sebagaimana mestinya.



Gambar 4.19 *Fault Tree* Suara Engine dan Warna Gas Buang Abnormal

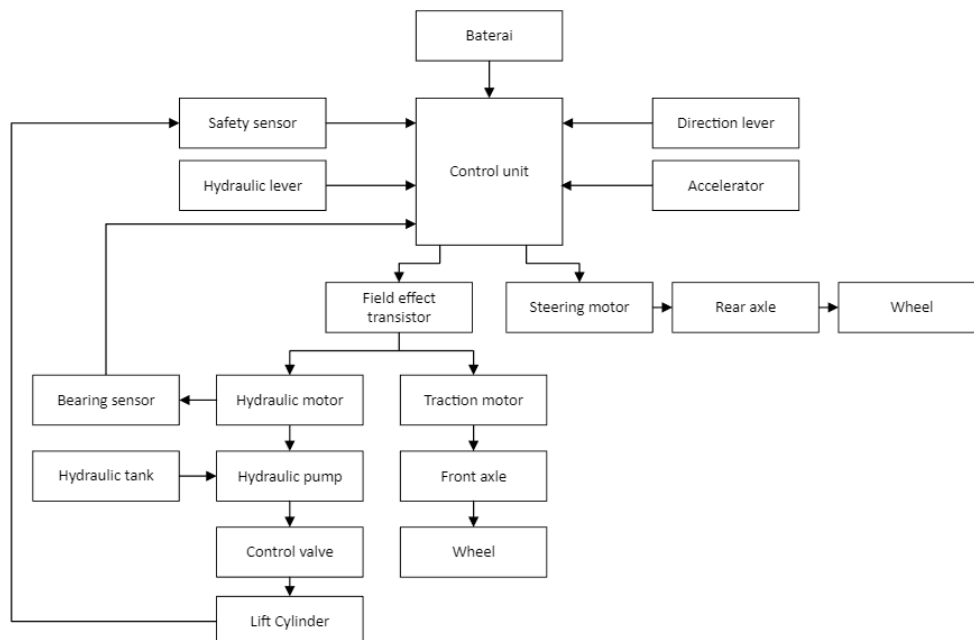
Berdasarkan *fault tree* mengenai engine tidak bisa start pada Gambar 4.19, dapat disimpulkan bahwa *basic event* yang menyebabkan kerusakan komponen tersebut antara lain air radiator tidak menggunakan *coolant* dan posisi tabung LPG horizontal (0°).

Basic event tersebut menjadi penyebab seperti *seal valve stem* rusak, *gasket engine* rusak, dan *vaporizer* rusak. Penanganan dapat dilakukan dengan menggunakan *coolant* pada sistem radiator agar temperatur mesin tidak berlebih dan melakukan evaluasi pada kemiringan tabung LPG khususnya unit tahun lama dengan kemiringan nol derajat.

Pada tahap *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan teknik yang banyak digunakan secara luas untuk penilaian yang menyebutkan bentuk, penyebab pengaruh, kerusakan terhadap keandalan sistem secara keseluruhan. Penilaian kualitatif yang menjadi dasar dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) terkadang menyebabkan beberapa perkiraan mengenai kemungkinan terjadinya kerusakan. Kolom function menunjukkan fungsi terjadinya kegagalan, sedangkan kolom *failure effect* menunjukkan apa yang terjadi ketika komponen pada unit *forklift* gagal memenuhi standart performansinya. Berdasarkan hasil dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) bahwa terdapat *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi pada komponen yang dimana didapat dari Perumusan 3.1 seperti pada Tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 4.10 Komponen Kritis

Model	Material Code	RPN
ETM216	<i>Oil Seal Hydraulic</i>	280
FB15	<i>Seal Tilt Cylinder</i>	288
FB20	<i>Bearing Axle</i>	240
FB25	<i>Oil Seal Hydraulic</i>	280
FBRF16	<i>Roller Bearing</i>	320
	<i>Sensor Bearing</i>	280
FG15N	<i>Seal Oil Hydraulic</i>	336
	<i>Seal Dust</i>	320
FG25N	<i>Gasket Engine</i>	320
	<i>Seal Tilt Cylinder</i>	280
FG30N	<i>Gasket Engine</i>	320
G25G	<i>Seal Valve stem Oil</i>	280
TFG425	<i>Hose Hydraulic</i>	120



Gambar 4.20 Flow Block Diagram Komponen Forklift

Pada Gambar 4.20 dijelaskan mengenai *flow block diagram forklift*, sehingga bisa diambil kesimpulan terkait komponen yang dapat menyebabkan berhentinya operasional unit.

Segmentasi komponen khususnya pada mesin, baterai, *axle*, *accelerator*, dan *lifting system* sebagai komponen penting dalam operasional *forklift*. Pada saat komponen penting dalam segmentasi tersebut mengalami kerusakan, maka dapat menyebabkan berhentinya operasional unit. Pada tabel 4.11 dijelaskan mengenai mode kegagalan dan efek kegagalan terkait komponen penting pada segmentasi yang sudah dijelaskan sebelumnya.

Tabel 4.11 Komponen Kritis berdasarkan *Flow Block Diagram Forklift*

No	Komponen	<i>Failure mode</i>	<i>Failure Effect</i>
1	<i>Bearing axle</i>	<i>Bearing</i> aus/rusak	Sistem <i>traction</i> tidak dapat bekerja
2	<i>Chain</i>	Rantai putus	<i>Lifting</i> tidak dapat bekerja
3	<i>Spark plug</i>	Busi terbakar	<i>Engine</i> tidak dapat bekerja
4	<i>Throttle Gas</i>	Sling gas putus	<i>Accelerator</i> tidak dapat bekerja
5	Kampas Kopling	<i>Slipping clutch</i>	Transmisi tidak dapat bekerja
6	<i>Battery</i>	<i>Element battery</i> rusak	Komponen kelistrikan tidak dapat bekerja

Pada analisis data kerusakan dilakukan penyusunan *recommended action* pada komponen dengan tingkat kekritisan tinggi dan frekuensi kerusakan yang tinggi sebagaimana tercantum pada lampiran A.6 dijelaskan pada Tabel 4.12 dibawah ini:

Tabel 4.12 Analisis Data Kerusakan

No.	<i>Komponen</i>	<i>Failure mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Recommended Action</i>
1	<i>Oli Seal Hydraulic</i>	<i>Cylinder</i> bocor	Sistem hidrolik tidak dapat bekerja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pemasangan <i>seal</i> yang tidak tepat 2. <i>Material</i> asing yang masuk kedalam sistem hidrolik 3. Temperatur kerja sistem hidrolik berlebih 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lakukan pemasangan <i>seal</i> dengan benar 2. Periksa kondisi oli secara visual dan memastikan tidak ada <i>material</i> asing 3. Melakukan penggantian oli dan <i>filter</i> hidrolik secara berkala
2	<i>Roller Bearing</i>	<i>Bearing motor traction</i> rusak	Sistem <i>traction</i> tidak dapat bekerja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usia pakai <i>bearing</i> 2. Banyak debu atau kotoran yang masuk kedalam <i>bearing</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa kondisi <i>bearing motor</i> dengan cara mendengarkan putaran <i>motor</i> 2. Lakukan penggantian <i>bearing</i> jika ada tanda-tanda kerusakan 3. Bersihkan <i>motor</i> dari debu secara berkala
3	Sensor <i>Bearing</i>	<i>Bearing sensor</i> rusak	Sistem <i>traction</i> tidak dapat bekerja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usia pakai <i>bearing</i> 2. Banyak debu atau kotoran yang masuk kedalam <i>bearing</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Periksa input <i>bearing sensor</i> yaitu 5 volt 2. Periksa output <i>bearing sensor</i> sebesar 0.8-5 volt 3. Bersihkan <i>bearing</i> dari debu serta lakukan

					penggantian <i>bearing</i> secara berkala
4	<i>Gasket Engine</i>	Oli mesin dan <i>coolant</i> tercampur	Daya mesin berkurang dan temperatur mesin berlebih	1. Pemasangan <i>gasket</i> yang tidak tepat 2. Temperatur mesin berlebih	1. Pemasangan baut <i>head gasket</i> tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang 2. Pastikan sistem radiator bekerja baik dan tidak ada kebocoran pada <i>coolant</i>
5	<i>Seal Valve Stem Oil</i>	Oli mesin masuk ke dalam ruang bakar	Pemakaian oli berlebih dan tenaga akselerasi berkurang	Kondisi <i>valve stem oil</i> getas	1. Lakukan pemeriksaan rutin pada kondisi level oli mesin 2. Lakukan pemeriksaan rutin pada suara mesin 3. Lakukan pemeriksaan rutin pada warna asap buang
6	<i>Hose Hydraulic</i>	<i>Hose</i> pecah	Sistem hidrolik tidak dapat bekerja	1. Usia pakai <i>hose</i>	1. Lakukan penggantian <i>hose</i> ketika ada tanda-tanda keretakan pada <i>hose</i> serta pulley
				2. Kondisi pulley <i>hose</i> yang tidak bagus	2. Lakukan pemilihan <i>hose</i> dengan tepat
				3. Pemasangan <i>hose</i> yang tidak tepat	3. Lakukan pemasangan <i>hose</i> dengan tepat
7	Air Aki	Kerusakan pada baterai	Abnormalitas pada kapasitas dan daya baterai	1. Level air baterai rendah	1. Lakukan pemeriksaan rutin pada kondisi level air baterai
				2. Contact point baterai kotor atau terkena korosi	2. Lakukan pemeriksaan rutin pada contact point baterai saat melakukan pengisian daya
				3. Pengisi daya baterai rusak	3. Lakukan pengecekan pada kondisi pengisi daya baterai
8	Oli Hidrolik	Oli dan <i>filter</i> hidrolik kotor	Temperature kerja sistem hidrolik cepat naik	1. Usia pakai oli hidrolik	1. Melakukan penggantian oli dan <i>filter</i> hidrolik secara berkala
				2. <i>Material</i> asing yang masuk ke dalam sistem hidrolik	2. Periksa kondisi oli hidrolik secara visual dan memastikan tidak ada <i>material</i> asing
9	<i>End rod</i>	<i>Tie rod</i> rusak	Sistem <i>steering</i> tidak dapat bekerja dengan optimal	1. Kurangnya pelumasan	1. Beri pelumas secara berkala
				2. Kondisi jalan yang tidak rata	2. Perbaiki kondisi jalan agar lebih rata dan tidak terlalu sempit
				3. Ruang kerja yang terlalu sempit	3. Periksa karet <i>tie rod</i> secara berkala dan lakukan penyetelan jika dibutuhkan

				4. Pemasangan <i>tie rod</i> yang tidak tepat	
10	MPU	<i>Micro processor</i> unit rusak	<i>Forklift</i> kehilangan seluruh fungsi utama	1. Terjadi <i>short</i> pada <i>control unit</i>	1. Periksa wiring <i>control unit</i> untuk memastikan tidak ada yang <i>short</i>
				2. Connector tidak tersambung dengan benar	2. Periksa sambungan dari tiap connector
				3. Kerusakan pada komponen lain yang dapat menimbulkan kerusakan pada MPU	3. Periksa komponen elektronik yang berhubungan dengan MPU
11	Oli mesin	Oli dan <i>filter</i> mesin kotor	Temperature kerja sistem mesin cepat naik	1. Usia pakai oli mesin	1. Melakukan penggantian oli dan <i>filter</i> mesin secara berkala
				2. <i>Material</i> asing yang masuk ke dalam sistem mesin	2. Memeriksa kondisi oli mesin secara visual dan memastikan tidak ada <i>material</i> asing
12	V-Belt	V-Belt putus	<i>Forklift</i> tidak dapat beroperasi	1. Usia pakai V-Belt	1. Lakukan pengecekan rutin pada kondisi V-Belt
				2. Kondisi V-Belt getas	2. Melakukan pergantian ketika sudah getas, tipis, retak. Pastikan tidak terlalu longgar dan tidak terlalu kencang
				3. <i>Forklift</i> membawa muatan berlebih	3. Pastikan pemakaian <i>forklift</i> sesuai SOP berlaku
13	<i>Battery</i>	Baterai rusak	<i>Forklift</i> tidak dapat beroperasi	1. Kurangnya perhatian terhadap electrolyte	1. Lakukan pemeriksaan electrolyte setiap akan melakukan pengisian
				2. Proses pengisian dan pemakaian yang tidak tepat	2. Lakukan proses pengisian dan pemakaian dengan benar
14	<i>Chain</i>	Rantai putus	<i>Lifting</i> tidak dapat bekerja	1. Kurangnya pelumasan	1. Beri pelumas secara berkala
				2. <i>Forklift</i> membawa muatan berlebih	2. Pastikan pemakaian <i>forklift</i> sesuai SOP berlaku
15	<i>Spark plug</i>	Busi terbakar	<i>Engine</i> tidak dapat bekerja	1. Oli bercampur dengan bahan bakar	1. Melakukan pergantian ketika <i>seal gasket</i> dan stem <i>valve</i> sudah berumur
				2. Pendinginan <i>forklift</i> kurang baik	2. Pastikan sistem radiator bekerja baik dan tidak ada kebocoran pada <i>coolant</i>
16	<i>Throttle gas</i>	Sling gas tidak bekerja	<i>Accelerator</i> tidak dapat bekerja	1. Sensor <i>accelerator</i> kotor	1. Bersihkan sensor <i>accelerator</i> dari debu serta lakukan pengecekan secara berkala

				2. <i>Throttle</i> spring tidak tersambung dengan benar	2. Lakukan pemasangan dengan tepat dan lakukan penyetelan jika dibutuhkan
17	Kampas kopling	<i>Slipping clutch</i>	Transmisi tidak dapat bekerja	1. Pergantian gear dan akselerasi tidak bijak	1. Pastikan pemakaian <i>forklift</i> sesuai SOP berlaku
				2. Terdapat korosi / terbakar	2. Pastikan tidak ada kontaminasi dengan oli dan grease

Pada tahap penyusunan *Logic Tree Analysis* (LTA) merupakan proses yang kualitatif digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing-masing *failure mode* pada unit *forklift*. Tujuan *Logic Tree Analysis* (LTA) adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing-masing *failure mode* berdasarkan kategorinya. Berikut adalah komponen yang sudah dikategorikan ke empat kategori dengan dibantu wawancara pada mekanik PT XYZ sebagai berikut:

1. Kategori A (*Safety Problem*), apabila mode kegagalan mempunyai konsekuensi membahayakan keselamatan bahkan menyebabkan kematian pada seseorang. Pada kategori A, terdapat 21 komponen *Safety Problem*. Jumlah tersebut dapat berkurang karena dapat diatasi oleh *operator* yang sudah memenuhi standar keselamatan dengan mengikuti *safety induction* terlebih dahulu.

Tabel 4.13 Komponen Kategori *Safety Problem*

1	ACCU ZUUR, WATER (ELECTROLYTE ACID)
2	WINN GAS W181M HIGH PRESS. LPG REGULATOR
3	P/N 4300-33000 HUB, WHEEL
4	P/N 130111-00003 BRAKE SHOE AS
5	BULB, BULB, 12 V-23/8W, PC
6	P/N 91A51-35400 THROTTLE CABLE
7	CHAIN LUBE CC-93
8	P/N 51443197 PEDAL ACCELERATOR
9	P/N 91E65-10100 PIPE LPG
10	P/N F1035-12060 BOLT, MAST
11	P/N 32051-23710 KIT(L), SHOE & LINGNG
12	P/N 32090-01480 MIRROR DRIVING
13	P/N 1912-88019 HORN
14	P/N 91A05-04400 BUZZER BACK, PIEZO
15	P/N 14300-12970 WHEEL, LOAD
16	NIKKEN LEAF CHAIN BL534 PITCH 5/8"
17	P/N 32511-00550 BOLT, HUB
18	P/N 32511-00570 NUT, HUB
19	P/N 91A14-11510 BUCKLE
20	P/N 14300-33951 RIM, WHEEL (FRONT)
21	BRIDGESTONE SOLID TYRE 23 X 9-10 OIL

2. Kategori B (*Outage Problem*), mode kegagalan dari suatu komponen dapat menyebabkan sistem kerja komponen terhenti Sebagian atau keseluruhan sehingga berpengaruh terhadap *operational forklift* yang dapat membengkakkan biaya dan menurunkan tingkat ketersediaan *forklift*. Pada kategori B, terdapat 10 komponen *Outage Problem*. Sistem kerja komponen terhenti Sebagian, jika salah satu komponen tersebut mengalami kegagalan.

Tabel 4.14 Komponen Kategori *Outage Problem*

1	BS DOT-3 BRAKE FLUID
2	PERTAMINA MESRAN SUPER SAE-20W/50 OIL
3	COOLANT,RADIATOR TOP-1
4	TOTAL TRANSMISSION TM 85W-140 GL-5
5	ACCU,WATER @ 20L
6	P/N 70000-90630 DISPLAY, CAN BUS
7	P/N 24300-37980 BOSS (R) LEVER
8	GASKET KIT-VLV REGRD P/N 91H20-00020
9	SHELL TELLUS-68 HYD.OIL
10	BRIDGESTONE FLEX.RUBBER HOSE 1/4"

3. Kategori C (*Economic Problem*), apabila mode kegagalan tidak mempunyai konsekuensi terhadap *safety* maupun terhadap operasional *plant* dan hanya mempengaruhi ekonomi yang relatif kecil meliputi biaya perbaikan. Pada kategori C, terdapat 7 komponen *Economic Problem*. Mode kegagalan mempunyai konsekuensi terhadap *Economic Problem*, jika salah satu komponen tersebut mengalami kegagalan.

Tabel 4.15 Komponen Kategori *Economic Problem*

1	CONTROLLER,CONTROLLER,CONTROL HEAD,N/A,P
2	P/N 14400-98921 COVER (L1), REAR LAMP
3	P/N 14104-12943 STEP (L)
4	P/N 91A05-13400 Switch, Lightning
5	P/N 70000-45710 POTENTIOMETER
6	P/N 54000-65200 BASE,TERMINAL
7	P/N 24300-38502 PANEL, DISPLAY

4. Kategori D (*Hidden Failure*), apabila mode kegagalan memiliki dampak secara langsung dan jika perusahaan tidak menanggulangnya, resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya. Pada kategori D, terdapat 27 komponen *Hidden Failure*. Mode kegagalan memiliki dampak secara langsung, jika salah satu komponen tersebut mengalami kegagalan. Pada saat perusahaan tidak menanggulangnya, resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya.

Tabel 4.16 Komponen Kategori *Hidden Failure*

1	P/N 70000-78100 BEARING COMP,SENSOR
2	P/N 91H20-00360 GASKET CYLINDER HEAD
3	BANDO V-BELT A-47
4	P/N 91H20-00430 GASKET ROCKER COVER
5	EXITFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/16"X R1 SAE 100, WORKING PRESSURE:215 BAR
6	CABLE,ELECTRICAL,NYAF,50 MM2,CU,450/750
7	P/N 1901-55072B ROLLER
8	P/N 91H20-02970 DISTIBUTOR ASSY
9	P/N 91H20-04670 REPAIR KIT VAPO
10	P/N 01908-86001 FILTER,OIL
11	OIL SEAL NBR 65 X 88 X 12 MM
12	ASB BEARING 83926BSM
13	P/N 91E01-00010 RADIATOR
14	P/N 91B43-16410 SEALKIT, CYL STEERING
15	P/N 91A04-04100 FUSE 20 A
16	FAG BEARING 30208 A
17	P/N 8271-70050 CONTACT U (BAR)
18	P/N 91H20-03280 PULLEY ASSY
19	P/N 1901-55101 BEARING (KINGPIN)
20	P/N 1901-55102 BEARING (KNUCKLE)
21	P/N 1906-39012 NIPPLE
22	P/N 32911-03360 SCREW, COMP., BALL
23	NSK BEARING HR 32008 XJ
24	P/N 01921-64094 KIT, CYLINDER (WHEEL)
25	P/N 39110-01120 CONDENSER
26	ASSEMBLY,TRANSMISSION,STEEL,SET
27	GASKET,GASKET,N/A,METAL,PC

Pada metode *Critically Analysis* dilakukan berdasarkan pertanyaan penuntun yang disesuaikan dengan *road map* pemilihan tindakan. Pembahasan pada metode *Critically Analysis* dilanjutkan pada *Task Selection Road map* untuk dapat dilihat pemilihan tindakan efektif pada masing-masing kerusakan komponen *forklift*.

Pemilihan tindakan berdasarkan pertanyaan penuntun (*Task Selection*) yang disesuaikan dengan *road map* pemilihan tindakan. Dalam proses *task selection road map* menentukan tindakan yang tepat untuk mode kegagalan alat berat *forklift*. Berdasarkan tiap kategori mode kerusakan, dibuat daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling efektif. Dalam melakukan analisis dengan metode *Task Selection Road map*, dilakukan wawancara dengan mekanik PT XYZ sebagai berikut:

1. *Time Directed* (TD) atau *Preventive Maintenance* (PM) terdapat 12 komponen yang dapat dilakukan tindakan perawatan secara langsung terhadap sumber kerusakan dengan didasari umur ataupun waktu dari komponen, dimana adanya perawatan pencegahan dilakukan sebelum terjadi kerusakan mesin.

Tabel 4.17 Komponen Kategori *Time Directed*

1	BS DOT-3 BRAKE FLUID
2	COOLANT,RADIATOR TOP-1
3	TOTAL OIL AZOLLA ZS 46 (HYDRAULIC)
4	P/N 91A21-00401 CLUTCH DISK ASSY
5	PERTAMINA ATF OIL DEXRON 3
6	TOTAL TRANSMISSION TM 85W-140 GL-5
7	BANDO V-BELT A-47
8	P/N 91E43-15610 REPAIR KIT, CYLINDER
9	ACCU,WATER @ 20L
10	P/N 91A65-00600 SOLENOID FILTER ASSY
11	P/N A371153 RETURN FILTER HYDRAULIC
12	P/N A403601 BELT,FAN

2. *Condition Directed* (CD) atau *Predictive Maintenance* (PdM), terdapat 33 komponen yang perawatannya dilakukan dengan memeriksa dan inspeksi. Perbaikan atau penggantian komponen dengan *Predictive Maintenance* (PdM) dilakukan, jika dalam inspeksi terhadap komponen ini terdapat gejala-gejala kerusakan.

Tabel 4.18 Komponen Kategori *Condition Directed*

1	ACCU ZUUR, WATER (ELECTROLYTE ACID)
2	CONTROLLER,CONTROLLER,CONTROL HEAD,N/A,P
3	BULB,HALOGEN PHILIPS 12V 100/90W P43T H4
4	WINN GAS W181M HIGH PRESS.LPG REGULATOR
5	P/N 130111-00003 BRAKE SHOE AS
6	P/N 91A51-35400 THROTTLE CABLE
7	P/N 14400-98921 COVER (L1), REAR LAMP
8	P/N 14400-98931 COVER (L2), REAR LAMP
9	P/N 14104-12943 STEP (L)
10	P/N 91H20-02580 PUMP ASSY-WATER
11	P/N 24300-37980 BOSS (R) LEVER
12	P/N 70000-45710 POTENTIOMETER
13	GASKET KIT-VLV REGRD P/N 91H20-00020
14	CHAIN LUBE CC-93
15	P/N 51443197 PEDAL ACCELERATOR
16	P/N 91E65-10100 PIPE LPG
17	P/N F1035-12060 BOLT,MAST
18	P/N 54000-65200 BASE,TERMINAL
19	P/N 32090-01480 MIRROR DRIVING
20	P/N 1912-88019 HORN
21	P/N 91A05-04400 BUZZER BACK, PIEZO
22	P/N 14300-12970 WHEEL,LOAD
23	P/N 91H20-02770 HOSE,WATER
24	NIKKEN LEAF CHAIN BL534 PITCH 5/8"
25	BRIDGESTONE SOLID TYRE 600 X 9
26	P/N 24300-38502 PANEL, DISPLAY

27	P/N 14400-98951 COVER (R1), REAR LAMP
28	P/N 14400-98941 COVER (R1), REAR LAMP
29	P/N 32511-00550 BOLT, HUB
30	P/N 32511-00570 NUT, HUB
31	P/N 91A14-11510 BUCKLE
32	BRIDGESTONE FLEX.RUBBER HOSE 1/4"
33	P/N 14300-33951 RIM, WHEEL (FRONT)

3. *Finding Failure* (FF) atau *Condition Based* (CB), terdapat 24 komponen yang tindakan perawatannya dilakukan dengan cara menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

Tabel 4.19 Komponen Kategori *Finding Failure*

1	P/N 70000-78100 BEARING COMP,SENSOR
2	P/N 91H20-00360 GASKET CYLINDER HEAD
3	P/N 91H20-00430 GASKET ROCKER COVER
4	EXITFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/16"X R1 SAE 100, WORKING PRESSURE:215 BAR
5	CABLE,ELECTRICAL,NYAF,50 MM2,CU,450/750
6	P/N 91H20-02970 DISTIBUTOR ASSY
7	P/N 91H20-04670 REPAIR KIT VAPO
8	ASB BEARING 83926BSM
9	P/N 91E01-00010 RADIATOR
10	P/N 91B43-16410 SEALKIT, CYL STEERING
11	P/N 91A04-04100 FUSE 20 A
12	FAG BEARING 30208 A
13	P/N 8271-70050 CONTACT U (BAR)
14	P/N 91H20-03280 PULLEY ASSY
15	P/N 91A51-04300 CABLE (F-R)
16	P/N 1901-55101 BEARING (KINGPIN)
17	P/N 1901-55102 BEARING (KNUCKLE)
18	P/N 1906-39012 NIPPLE
19	P/N 32911-03360 SCREW, COMP., BALL
20	NSK BEARING HR 32008 XJ
21	P/N 01921-64094 KIT, CYLINDER (WHEEL)
22	P/N 39110-01120 CONDENSER
23	ASSEMBLY,TRANSMISSION,STEEL,SET
24	GASKET,GASKET,N/A,METAL,PC

Pada persebaran data jumlah komponen, terdapat kuantitas kerusakan komponen berupa 7.41% komponen *Time Directed*, 60.19% komponen *Condition Directed*, dan 32.41% komponen *Finding Failure* pada *forklift* tipe elektrik. Pada *forklift* LPG terdapat 20% komponen *Time Directed*, 49.33% komponen *Condition Directed*, dan 30.67% komponen *Finding Failure*.

4.4 Analisis Pengolahan Data Kuantitatif

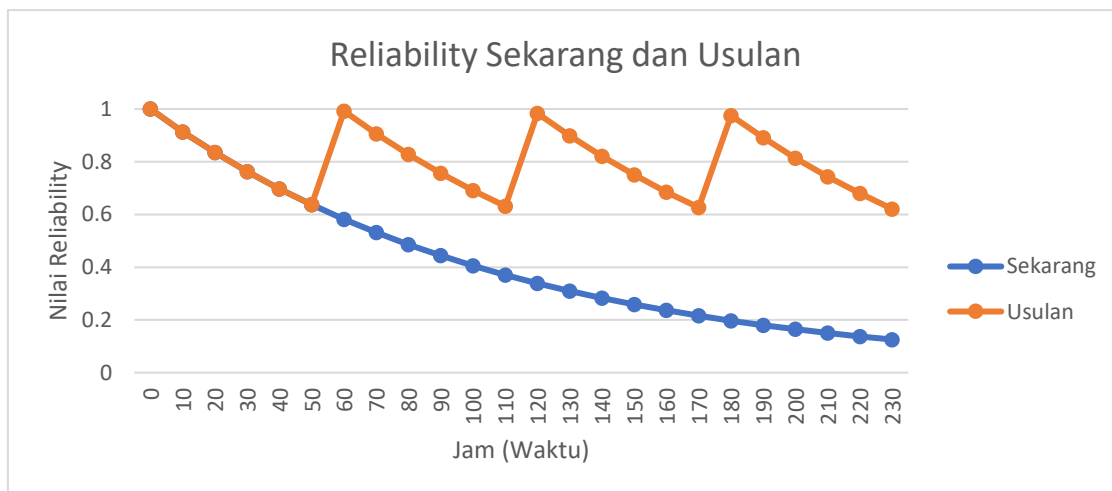
Pada pengolahan data kuantitatif, didapatkan hasil perhitungan waktu interval pemeriksaan unit *forklift* selama 57.74 jam operasi pada tipe elektrik dan 57.42 jam operasi pada tipe LPG sebagaimana terlampir pada Lampiran B.10 yang didapat dari data yang dimasukkan ke dalam perhitungan distribusi, perhitungan distribusi, estimasi parameter, nilai *Mean time to repair* (MTTR) dan *Mean time to failure* (MTTF).

Penulis melakukan identifikasi distribusi dari hasil perhitungan TTF dan TTR. Penentuan distribusi dilakukan dengan metode *Least Square Curve Fitting* yang bertujuan untuk menentukan distribusi apa yang mewakili atau mendekati penyebaran data-data TTF dan TTR. Distribusi yang digunakan dalam metode *Least Square Curve Fitting* adalah distribusi *Weibull*, Eksponensial, Normal, dan *Lognormal*. Perhitungan yang dilakukan dalam metode *Least Square Curve Fitting* adalah menentukan nilai *Index of fit* (r), dimana *Index of fit* merupakan gambaran untuk menunjukkan hubungan antara penyebaran data dan distribusinya.

Hasil dari perhitungan dari setiap distribusi untuk data TTF dan TTR menggunakan program *minitab* 18 sebagaimana terlampir dalam Lampiran B.7 dan Lampiran B.8. Penulis menentukan perhitungan selang waktu perawatan unit *forklift* dengan parameter pada distribusi yang telah lulus uji kecocokan distribusi setelah pola distribusi data waktu antar kerusakan dan data waktu antar perbaikan diperoleh. Selang waktu perawatan dihitung menggunakan kriteria minimasi *downtime*, dimana hasil perhitungan dengan kriteria minimasi *downtime* yang dipilih menghasilkan nilai *downtime* terkecil dan model yang digunakan yaitu interval waktu pemeriksaan dengan menggunakan distribusi terkait.

Pada nilai Interval Waktu Pemeriksaan, dibutuhkan perawatan *forklift* setiap lima sampai 6 hari dengan jam rata-rata operasional *forklift* per hari sebesar 13.2 jam pada *forklift* tipe elektrik dan 11.2 jam pada *forklift* tipe LPG. PT XYZ sudah menerapkan *Weekly Maintenance* atau perawatan mingguan dengan melibatkan mekanik yang ada pada masing-masing *warehouse plant* dan untuk mendukung *Weekly Maintenance* tersebut penulis mengusulkan program pemeriksaan pengecekan harian (P2H) oleh *operator* unit *forklift*. Dalam pelaksanaan program P2H oleh *operator forklift*, perawatan *forklift* dilakukan secara maksimal oleh mekanik dan *operator* dengan *time frame* bulanan, mingguan, harian, sebelum operasional, dan setelah operasional.

Analisis perbandingan *Reliability* menandakan bahwa tindakan perawatan diharapkan dapat meningkatkan keandalan (*reliability*), dimana unit *forklift* merupakan suatu peluang sehingga didapatkan nilai tertinggi, yaitu satu (1). Pada Gambar 4.21 dibawah ini, terlihat grafik estimasi tingkat keandalan sesudah dan sebelum penentuan interval waktu pemeriksaan pada unit *forklift* FL-28:

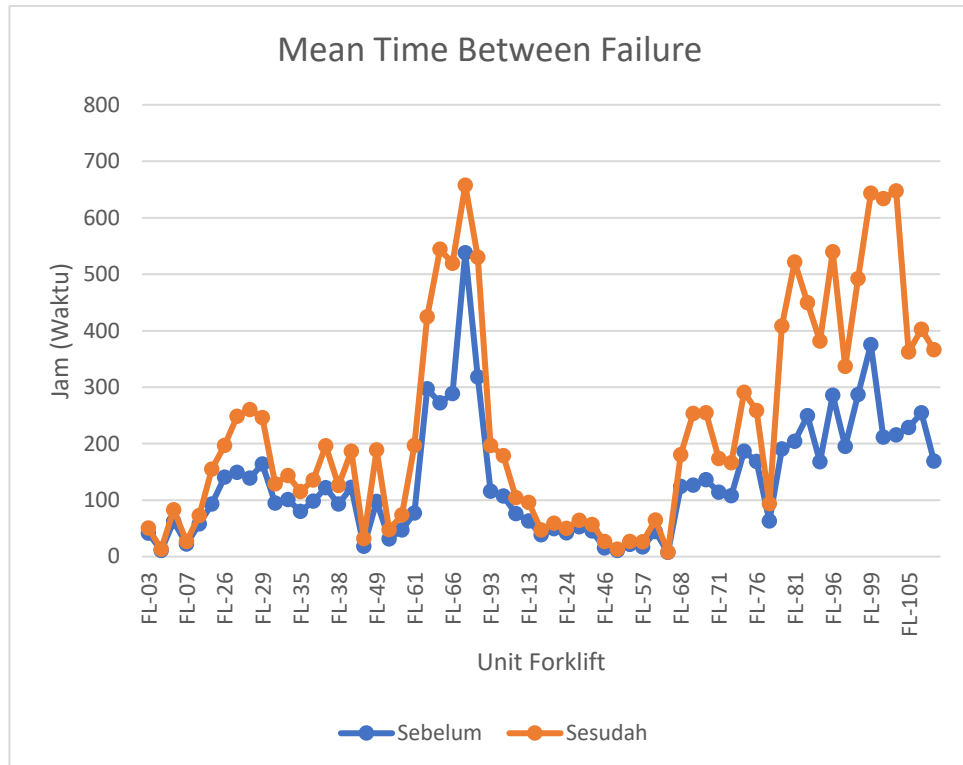


Gambar 4.21 Kurva Keandalan Sekarang dan Usulan Unit FL-28

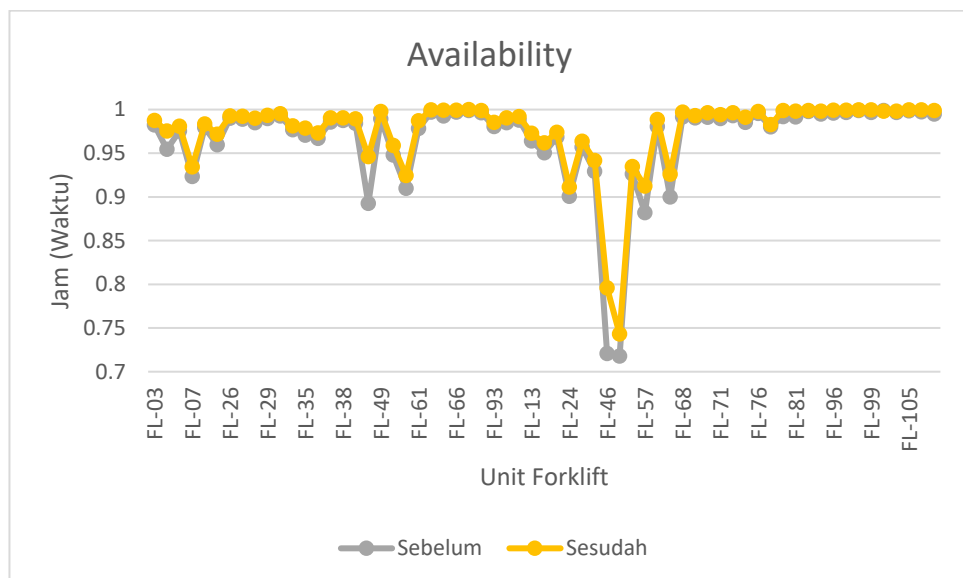
Pada Gambar 4.21 untuk jam ke-1 dengan adanya grafik berwarna biru atau $R(tp)$ (sebelum dilakukan tindakan perawatan) dan grafik berwarna jingga atau $R(t-Nt)$ (sesudah dilakukan tindakan perawatan), dimana mempunyai nilai keandalan satu (1) bahwa tingkat keandalan optimal karena kondisi unit *forklift* yang sudah dilakukan pemeriksaan secara menyeluruh meliputi penggantian komponen jika diperlukan. Pada jam ke-20 mengalami penurunan sampai jam ke-50 dikarenakan *seiring* berjalannya waktu, maka unit *forklift* akan mengalami penurunan keandalan. Pada jam ke-60 untuk grafik berwarna jingga mengalami kenaikan karena telah dilakukannya perawatan unit sehingga unit *forklift* mengalami kenaikan keandalan (*reliability*) dikarenakan kondisi yang sudah diperiksa dan komponen yang sudah diganti jika diperlukan.

Hasil pengolahan data dengan metode *RAM Analysis* sebelum dilakukan tindakan perawatan terlampir pada Lampiran B.1, terlihat bahwa *forklift* tipe elektrik memiliki rata-rata MTBF sebesar 131.06 jam dan *forklift* tipe LPG memiliki rata-rata MTBF sebesar 132.52 jam. Pada *forklift* tipe elektrik memiliki jam rata-rata operasional *forklift* per hari sebesar 13.2 jam dan 11.2 jam pada *forklift* tipe LPG, maka kerusakan komponen terjadi setiap 11 s.d. 13 hari. Pada perhitungan MTTR, *forklift* tipe elektrik memiliki rata-rata MTTR sebesar 1.63 jam dan *forklift* tipe LPG memiliki rata-rata MTTR sebesar 1.41 jam. MTTR merupakan rentang waktu (jam) yang dibutuhkan oleh mekanik untuk melakukan perbaikan komponen *forklift*. Pada perhitungan *Mechanical Availability* (MA), *forklift* tipe elektrik yang memiliki MA dibawah 99% adalah sebanyak 23 dari 29 unit dan *forklift* tipe LPG yang memiliki MA dibawah 99% adalah sebanyak 17 dari 34 unit.

Hasil pengolahan data dengan metode *RAM Analysis* setelah dilakukan tindakan perawatan terlampir pada Lampiran B.2, terlihat bahwa *forklift* tipe elektrik memiliki rata-rata MTBF sebesar 206.01 jam dan *forklift* tipe LPG memiliki rata-rata MTBF sebesar 248.17 jam. Pada *forklift* tipe elektrik memiliki jam rata-rata operasional *forklift* per hari sebesar 13.2 jam dan 11.2 jam pada *forklift* tipe LPG, maka kerusakan komponen terjadi setiap 16 s.d. 23 hari. Pada perhitungan MTTR, *forklift* tipe elektrik memiliki rata-rata MTTR sebesar 1.63 jam dan *forklift* tipe LPG memiliki rata-rata MTTR sebesar 1.41 jam. MTTR merupakan rentang waktu (jam) yang dibutuhkan oleh mekanik untuk melakukan perbaikan komponen *forklift*. Pada perhitungan *Mechanical Availability* (MA), *forklift* tipe elektrik yang memiliki MA dibawah 99% adalah sebanyak 18 dari 29 unit dan *forklift* tipe LPG yang memiliki MA dibawah 99% adalah sebanyak 13 dari 34 unit.



Gambar 4.22 Grafik MTBF Metode *RAM Analysis* Sebelum dan Sesudah Tindakan Perawatan



Gambar 4.23 Grafik *Availability* Metode *RAM Analysis* Sebelum dan Sesudah Tindakan Perawatan

Pada Gambar 4.22 dan 4.23, terdapat kenaikan pada nilai MTBF unit *forklift* tipe elektrik sebesar 57.19 % atau 74.95 jam dan tipe LPG sebesar 87.27% atau 115.64 jam. Pada nilai *Availability* unit *forklift* tipe elektrik terdapat kenaikan sebesar 17.24% atau penambahan 5 unit dengan *Availability* diatas 99% dan tipe LPG sebesar 11.76% atau penambahan 4 unit dengan *Availability* diatas 99%.

4.5 Usulan Pemecahan Masalah

Berdasarkan analisis *fault tree* pada kerusakan komponen dengan tingkat frekuensi tertinggi, dapat dilakukan penggunaan *coolant* pada sistem radiator agar temperatur mesin tidak berlebih, evaluasi dalam penerapan SOP penggunaan *forklift* agar penggunaan *forklift* digunakan sebagaimana mestinya, pengecekan rutin pada level air aki oleh *operator* agar kondisi baterai tetap terjaga, training pada mekanik terkait pemasangan komponen agar tidak terjadi kerusakan karena pemasangan tidak tepat, dan pengubahan posisi kemiringan tabung gas LPG agar bahan bakar tidak kotor. Penulis menuliskan aksi rekomendasi sebagaimana tercantum dalam Tabel 4.11 Analisa Data Kerusakan pada komponen dengan tingkat kekritisan tinggi dan frekuensi kerusakan yang tinggi

Pada hasil analisis dengan metode *Reliability Centered Maintenance*, dapat diketahui langkah-langkah dalam menanggulangi komponen dengan frekuensi kerusakan dan tingkat kekritisan yang tinggi. Penulis melakukan pengkategorian komponen, sehingga dapat dibuatkan checklist komponen dalam melakukan *autonomous maintenance*. Program *autonomous maintenance* sebagai salah satu pilar *Total Productive Maintenance*, mulai dibangun dengan melakukan pemeriksaan rutin pada unit *forklift* untuk mendeteksi terjadinya kerusakan. Kegiatan ini dilakukan oleh *operator* dengan bantuan form checklist dan instruksi pekerjaan yang sudah dibuat.

Rancangan TPM ini diusulkan berdasarkan kondisi perusahaan saat ini. Metode *maintenance* yang digunakan oleh perusahaan adalah *preventive maintenance* dan *weekly maintenance* dengan melibatkan mekanik saja. Dalam rancangan TPM ini, kegiatan *autonomous maintenance* dilakukan dengan melibatkan *operator* dalam menjalankan perawatan yang dilakukan oleh perusahaan. *Operator* ikut serta dalam merawat unit *forklift* dan dapat langsung melapor kepada bagian *maintenance warehouse plant* untuk dilakukan perbaikan sesegera mungkin dengan diberlakukannya pemeriksaan rutin.

Tujuan Pemeriksaan Pengecekan Harian (P2H) adalah untuk mengetahui secara dini atau awal apabila ada bagian-bagian alat/kendaraan yang mengalami kerusakan sehingga dapat dilakukan perbaikan secepatnya dan tidak menimbulkan kerusakan yang lebih parah. Tentu hal yang menjadi tujuan dengan adanya antisipasi kerusakan ini adalah keselamatan *operator*, kemudian terkait penurunan frekuensi kerusakan unit alat berat.

Langkah-Langkah P2H



Gambar 4.24 Langkah-langkah Pemeriksaan Pengecekan Harian oleh *Operator*

Pemeriksaan yang akan dilakukan adalah terkait pengecekan visual oleh *operator* alat berat, sehingga parameter pengecekan berupa kebocoran oli, kebocoran *regulator*, suara mesin, warna gas buang, level oli, level air aki, level air radiator, kondisi ban, kondisi pedal, operasional klakson, dan operasional lampu.

Dalam memaksimalkan perbaikan yang dilakukan oleh mekanik, penulis mengusulkan form penilaian mekanik sebagai pendukung keberjalanannya sistem perawatan yang sudah diterapkan oleh perusahaan.



Gambar 4.25 Skema Kondisi Setelah Dilakukan Program P2H

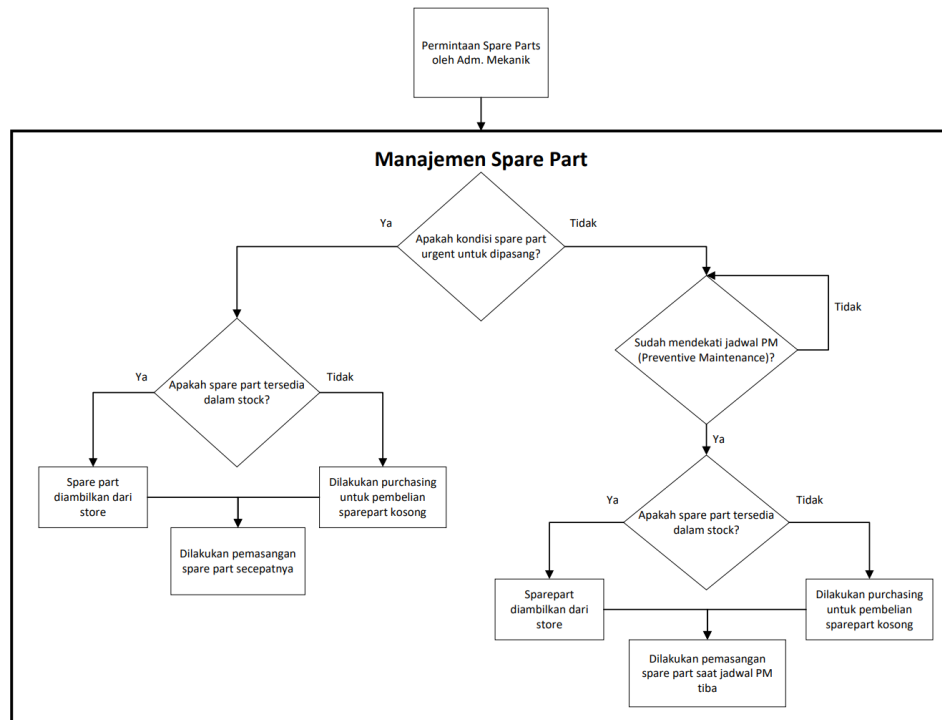
Dalam diterapkannya program P2H, kerusakan pada *forklift* akan terdeteksi bila terjadi saat *overshift*. Hal ini berbeda ketika tidak diterapkannya program P2H karena setelah dilakukan wawancara kepada mekanik, pengecekan pada unit *forklift* dilakukan pada pagi hari sebelum dimulainya jam operasional shift pertama. Program P2H menjadi wadah resmi berupa formulir untuk melaporkan temuan kerusakan saat *forklift* beroperasi dan cepat waktu tersampainya temuan tersebut dibantu oleh *operator* selaku pengemudi yang berada di lapangan. Tentu hal yang menjadi tujuan dengan adanya antisipasi kerusakan ini adalah keselamatan *operator*, kemudian terkait penurunan frekuensi kerusakan unit alat berat.

Alur Maintenance Harian



Gambar 4.26 Alur *Maintenance* Harian P2H oleh *Operator*

Urusan administrative form P2H akan ditandatangani oleh *foreman* selaku penanggung jawab *operator* di *warehouse plant*. Formulir P2H diberikan kepada mekanik yang berada di *warehouse plant* setelah dilakukan pemeriksaan oleh *operator*. Data pengecekan harian oleh *operator* akan menjadi salah satu tolok ukur bagi mekanik untuk melakukan *predictive maintenance* ataupun pergantian suku cadang bersifat urgent karena terjadi kecelakaan kerja. Admin mekanik mengumpulkan data pengecekan dari semua *warehouse plant* dan mengirimkan permintaan suku cadang kepada *Mechanical Central Workshop section Heavy Equipment* untuk dapat dilakukan pembelian ataupun diambilkan dari stock yang tersedia.



Gambar 4.27 Alur Permintaan Spare Part Departemen *Heavy Equipment*

Dalam menanggulangi akurasi pelaksanaan *preventif maintenance* yang dilakukan oleh vendor mekanik sebesar 67.23% sebagaimana tercantum dalam lampiran A.7, penulis mengusulkan sistem penilaian sebagai pelengkap dalam perusahaan menilai kinerja yang dilakukan oleh vendor mekanik. Dalam penilaian ini dibagi menjadi tiga kategori, yaitu pengecekan, pelaporan, dan pemasangan dengan parameter dan klausul asumsi-akibat seperti pada Tabel 4.20 dibawah ini:

Tabel 4.20 Kategori Penilaian Kinerja Vendor Mekanik

Scoring Mekanik				
No.	Parameter	Yes	No	Remarks
A				
PENGECEKAN				
1	Apakah sudah dilakukan pengecekan			
2	Apakah pengecekan sudah benar			
B				
PELAPORAN				
1	Apakah sudah dilakukan pelaporan			
2	Apakah yang dilaporkan sesuai dengan pengecekan			

3	Apakah waktu pelaporan terkendala			
C	PEMASANGAN			
1	Apakah sudah dilakukan pemasangan			
2	Apakah part yang dipasang sesuai dengan yang dimintakan			
SCORE				

Tabel 4.21 Parameter Penilaian Kinerja Vendor Mekanik

No.	Parameter	Based On
1	Apakah sudah dilakukan pengecekan	Monitoring Lapangan
2	Apakah pengecekan sudah benar	Monitoring Lapangan
3	Apakah sudah dilakukan pelaporan	Email
4	Apakah yang dilaporkan sesuai dengan pengecekan	Part Dadakan (Tidak dilaporkan)
5	Apakah waktu pelaporan terkendala	Email
6	Apakah sudah dilakukan pemasangan	<i>Daily Report</i>
7	Apakah part yang dipasang sesuai dengan yang dimintakan	<i>Daily Report</i>

Tabel 4.22 Klausul Asumsi-Akibat dalam Pelaksanaan Perawatan Vendor Mekanik

No.	Kriteria	Kondisi	Asumsi	To Do
1	Spare Part	Sparepart masuk ke dalam store	Sparepart bisa diambil (tersedia)	<i>Crosscheck</i> permintaan sparepart
2		Sparepart keluar dari store	Sparepart dipasangkan pada unit	<i>Crosscheck</i> report mekanik
3		Sparepart masuk ke dalam kontainer	Terjadi kendala saat pemasangan unit (menunggu jadwal pemasangan)	Check kondisi <i>plant</i> & treatment personal mekanik
4		Sparepart keluar dari kontainer	Sparepart dipasangkan pada unit	<i>Crosscheck</i> report mekanik
1	Pelaksanaan <i>Preventive Maintenance</i>	PM sesuai jadwal	Tidak ada kendala	Track kondisi unit
2		PM tidak sesuai jadwal	Jadwal <i>plant</i> padat	<i>Crosscheck</i> kondisi <i>plant</i>
3		Tidak dilakukan PM	Kendala mekanik	Treatment personal mekanik
1	Pelaksanaan <i>Weekly Maintenance</i>	Jadwal pengecekan mingguan	Dilakukan setiap hari	<i>Crosscheck</i> kondisi <i>plant</i>
2		Dilakukan pengecekan mingguan	Permintaan sparepart tepat sasaran	<i>Crosscheck</i> permintaan sparepart
3		Tidak dilakukan pengecekan mingguan	Kendala mekanik	Treatment personal mekanik

Pada klausul sebab-akibat terdapat ketentuan bahwa sparepart tidak dibolehkan masuk ke dalam kontainer, terkecuali jika tidak dapat dilakukan pemasangan karena alasan internal *warehouse plant*. *Plant* harus mengabari jika terdapat kendala dalam pelaksanaan *preventive maintenance* dan standar pelaksanaan *weekly maintenance* adalah setiap hari dengan permintaan dan kerusakan sparepart sebagai parameter pelaksanaan *weekly maintenance*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan performa statistik unit *forklift* tipe elektrik dan LPG sebagai berikut.
 - a. Pada perawatan berdasarkan waktu interval pemeriksaan unit *forklift* dilakukan perhitungan setelah diterapkan perawatan dengan kenaikan pada nilai MTBF unit *forklift* tipe elektrik sebesar 57.19% atau 74.95 jam dan tipe LPG sebesar 87.27% atau 115.64 jam.
 - b. Pada perawatan berdasarkan waktu interval pemeriksaan unit *forklift* dilakukan perhitungan setelah diterapkan perawatan dengan kenaikan pada nilai *Availability* unit *forklift* tipe elektrik sebesar 17.24% atau penambahan 5 unit dengan *Availability* diatas 99% dan tipe LPG sebesar 11.76% atau penambahan 4 unit dengan nilai *Availability* diatas 99%.
2. Pada unit *forklift* diketahui waktu interval pemeriksaan unit *forklift* selama 57.74 jam operasi untuk tipe elektrik dan 57.42 jam operasi untuk tipe LPG, kemudian dilakukan penyusunan program pemeriksaan dan pengecekan harian oleh *operator forklift* sebagai bentuk pemeliharaan pendukung *Weekly Maintenance* unit *forklift* oleh mekanik.
3. Kategori dan pemilihan tindakan pada komponen *forklift* sebagai berikut.
 - a. Pada komponen *forklift* terdapat 21 komponen yang termasuk dalam kategori A (*Safety Problem*), 8 komponen yang termasuk dalam kategori B (*Outage Problem*), 7 komponen yang termasuk dalam kategori C (*Economic Problem*), dan 27 komponen yang termasuk dalam kategori D (*Hidden Failure*).
 - b. Pada komponen *forklift* terdapat 12 komponen *Time Directed* (TD) yang dapat dilakukan tindakan perawatan secara langsung terhadap sumber kerusakan dengan didasari umur ataupun waktu dari komponen, 33 komponen *Condition Directed* (CD) yang perawatannya dilakukan dengan memeriksa dan inspeksi, dan 24 komponen *Condition Based* (CB) yang tindakan perawatannya dilakukan dengan cara menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

Saran yang diberikan untuk Dept. *Mechanical Central Workshop* berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis sebagai berikut:

1. Komponen yang memiliki tingkat kekritisasi tinggi dapat diperhatikan pemeliharaannya secara berkala oleh mekanik dan *operator*.
2. Program P2H dapat dilaksanakan secara menyeluruh terhadap *warehouse* yang memiliki unit *forklift* didalamnya.
3. Dalam penerapan program P2H dapat dilakukan sosialisasi terlebih dahulu kepada *Supervisor* dan *Foreman Plant* terkait alur administratif dan kepada *Operator Forkflit* terkait teknis pelaksanaan program.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Basuki, Isabella, Sumardiyono dan Henry Sulistyono. 2011. Penerapan Peraturan Keselamatan Kerja pada Sistem Pengoperasian *Forklift* dan Crane Sebagai Sarana Pesawat Angkat dan Angkut Guna Mencegah dan Mengendalikan Kecelakaan Kerja di PT. INKA (Persero) Madiun. Surakarta: Jurnal Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret.
- [2] Nippon Yusoki. 2012. *Workshop Manual* Nichiyu FB-75 Series.
- [3] Komatsu Forklift Co., Ltd. 2014. *Workshop Manual* FG-15 Series.
- [4] Administration, Occupational Safety and Health. 2016. *Safe Operation Forklift*. United States: Department of Labor.
- [5] Altaf, Tarar. 2014. Study *Reliability Centered Maintenance (RCM)* of Rotating Equipment through *Predictive Maintenance*. International Conference on Research in Science, Engineering and Technology.
- [6] Ebeling, Charles E. 1997. An Introduction to *Reliability and Maintainability Engineering*. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- [7] Ansori, Nachnul. 2013. Sistem Perawatan Terpadu (*Integrated Maintenance System*) Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [8] Kurniawan, Fajar. 2013. Manajemen Perawatan Industri. Edisi Pertama. Jakarta: Graha Ilmu.
- [9] Taufik dan Selly Septyani. 2015. Penentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis pada Mesin Turbin di PT. PLN (PERSERO) Sektor Pembangkit Ombilin Vol. 14, No. 2, ISSN: 2088 – 4842. Padang: Jurnal Teknik Industri Universitas Andalas.
- [10] Rosa, Yazmendra. 2005. Perencanaan dan Penerapan *Preventive Maintenance* Peralatan Laboratorium Vol. 2, No. 2, ISSN: 1829-8958. Padang: Jurnal Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang.
- [11] Sudrajat, A. 2011. Pedoman Praktis Manajemen Perawatan Mesin Industri. Bandung: PT. Refika Aditama.
- [12] Corder, Anthony. 1992. Teknik Manajemen Pemeliharaan. Jakarta: Erlangga.
- [13] Sayuti, M. Muhammad dan Rifa'i. 2013. Evaluasi Manajemen Perawatan Mesin dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* Pada PT. Z Vol. 2, No. 1, ISSN: 2302 – 934X. Aceh: Jurnal Teknik Industri Universitas Malikussaleh.
- [14] Azis, Mohammad Tahril, Suprawhardana dan Purwanto. 2009. Penerapan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Berbasis Web Pada Sistem Pendingin Primer Di Reaktor Serba Guna Ga. Siwabessy. Semai V SDM Teknologi Nuklir. ISSN: 1978 – 0176. Yogyakarta: Jurnal Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada.
- [15] Nowlan, Stanley dan Heap. 1978. *Reliability Centered Maintenance*. Middletown: *Maintenance Quality Systems* LLC.
- [16] Moubray, J. 1997. *Reliability Centered Maintenance II*. New York: Industrial Press Inc.
- [17] Chairani, Laela, Yulita Veranda Usman dan Nur Yulianti Hidayah. 2015. Faktor Penyebab Kerusakan Sistem Mesin pada Bus APTB PPD Vol. 14, No. 1, ISSN: 1412 – 6869. Jakarta: Jurnal Teknik Industri Universitas Pancasila.
- [18] Smith, A.M. dan Glenn. R.H. 2004. *RCM–Gateway to World Class Maintenance*. Elsevier Inc: London.
- [19] Dhillon, B. 2006. *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*. CRC Press.
- [20] Walpole, R. E., Myers, S. L. 2003. Probabilitas dan Statistika untuk Teknik dan Sains. Jakarta: Prenhallindo.

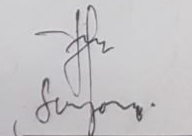
- [21] Cullen, Alison C. dan Frey, H. Christopher. 1999. *Probabilistic Techniques in Exposure Assessment*. New York: Plenum Press.
- [22] Winarno, Heru dan Sampurna Yuda Negara. 2015. *Analisis Productive Maintenance Di PT*. Sankyu Indonesia International. Serang: Jurnal Teknik Industri Universitas Serang Raya.
- [23] Jardine. 1997. *Maintenance Replacement and Reliability*. New York: Titman Publishing.
- [24] Mobley, R. Keith. 1999. *Root Cause Failure Analysis*. USA: Butterworth Heinemann.
- [25] Asisco Hendro, Kifayah Amar dan Yandra Rahadian Perdana. 2012. Usulan Perencanaan Perawatan Mesin dengan Metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* di PT. Perkebunan Nusantara VII (PERSERO) Unit Usaha Sungai Niru Kab. Muara Enim Vol. VIII, No. 2. Yogyakarta: Jurnal Teknik Industri Universitas Islam Negeri (UIN) Sunan Kalijaga.
- [26] Alhadi Gustama, Dis Aswan Amran Ritonga dan Junaidi. 2021. Penentuan Interval Waktu *Maintenance Forklift* Terhadap Komponen Kritis Berdasarkan Data Kerusakan Mesin Menggunakan Metode *Preventive Age Replacement* (Studi kasus PT. XXX). Medan: Jurnal Teknik Mesin Universitas Harapan Medan.
- [27] Suwandono, Heri. 2016. Analisa Kerusakan Pada *Forklift* Elektrik Nichiyu FB20-75C dengan Metode FMEA. Jakarta: Jurnal Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
- [28] Wibowo, Heri, Ahmad Sidiq dan Ariyanto. 2018. Penjadwalan Perawatan Komponen Kritis dengan Pendekatan *Reliability Centered Maintenance (RCM)* Pada Perusahaan Karet. Bandar Lampung: Jurnal Teknik Industri Universitas Malahayati.

LAMPIRAN A


Pada lampiran ini tercantum pengumpulan data pendukung yang dilakukan oleh penulis meliputi checklist harian *operator warehouse plant*, unit dan model alat berat *forklift*, *hour meter*, frekuensi kerusakan, waktu perbaikan unit *forklift*, dan waktu perbaikan komponen.

1. Checklist Harian *Operator Warehouse Plant*

a. *Plant Finishing*

wilmor		CHECKLIST FORKLIFT LPG		F/WINA-FIN-WH-11-016	
TANGGAL		: 28-06-2021		Rev.	: 01
SHIFT		: 1		Rev.Date	: 01 Des 2020
KODE FORKLIFT		: FL 88		Issued Date	: 01 Maret 2011
HOUR METER AWAL		: 4938,9		Department	: Finishing
HOUR METER AKHIR		: 4938,9		Section	: Warehouse
POINT	KETERANGAN	KONDISI			
		OK	NOT OK		
A	CEK UNIT SEBELUM OPERASI				
1	BERSIHKAN FORKLIFT DENGAN PERALATAN KEBERSIHAN	✓			
2	CHECK KONDISI BAN	✓			
3	CHECK KONDISI RODA KEMUDI	✓			
4	CHECK SISTEM KEMUDI	✓			
5	CHECK KONDISI PEDAL REM	✓			
6	CHECK KONDISI OLI HIDROLIK	✓			
7	CHECK KONDISI AIR RADIATOR	✓			
8	CHECK KONDISI OLI MESIN	✓			
9	CHECK REGULATOR	✓			
10	CHECK LAMPU INDIKATOR	✓			
11	CHECK OPERASI KLAKSON	✓			
12	CHECK OPERASI LAMPU UTAMA	✓			
13	CHECK OPERASI LAMPU KOTA	✓			
14	CHECK OPERASI LAMPU MUNDUR	✓			
15	CHECK OPERASI LAMPU SIGN	✓			
16	CHECK OPERASI LAMPU REM	✓			
17	CHECK OPERASI BACK BUZZER	✓			
18	CHECK SAFETY LAMP (BIRU/MERAH)	✓			
19	CHECK KONDISI ROTARY LAMP	✓			
20	CHECK KURSI OPERATOR	✓			
21	CHECK BODI FORKLIFT	✓			
22	CHECK KEKENCANGAN BAUT	✓			
23	CHECK KONDISI FORK/GARPU	✓			
24	CHECK APAR (ALAT PEMADAM API RINGAN)	✓			
25	CHECK SAFETY BELT	✓			
B	ACCU				
1	CHECK TEGANGAN ACCU	✓			
2	CHECK LEVEL AIR ACCU	✓			
3	CHECK KONEKSI KABEL/SOKET	✓			
CATATAN TAMBAHAN :					
Diperiksa Oleh,					
 Operator Forklift					

b. Plant Texturing



CHECK LIST HANDPALLET / FORKLIFT ELECTRIC

F/WINA-TXT-WH-12-005
 Departement : Texturing
 Section : Warehouse
 Issue Date : 01 Jan 2012
 Rev. Date : 01 Nov 2010
 Rev. No. : 03

Tanggal : 15-12-21
 NO UNIT : PL-06

Shift : I														Kebersihan		Keterangan	Nama & Paraf			
Emergency Button	Hydraulic Mast	Kontak	Rantai Lift Fork	Klakson	Cover Acrylic	Steer	Safety	Utama	Lampu Sein dpt	Lampu Sein blg	Mundur	Kaca Spion	Ban	Body	Battery		Operator	Foreman		
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			Lampu sein depan mati Lampu sein belakang mati F. Pechi	Juari	


Shift : II														Kebersihan		Keterangan	Nama & Paraf				
Emergency Button	Hydraulic Mast	Kontak	Rantai Lift Fork	Klakson	Cover Acrylic	Steer	Safety	Utama	Lampu Sein dpt	Lampu Sein blg	Mundur	Kaca Spion	Ban	Body	Battery		Operator	Foreman			

Shift : III														Kebersihan		Keterangan	Nama & Paraf				
Emergency Button	Hydraulic Mast	Kontak	Rantai Lift Fork	Klakson	Cover Acrylic	Steer	Safety	Utama	Lampu Sein dpt	Lampu Sein blg	Mundur	Kaca Spion	Ban	Body	Battery		Operator	Foreman			

Mengetahui,

Ass. Spv. I Sp4

c. Plant CPC



CHECK LIST KEBERSIHAN FORKLIFT

F/WINA-CPC-WHF -12-006
 Revision : 1
 Revision date : 1 December 2019
 Issue date : 10 July 2012
 Departement : Consumer Pack
 Section : Warehouse

Bulan : JUNI 2021

No.	No. Forklift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	FL 19	OK	NOT OK	OK	NOT OK	OK	NOT OK	OK	NOT OK	OK	NOT OK	OK	NOT OK	OK	NOT OK	OK	NOT OK
2	FL 24	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	FL 18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	FL 54	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	FL 17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	FL 33	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	FL 37	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	FL 35	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
9	FL 03	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	FL 75	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	FL 76	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	FL 65	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	FL 04	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
14	FL 99	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
15	FL 100	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	FL 103	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
17	FL 104	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	FL 105	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	FL 106	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	FL 107	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
21	FL 108	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
22																	
23																	
24																	

Di Check Oleh Foreman

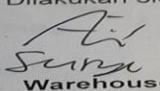
Paraf																
Nama																

Note : Checklist dilakukan reguler setiap hari meliputi kebersihan body forklift

Diperiksa Oleh :

 Ass/Supervisor WH

d. Plant Flourmill

wilmar		CHECKLIST KEBERSIHAN FORKLIFT			Departemen
					Section
					Revision
					Effective Date
Hari	Jumat				
Tanggal	18 12 2021				
Operator	Surya				
Jenis Forklift	Solar / LPG / Elektrik				
Unit Forklift	FL 02				
Hour Meter	14386 - 14388				
Point	Detail	Shift			Kete
		Pagi	Sore	Malam	
A Kebersihan Kaki-kaki					
1	Roda Kanan Depan			✓	
2	Roda Kiri Depan			✓	
3	Roda Kanan Belakang			✓	
4	Roda Kiri Belakang			✓	
B Kebersihan Penerangan					
1	Lampu Sen Kanan Depan			✓	
2	Lampu Sen Kiri Depan			✓	
3	Lampu Sen Kanan Belakang			✓	
4	Lampu Sen Kiri Belakang			✓	
5	Lampu Rem			✓	
6	Lampu Hazard Atas			✓	
7	Lampu Spot Lamp			✓	
C Kebersihan Body					
1	Kursi Forklift			✓	
2	Garpu Forklift			✓	
3	Cat Body Samping Kanan			✓	
4	Cat Body Samping Kiri			✓	
5	Cat Body Belakang			✓	
6	Support LPG			✓	
7	Atap			✓	
8	APAR			✓	
9	Body Penyok			✓	
Dilakukan oleh					Dikel
 (Surya Warehouse)					Lea

2. Tabel A.1 List unit dan model forklift dalam penelitian

No.	Unit	Model	Plant
1	FL-03	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. CPC
2	FL-05	FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON	FINISHING
3	FL-06	FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON	FINISHING
4	FL-07	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 2 TON	FINISHING
5	FL-14	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 2 TON	FINISHING
6	FL-18	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 2.5 TON	WH. CPC
7	FL-26	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. TEXTURING
8	FL-27	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. TEXTURING
9	FL-28	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. TEXTURING
10	FL-29	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. TEXTURING
11	FL-33	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. CPC
12	FL-34	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. TEXTURING
13	FL-35	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. CPC
14	FL-36	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. TEXTURING
15	FL-37	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. CPC
16	FL-38	FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 1.5 TON	WH. TEXTURING
17	FL-47	FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON	WH. TEXTURING
18	FL-48	FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON	FINISHING
19	FL-49	FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON	FINISHING

20	FL-51	<i>FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 2.5 TON</i>	FINISHING
21	FL-52	<i>FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE) 2.5 TON</i>	FINISHING
22	FL-61	<i>FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON</i>	FLOUR MILL
23	FL-62	<i>FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON</i>	FLOUR MILL
24	FL-65	<i>FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON</i>	WH. CPC
25	FL-66	<i>FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE)1.5 TON</i>	WH. TEXTURING
26	FL-67	<i>FORKLIFT BATERAI (COUNTER BALANCE)1.5 TON</i>	WH. TEXTURING
27	FL-92	<i>FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON</i>	FINISHING
28	FL-93	<i>FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON</i>	FINISHING
29	FL-94	<i>FORKLIFT BATERAI (REACH TRUK) 1.6 TON</i>	FINISHING
30	FL-04	<i>FORKLIFT LPG 1.5 TON</i>	WH. CPC
31	FL-13	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	FINISHING
32	FL-17	<i>FORKLIFT LPG 1.5 TON</i>	WH. CPC
33	FL-19	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. CPC
34	FL-24	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. CPC
35	FL-39	<i>FORKLIFT LPG 1.5 TON</i>	WH. CPC
36	FL-40	<i>FORKLIFT LPG 1.5 TON</i>	WH. CPC
37	FL-46	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	FINISHING
38	FL-55	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. TEXTURING
39	FL-56	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. CPC
40	FL-57	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	FINISHING
41	FL-58	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	FLOUR MILL
42	FL-59	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	FLOUR MILL
43	FL-68	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	FINISHING
44	FL-69	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	FINISHING
45	FL-70	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. TEXTURING
46	FL-71	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. TEXTURING
47	FL-72	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	FLOUR MILL
48	FL-75	<i>FORKLIFT LPG 1.5 TON</i>	WH. CPC
49	FL-76	<i>FORKLIFT LPG 1.5 TON</i>	WH. CPC
50	FL-77	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	FLOUR MILL
51	FL-78	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	FLOUR MILL
52	FL-81	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	OLEO
53	FL-82	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	WH. TEXTURING
54	FL-89	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. TEXTURING
55	FL-96	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	FLOUR MILL
56	FL-97	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	FLOUR MILL
57	FL-98	<i>FORKLIFT LPG 3 TON</i>	FLOUR MILL
58	FL-99	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	FINISHING
59	FL-103	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. CPC
60	FL-104	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. CPC
61	FL-105	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. CPC
62	FL-106	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. CPC
63	FL-108	<i>FORKLIFT LPG 2.5 TON</i>	WH. CPC

3. Tabel A.2 Data *Hour meter* (HM) alat berat *forklift* pada unit bertipe LPG dan elektrik diambil pada periode Februari 2021 sampai dengan Maret 2022

No.	Unit	HM Februari	HM Maret	HM April	HM Mei	HM Juni	HM Juli	HM Agustus	HM September
1	FL-03 CP	144	140	299	250	304	188	247	199
2	FL-05 FS	0	7	36	33	21	37	61	23
3	FL-06 FS	137	496	418	277	561	128	238	252
4	FL-07 FS	116	23	140	183	167	179	208	125
5	FL-14 FS	312	406	323	326	313	365	354	244
6	FL-18 CP	232	293	275	221	239	251	253	126
7	FL-26 TX	394	441	441	441	524	582	521	426
8	FL-27 TX	382	359	381	335	400	366	414	325
9	FL-28 TX	308	318	296	277	291	275	313	289
10	FL-29 TX	507	550	491	443	472	545	532	374
11	FL-33 CP	351	427	411	370	375	394	381	289
12	FL-34 TX	460	487	452	354	436	406	386	201
13	FL-35 CP	328	391	352	106	17	1	164	296
14	FL-36 TX	297	325	305	294	345	375	265	278
15	FL-37 CP	504	330	268	299	415	410	393	298
16	FL-38 TX	483	410	424	446	452	461	422	242
17	FL-47 TX	279	247	306	264	350	358	405	243
18	FL-48 FS	15	3	21	46	60	13	32	25
19	FL-49 FS	342	435	260	1	1	97	228	194
20	FL-51 FS	97	15	109	187	260	179	43	52
21	FL-52 FS	124	326	259	117	155	107	35	77
22	FL-61 FM	206	183	113	111	63	196	167	138
23	FL-62 FM	210	267	137	168	175	233	218	150
24	FL-65 CP	273	359	347	279	313	308	244	192
25	FL-66 TX	365	334	361	320	355	379	370	301
26	FL-67 TX	433	417	403	373	407	434	430	334
27	FL-92 FS	410	509	486	512	236	477	523	366
28	FL-93 FS	212	296	283	326	353	249	221	219
29	FL-94 FS	223	270	269	249	376	322	305	203
30	FL-04 CP	322	377	355	321	344	290	279	213
31	FL-13 FS	167	237	208	168	188	159	163	154
32	FL-17 CP	175	282	1	1	1	317	230	175
33	FL-19 CP	368	449	414	335	318	228	266	304
34	FL-24 CP	402	590	491	337	288	254	235	0
35	FL-39 CP	370	388	420	339	301	245	231	279
36	FL-40 CP	174	272	271	203	195	236	155	0
37	FL-46 FS	9	41	44	39	57	41	35	34
38	FL-55 TX	0	65	127	55	110	40	52	57
39	FL-56 CP	92	144	192	214	145	159	190	87
40	FL-57 FS	53	58	38	47	55	51	43	47

41	FL-58 FM	101	171	151	127	101	171	138	45
42	FL-59 FM	67	68	79	55	46	90	100	125
44	FL-68 FS	384	511	428	452	564	365	421	309
45	FL-69 FS	243	323	287	261	287	258	277	197
46	FL-70 TX	307	301	257	232	261	260	314	248
47	FL-71 TX	285	281	272	248	323	270	321	273
48	FL-72 FM	146	182	179	149	171	237	139	152
49	FL-75 CP	543	672	643	509	525	590	555	463
50	FL-76 CP	520	658	618	468	510	588	602	392
51	FL-77 FM	222	231	207	169	180	225	195	147
52	FL-78 FM	263	342	297	262	250	360	190	79
53	FL-81 OL	302	370	379	352	313	334	265	240
54	FL-82 TX	149	56	105	134	263	325	356	280
55	FL-89 TX	278	259	251	250	261	256	289	225
56	FL-96 FM	322	363	293	257	273	369	340	239
57	FL-97 FM	107	145	126	110	134	148	200	241
58	FL-98 FM	168	155	221	199	228	302	231	154
59	FL-99 FS	292	426	352	324	376	329	341	242
60	FL-103 CP	293	365	331	273	261	307	355	258
61	FL-104 CP	314	405	355	305	259	334	352	289
62	FL-105 CP	340	377	367	265	250	307	315	282
63	FL-106 CP	270	351	333	260	262	317	353	280
64	FL-108 CP	292	342	317	260	238	305	337	256

No.	Unit	HM Oktober	HM November	HM Desember	HM Januari	HM Februari	HM Maret	HM Total
1	FL-03 CP	194	257	265	13	135	252	2887
2	FL-05 FS	76	97	69	31	98	130	719
3	FL-06 FS	315	387	88	61	96	105	3559
4	FL-07 FS	71	168	178	105	81	113	1857
5	FL-14 FS	266	245	317	251	267	41	4030
6	FL-18 CP	99	226	236	184	263	341	3239
7	FL-26 TX	415	609	619	584	407	540	6944
8	FL-27 TX	390	372	359	316	380	413	5192
9	FL-28 TX	353	392	271	246	256	249	4134
10	FL-29 TX	493	624	464	461	468	556	6980
11	FL-33 CP	276	421	361	297	343	359	5055
12	FL-34 TX	301	251	237	225	245	258	4699
13	FL-35 CP	251	461	305	276	330	400	3678
14	FL-36 TX	409	444	342	389	409	409	4886
15	FL-37 CP	246	222	347	305	380	421	4838
16	FL-38 TX	316	272	242	170	242	250	4832
17	FL-47 TX	472	356	446	402	498	514	5140
18	FL-48 FS	14	39	124	69	48	26	535
19	FL-49 FS	292	345	195	168	147	280	2985

20	FL-51 FS	117	69	67	57	13	58	1323
21	FL-52 FS	77	154	123	78	100	194	1926
22	FL-61 FM	134	128	151	74	124	106	1894
23	FL-62 FM	258	279	223	204	254	234	3010
24	FL-65 CP	230	304	244	218	274	330	3915
25	FL-66 TX	397	431	389	411	348	467	5228
26	FL-67 TX	447	521	429	435	452	481	5996
27	FL-92 FS	508	590	445	440	470	493	6465
28	FL-93 FS	296	356	276	291	251	271	3900
29	FL-94 FS	285	74	274	199	237	279	3565
30	FL-04 CP	132	294	279	215	286	449	4156
31	FL-13 FS	190	155	182	195	182	170	2518
32	FL-17 CP	29	11	384	418	454	435	2913
33	FL-19 CP	203	476	316	250	235	317	4479
34	FL-24 CP	12	164	262	233	217	329	3814
35	FL-39 CP	238	460	131	204	235	262	4103
36	FL-40 CP	195	284	254	216	271	306	3032
37	FL-46 FS	45	31	1	16	12	7	412
38	FL-55 TX	110	0	91	224	17	123	1071
39	FL-56 CP	80	125	105	33	78	19	1663
40	FL-57 FS	49	59	35	78	46	40	699
41	FL-58 FM	148	208	171	145	175	143	1995
42	FL-59 FM	198	5	1	1	1	60	896
44	FL-68 FS	377	416	394	338	376	376	5711
45	FL-69 FS	232	302	230	200	196	244	3537
46	FL-70 TX	324	277	266	290	257	347	3941
47	FL-71 TX	385	307	402	370	318	406	4461
48	FL-72 FM	185	226	221	198	267	239	2691
49	FL-75 CP	331	648	522	493	504	640	7638
50	FL-76 CP	314	352	496	463	503	575	7059
51	FL-77 FM	175	190	188	179	235	240	2783
52	FL-78 FM	89	95	102	68	169	195	2761
53	FL-81 OL	214	294	362	303	317	323	4368
54	FL-82 TX	418	471	418	432	418	431	4256
55	FL-89 TX	392	450	377	286	356	374	4304
56	FL-96 FM	373	487	405	301	396	374	4792
57	FL-97 FM	398	483	374	342	401	388	3597
58	FL-98 FM	270	337	301	232	293	299	3390
59	FL-99 FS	300	386	305	262	278	311	4524
60	FL-103 CP	249	380	350	294	351	417	4484
61	FL-104 CP	245	398	299	257	374	424	4610
62	FL-105 CP	248	405	348	300	359	402	4565
63	FL-106 CP	263	496	361	330	387	439	4702
64	FL-108 CP	271	358	356	293	356	403	4384

4. Tabel A.3 Data waktu perbaikan kerusakan antar komponen alat berat *forklift* pada unit bertipe LPG dan elektrik diambil pada periode Februari 2021 sampai dengan Maret 2022

No.	Equipment	Model	Material Code	Aging (Jam)
1	P/N 50437813 HORN 48V/335HZ	ETM216	N16.0406001.00005	0.5
2	P/N 51443197 PEDAL ACCELERATOR	ETM216	N16.0594001.00010	1.5
3	P/N 51240968 HOSE HYD	ETM216	027.058.145	1.3
4	OIL SEAL NBR 160 X 210 X 15 MM	ETM216	N16.0766004.00548	2.5
5	P/N 50297585 OIL FILTER	ETM216	N16.0317005.00014	2.3
6	P/N 50262633 WHEEL, DRIVE D343X114/VU	ETM216	N16.1034006.00027	1.0
7	P/N 51165900 OIL FILTER FORKLIFT JUNHEINRICH ETM 216	ETM216	N16.0317005.00017	1.0
8	P/N 52020236 CHAIN	ETM216	N16.0124001.00158	0.8
9	P/N 91A14-11510 BUCKLE	ETM216	N16.0080001.00002	0.3
10	BULB,BULB, SIZE:12 V-23/8W, PART NUMBER:05143-01800, EQUIPMENT:FORKLIFT,MITSUBISHI	FB15AC	N16.0468003.00003	0.3
11	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FB15AC	N16.0190001.00010	1.8
12	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI	FB15AC	N16.0410001.00044	1.0
13	P/N 24300-38513 PANEL DISPLAY	FB15AC	N16.0585001.00017	1.3
14	P/N 50001-10570 PANEL DISPLAY	FB15AC	N16.0585001.00018	1.3
15	P/N 91E43-15610 REPAIR KIT, CYLINDER	FB15AC	N16.0449003.00292	0.7
16	P/N 36430-00400 BULB 60V/25/10W	FB15AC	N15.0029001.00098	0.6
17	P/N A31851-34370 KIT, REPAIR	FB15AC	N16.0449003.00686	2.5
18	GRECKSTER SOLID TYRE 500 X 8 NON MARKING	FB15AC	N16.0952001.00266	3.2
19	P/N 70000-90630 DISPLAY, CAN BUS	FB15AC	N15.0185001.00033	1.3
20	P/N 24300-37980 BOSS (R) LEVER	FB15AC	N16.0471002.00001	1.3
21	P/N 70000-45710 POTENTIOMETER	FB15AC	N15.0117001.00008	1.0
22	P/N 36430-00820 BULB 56V/25W	FB15AC	N15.0029001.00096	0.6
23	P/N 36430-00410 BULB 56V/10W FOR BACK UP	FB15AC	N15.0029001.00097	0.4
24	P/N 36430-00830 BULB 56V/40W	FB15AC	N15.0029001.00090	0.4
25	P/N 01908-86001 FILTER,OIL	FB15AC	N16.0317005.00095	2.0
26	P/N 31220-00000 BEARING (BELLCRANK)	FB15AC	N16.0038008.00932	2.0
27	P/N 31220-10610 ROLLER	FB15AC	027.056.181	2.0
28	P/N 36410-07330 LAMP HEAD	FB15AC	N15.0101004.00150	0.4
29	ASB BEARING 83926BSM	FB15AC	005.899.413	2.0
30	GRECKSTER SOLID TYRE 21 X 8-9 NON MARKING	FB15AC	N16.0952001.00031	3.0
31	P/N 54000-65200 BASE,TERMINAL	FB15AC	N16.0030001.00017	0.5
32	P/N 70000-86870 LENS, REAR COMBINATION, BRAKE	FB15AC	027.056.196	0.3
33	P/N 32090-01480 MIRROR DRIVING	FB15AC	N16.0524001.00004	0.3
34	P/N 1912-88019 HORN	FB15AC	N16.0406001.00006	0.5
35	P/N 4310-38110 RIM, WHEEL (REAR)	FB15AC	N16.0724001.00015	3.0

36	P/N 1901-55101 <i>BEARING</i> (KINGPIN)	FB15AC	N16.0038008.00888	2.0
37	P/N 1901-55102 <i>BEARING</i> (KNUCKLE)	FB15AC	N16.0038001.00827	2.0
38	P/N 32911-03360 SCREW, COMP., BALL	FB15AC	N15.0002001.00007	2.5
39	NSK <i>BEARING</i> HR 32008 XJ	FB15AC	N16.0038008.00889	2.0
40	P/N 14300-59953 KNUCKLE (R)	FB15AC	N16.0453001.00002	2.0
41	NIKKEN LEAF <i>CHAIN</i> BL534 PITCH 5/8"	FB15AC	N16.0124001.00024	0.8
42	P/N 36410-07570 LAMP REAR COMBINATION	FB15AC	N15.0101004.00028	0.4
43	P/N 14504-79270 <i>HOSE</i> LP	FB15AC	N16.0407005.00125	1.3
44	P/N A31851-04310 KIT <i>REPAIR, TILT</i>	FB15AC	N16.0449003.00044	1.5
45	P/N 32511-00550 BOLT, HUB	FB15AC	N16.0059002.01188	0.5
46	P/N 32511-00570 NUT, HUB	FB15AC	N16.0558009.00185	0.5
47	P/N 4210-23260 BOLT,HUB	FB15AC	N16.0059002.01205	0.5
48	P/N 4310-28340 NUT,HUB	FB15AC	N16.0558009.00184	0.5
49	HYD.RUBBER <i>HOSE</i> 3/8" SUNFLEX SAE-100	FB15AC	040.251.565	3.5
50	KOBEFLEX <i>HYDRAULIC</i> RUBBER <i>HOSE</i> 5/8" CAT.NO.K10.1004.10	FB15AC	N16.0407005.00304	3.0
51	SUNFLEX COUPLER <i>HOSE</i> 5/8" BSP STRAIGHT	FB15AC	062.360.028	1.6
52	SUNFLEX P/N SS01-12 <i>FERRULE</i> 3/4"	FB15AC	N16.0311001.00009	1.4
53	EXITFLEX <i>HYDRAULIC</i> RUBBER <i>HOSE</i> 5/16"X R1 SAE 100, <i>WORKING PRESSURE</i> :215 BAR	FB15AC	040.251.E43	2.6
54	SUNFLEX P/N SS01-06 <i>FERRULE</i> 3/8"	FB15AC	N16.0311001.00001	3.3
55	KOBEFLEX <i>HYDRAULIC</i> RUBBER <i>HOSE</i> 3/8" CAT.NO.K10.1004.06	FB15AC	040.251.F45	1.3
56	P/N 8021RG0600000 BRIDGESTONE ADAPTER <i>HOSE</i> <i>HYDRAULIC</i> 3/8" 30 DEGREE	FB15AC	041.360.089	1.3
57	<i>HOSE</i> ,RUBBER <i>HYDRAULIC</i> 3/8" BRIDGESTONE	FB15AC	N16.0407005.00060	1.3
58	APTA TS-AP-101 BLUE SPOTLIGHT 9-48VDC	FB15AC	N15.0101004.00097	0.3
59	P/N 14104-28002 STEP ®	FB15DC	N16.0882001.00004	2.5
60	P/N 0415-30206 <i>BEARING</i> ,RADIAL ROLLING	FB15DC	027.056.065	1.2
61	P/N 14400-98921 COVER (L1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00013	1.3
62	P/N 14400-98931 COVER (L2), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00014	1.3
63	P/N 32051-23720 KIT (R),SHOE & LINGNG	FB15DC	N16.0795002.00096	2.0
64	P/N 32051-23710 KIT(L), SHOE & LINGNG	FB15DC	N16.0795002.00078	2.0
65	<i>OIL SEAL</i> NBR 65 X 88 X 12 MM	FB15DC	N16.0766004.00752	2.5
66	P/N 31220-10900 BUSHING	FB15DC	027.056.037	2.0
67	P/N 31220-11350 <i>ROLLER</i> SIDE	FB15DC	027.056.410	2.0
68	P/N 32051-01690 KIT, <i>REPAIR (MASTER)</i>	FB15DC	N16.0449003.00114	1.6
69	P/N 14104-27992 STEP (L)	FB15DC	N16.0882001.00005	0.3
70	FAG <i>BEARING</i> 30208 A	FB15DC	N16.0038008.00939	2.0
71	P/N 8271-70050 CONTACT U (BAR)	FB15DC	027.056.176	0.8
72	P/N 32010-05220 <i>CYLINDER</i> ASSY <i>MASTER</i>	FB15DC	N16.0220002.00076	1.7
73	P/N 1921-64058 <i>CYLINDER</i> ASSY WHEEL	FB15DC	N16.0220002.00078	1.7
74	P/N 1906-39012 NIPPLE	FB15DC	027.056.301	0.2
75	P/N 01921-64094 KIT, <i>CYLINDER</i> (WHEEL)	FB15DC	N16.0449003.00210	1.7
76	P/N 39110-01120 <i>CONDENSER</i>	FB15DC	027.056.137	0.3
77	P/N 24300-38502 PANEL, DISPLAY	FB15DC	027.056.584	0.5

78	P/N 14400-98951 COVER (R1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00015	0.4
79	P/N 14400-98941 COVER (R1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00016	0.4
80	BRIDGESTONE SOLID TYRE 23 X 9-10 OIL	FB20AC	052.303.056	3.0
81	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FB20DC	027.056.062	1.7
82	P/N 0415-30211 BEARING,RADIAL ROLLING	FB20DC	027.056.064	1.5
83	P/N 32051-00640 KIT,CYLINDER	FB20DC	N16.0449003.00211	1.7
84	GRECKSTER SOLID TYRE WHITE 18 X 7-8	FB20DC	N16.0952001.00274	3.0
85	P/N 14300-33951 RIM, WHEEL (FRONT)	FB20DC	N16.0724001.00012	3.0
86	CABLE,ELECTRICAL, TYPE:NYAF, NUMBER OF CONDUCTORS:1, CONDUCTOR SIZE:50 MM2, CONDUCTOR MATERIAL:CU, RATING:450/750 V, BRAND:SUMI INDO	FB20DC	N15.0032002.00744	5.5
87	P/N 14104-12943 STEP (L)	FB25AC	N16.0882001.00009	0.6
88	P/N 14104-53150 STEP (R)	FB25AC	N16.0882001.00008	0.6
89	P/N A31851-04450 REPAIR KIT	FB25AC	N16.0449003.00289	1.0
90	P/N 32051-00090 CYLINDER ASSY	FB25AC	N16.0220002.00077	1.7
91	GRECKSTER SOLID TYRE 23 X 9-10 NON MARKING	FB25AC	N16.0952001.00202	3.0
92	JUMBO BRAKE FLUID @ 1L	FB25AC	N07.0002002.00042	0.8
93	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 3/4" BRIDGESTONE	FB25AC	040.251.003	1.8
94	SEAL,HYDRAULIC 40 X 50 X 7 MM POLYURETYHENE (PU)	FB25AC	057.111.704	2.5
95	P/N 8022RG06 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/8" 30 DEGREE	FB25AC	041.360.098	1.3
96	P/N 70000-78100 BEARING COMP,SENSOR	FBRF16	027.056.177	2.5
97	P/N 1901-55049 BEARING RADIAL BALL	FBRF16	027.056.182	6.3
98	P/N 1901-55072B ROLLER	FBRF16	027.056.184	6.3
99	P/N 70000-02070 OIL FILTER	FBRF16	N16.0317005.00046	1.0
100	P/N 14300-12970 WHEEL,LOAD	FBRF16	N16.1034006.00091	1.0
101	TOTAL OIL AZOLLA ZS 68 (HYDRAULIC)	FBRF16	N07.0002004.00095	2.7
102	LAMP,LAMP, TYPE:STROBE, WATTAGE:6 W, VOLTAGE:12-80V, COLOR:AMBER, BULB:LED, BASE:N/A, ADDITIONAL DETAILS:STROBE BEACON LOW ITENSITY, SINGLE FLASH PATTERN, 85 FLASHES/MINUTE, FLANGE MOUNTING, PART NUMBER:3951, BRAND:PRECO	FBRF16	N15.0101004.00080	0.5
103	SUNFLEX P/N SN01-04 FERRULE 1/4"	FBRF16	N16.0311001.00005	1.4
104	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 1/4" CAT.NO.K10.1004.04	FBRF16	040.251.F43	1.3
105	P/N 91H20-01370 SEAL OIL VALVE	FG15N	N16.0766004.00350	3.5
106	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG15N	N17.0134001.00011	0.5
107	P/N 91A21-00401 CLUTCH DISK ASSY	FG15N	N16.0015001.00015	2.0
108	P/N 91B33-01100 SEAL DUST	FG15N	027.031.210	5.0
109	BULB,BULB, SIZE:12 V-23/8W, PART NUMBER:05143-01800, EQUIPMENT:FORKLIFT,MITSUBISHI	FG15N	N15.0029001.00076	0.4
110	P/N 91A51-35400 THROTTLE CABLE	FG15N	N16.0091001.00011	1.0
111	BANDO V-BELT A-47	FG15N	N16.0041005.00289	2.5

112	P/N91A65-12400 HOSE WATER LPG	FG15N	027.044.028	1.3
113	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG15N	N16.0355003.00269	6.0
114	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI	FG15N	N16.0015001.00050	6.0
115	P/N 91A05-13400 Switch, Lighting	FG15N	027.034.102	0.6
116	GASKET KIT-VLV REGRD P/N 91H20-00020	FG15N	N16.0355003.00311	4.6
117	P/N 91H20-01870 FILTER,OIL	FG15N	N16.0317005.00015	2.3
118	GRECKSTER SOLID TYRE 650 X 10 OIL NON MARKING	FG15N	N16.0952001.00275	3.0
119	P/N 91H20-02970 DISTIBUTOR ASSY	FG15N	N16.0258001.00004	1.0
120	P/N 91B33-02700/F3003-06023 SEAL OIL	FG15N	N16.0766004.00045	2.3
121	P/N 91A65-00611 FILTER ASSY	FG15N	N16.0317003.00013	2.6
122	P/N 91A65-00600 SOLENOID FILTER ASSY	FG15N	N15.0145001.00118	0.2
123	P/N 91H20-04670 REPAIR KIT VAPO	FG15N	N16.0449003.00094	1.4
124	P/N 91E65-10100 PIPE LPG	FG15N	N16.0990010.00046	0.3
125	P/N 94010-09500 BUSHING	FG15N	027.034.045	2.0
126	P/N F1035-12060 BOLT,MAST	FG15N	027.044.016	0.3
127	P/N 91246-01810 REPAIR KIT WHEEL CYL.	FG15N	N16.0449003.00095	3.5
128	P/N 91B43-16410 SEALKIT, CYL STEERING	FG15N	N16.0449003.00314	3.0
129	P/N 91A04-04100 FUSE 20 A	FG15N	N15.0076001.00024	0.3
130	P/N 05153-09501 LAMP, COMBINATION RE	FG15N	N15.0101004.00079	1.8
131	P/N 94104-02018 SEAL KIT,TILT CYLINDER	FG15N	N16.0449003.00093	2.5
132	P/N 91A04-05200 HORN	FG15N	N16.0406001.00010	0.5
133	P/N 91A71-30800 HOSE DELIVERY	FG15N	027.044.034	1.3
134	P/N 91A05-04400 BUZZER BACK, PIEZO	FG15N	N15.0031001.00003	1.3
135	P/N 05101-05300/05101-05400 LAMP HEAD	FG15N	N15.0101004.00016	0.4
136	P/N 91A04-03800 FUSE 10 A	FG15N	N15.0076001.00023	0.3
137	P/N 91A04-03900 FUSE 15 A	FG15N	N15.0076001.00002	0.3
138	P/N 91H20-02770 HOSE,WATER	FG15N	N16.0407008.00008	1.3
139	P/N 91H20-03280 PULLEY ASSY	FG15N	027.031.435	6.0
140	P/N 05153-09510 LENS, REAR	FG15N	N16.0468003.00005	0.3
141	P/N 91H20-04940 CABLE SET-HITENSION	FG15N	N16.0091001.00013	0.5
142	P/N 91B54-00110 SEALKIT, ORBITROL	FG15N	027.034.082	2.5
143	P/N 91B46-00313 SHOE & LINNING ASSY	FG15N	N16.0795002.00025	2.0
144	P/N 05153-08510 LENS, FRONT	FG15N	N16.0468003.00001	0.3
145	P/N 91B01-10400 HOSE, RUBBER LOWER	FG15N	N16.0407006.00073	1.3
146	P/N 91B46-00312 CYLINDER ASSY,WHEEL L/RH	FG15N	N16.0220002.00036	1.7
147	P/N 8021RG12H14 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/4" 30 DEGREE	FG15ND	041.360.091	1.3
148	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 5/8" BRIDGESTONE	FG15ND	N16.0407005.00310	1.3
149	GRECKSTER SOLID TYRE 700 X 12 NON MARKING	FG25N	N16.0952001.00276	3.0
150	P/N 91H20-00360 GASKET CYLINDER HEAD	FG25N	N16.0355003.00260	4.5
151	P/N 91E01-40200 HOSE,RUBBER UPPER	FG25N	N16.0407006.00037	1.3

152	P/N 91E43-10800 HUB, REAR	FG25N	N16.0410001.00051	2.5
153	P/N 91443-01500 RIM 4.00 EX9DT	FG25N	027.051.029	3.0
154	GRECKSTER SOLID TYRE 600 X 9 NON MARKING	FG25N	N16.0952001.00201	3.0
155	BRIDGESTONE SOLID TYRE 600 X 9	FG25N	N16.0952001.00041	3.0
156	P/N 94204-00098 SEAL KIT TILT,CYL.	FG25N	N16.0449003.00111	2.5
157	BELT,V, TYPE:A, BELT NUMBER:47, TOP WIDTH:13 MM, THICKNESS:9 MM, MATERIAL:RUBBER, BRAND:MITSUBOSHI	FG25ND	N16.0041005.00046	2.2
158	PERTAMINA MESRAN SUPER SAE-20W/50 OIL	FG25ND	N07.0002004.00098	1.5
159	CHAIN LUBE CC-93	FG25ND	N07.0002008.00003	1.3
160	SHELL HELIX SPIRAX 80W/90 GEAR OIL	FG25ND	N07.0002004.00100	0.5
161	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG25ND	N15.0101004.00109	0.4
162	PERTAMINA ATF OIL DEXRON 3	FG25NT	N07.0002002.00046	1.1
163	TOTAL TRANSMISSION TM 85W-140 GL-5	FG25NT	N07.0002004.00099	2.8
164	SUPREME CABLE NYAF 1.5 MM2	FG25NT	N15.0032002.00201	0.5
165	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FG25NT	N15.0101004.00095	0.4
166	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:6.00-9, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:10 PR, ADDITIONAL DETAILS:NON MARKING, BRAND:ELASTOMERIC, EQUIPMENT:FORKLIFT	FG25NT	N16.0952001.00492	3.0
167	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:700 X 12, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:12, ADDITIONAL DETAILS:WHITE TYRE (NON MARKING), BRAND:BKT, EQUIPMENT:FORKLIFT	FG30ND	N16.0952001.00411	2.0
168	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI	FG30ND	N16.0355003.00047	8.0
169	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:6.00-9, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:10 PR, ADDITIONAL DETAILS:NON MARKING, BRAND:ELASTOMERIC, EQUIPMENT:FORKLIFT	G25G	N16.0220002.00082	1.7
170	P/N 130111-00003 BRAKE SHOE AS	G25G	027.061.144	1.0
171	P/N A413637 SEAL VLV STEM OIL	G25G	027.061.063	2.5
172	P/N C-1142 OIL FILTER "SAKURA"	G25G	N16.0317005.00016	0.3
173	P/N A371153 RETURN FILTER HYDRAULIC	G25G	027.061.029	1.0
174	P/N A403601 BELT,FAN	G25G	N16.0041005.00657	0.3
175	P/N A371159 FILTER,HYDRAULIC RETURN	G25G	027.061.004	1.0
176	TRELLEBORG SOLID TYRE 21 X 8-9	G25G	N16.0952001.00018	3.0
177	ACCU,WATER @ 20L	OtherHD	N05.0006002.00001	0.3
178	SUNFLEX P/N SS01-10 FERRULE 5/8"	TFG425	N16.0311001.00008	1.4
179	BRIDGESTONE FLEX.RUBBER HOSE 1/4"	TFG425	040.202.009	1.3

5. Tabel A.4 Frekuensi kerusakan dan *Aging time* (waktu perbaikan) pada unit *forklift* dengan tindakan perawatan *preventive* dan *predictive*

Unit	Kerusakan <i>Preventive</i>		Kerusakan <i>Predictive</i>	
	Frekuensi	<i>Aging</i>	Frekuensi	<i>Aging</i>
FL-03	14	7.50	70	28.25
FL-05	13	5.75	67	27.83
FL-06	22	9.50	57	38.75
FL-07	12	12.58	83	87.08
FL-14	15	7.42	69	42.00
FL-18	15	9.33	35	72.83
FL-26	14	6.92	49	41.75
FL-27	15	7.08	35	33.00
FL-28	14	14.50	30	36.08
FL-29	14	6.25	42	42.17
FL-33	16	11.08	53	20.50
FL-34	16	8.33	47	49.83
FL-35	15	8.58	46	75.00
FL-36	16	12.17	51	100.42
FL-37	14	7.67	37	38.25
FL-38	15	7.00	54	27.17
FL-47	15	9.75	41	54.25
FL-48	15	7.75	33	45.33
FL-49	14	14.00	29	20.00
FL-51	16	7.75	41	26.08
FL-52	15	5.33	39	83.08
FL-61	9	3.67	23	22.67
FL-62	9	3.50	10	5.67
FL-65	15	9.00	14	15.45
FL-66	14	5.92	18	9.08
FL-67	13	5.50	11	4.33
FL-92	13	6.67	20	14.42
FL-93	15	6.75	34	43.17
FL-94	16	9.17	35	28.25
FL-04	18	11.50	52	26.62
FL-13	20	19.67	41	52.17
FL-17	12	19.00	78	111.00
FL-19	21	33.67	86	77.25
FL-24	16	18.00	87	160.00
FL-39	24	33.50	80	91.42
FL-40	20	17.00	71	128.00
FL-46	14	15.00	32	70.17
FL-55	16	27.50	97	264.83
FL-56	13	8.50	77	57.08
FL-57	12	12.00	41	53.08
FL-58	20	11.58	44	23.25

FL-59	17	18.92	126	54.50
FL-63	23	20.33	45	25.33
FL-68	18	14.00	28	17.92
FL-69	21	18.17	30	20.67
FL-70	19	14.50	41	28.92
FL-71	20	16.75	40	22.12
FL-72	16	10.08	39	62.58
FL-75	22	19.00	40	17.17
FL-76	22	21.50	43	31.50
FL-77	16	15.25	15	8.08
FL-78	18	10.58	23	19.67
FL-82	15	8.25	18	7.33
FL-89	15	8.50	25	13.92
FL-96	18	13.33	17	11.92
FL-97	15	8.00	19	9.17
FL-98	15	12.00	12	2.58
FL-99	17	11.08	12	8.50
FL-103	15	11.00	21	3.50
FL-104	15	12.75	21	8.58
FL-105	14	10.00	19	4.25
FL-106	15	12.00	19	8.08
FL-108	16	15.17	26	14.08

6. Tabel A.5 Komponen dengan frekuensi kerusakan tertinggi dalam periode Februari 2021 s.d. Maret 2022

Komponen	Tipe	Jumlah
Air Aki	ELECTRIC	46
Oli Hidrolik	ELECTRIC	34
Hose Hidrolik	ELECTRIC	33
Ferrule	ELECTRIC	23
Soket Baterai	ELECTRIC	17
End rod	ELECTRIC	17
MPU	ELECTRIC	7
Filter Oli Mesin	GASOLINE	47
V-Belt	GASOLINE	32
Battery	GASOLINE	20
Oli Mesin	GASOLINE	17
Clutch Disk	GASOLINE	14
Master Kopling	GASOLINE	12
Vaporizer	GASOLINE	9
Air Aki	GASOLINE	9
Silinder Kopling	GASOLINE	8
Seal kit Silinder Steering	GASOLINE	7

7. Tabel A.6 Data akurasi pelaksanaan *preventive maintenance* oleh vendor mekanik perusahaan

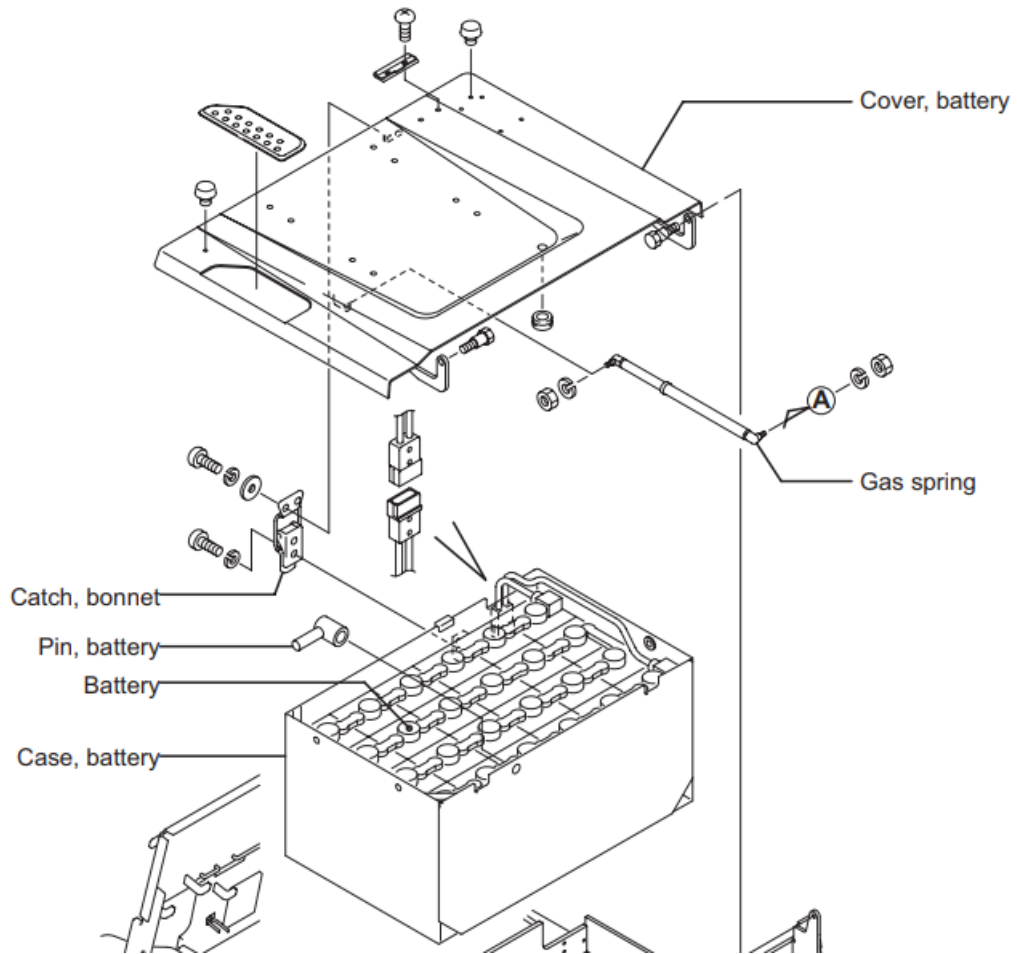
Bulan					BD	HM Perdana
1	60.00%	0.00%	12.00%	28.00%	0.00%	0.00%
2	80.00%	4.00%	0.00%	16.00%	0.00%	0.00%
3	52.00%	20.00%	12.00%	16.00%	0.00%	0.00%
4	60.00%	28.00%	0.00%	12.00%	0.00%	0.00%
5	73.08%	0.00%	0.00%	19.23%	0.00%	7.69%
6	80.77%	0.00%	0.00%	11.54%	0.00%	7.69%
7	60.00%	0.00%	0.00%	36.00%	4.00%	0.00%
8	72.00%	0.00%	0.00%	20.00%	8.00%	0.00%
AVG	67.23%	6.50%	3.00%	19.85%	1.50%	1.92%

	Dilakukan dan sesuai jadwal
	Dilakukan dan tidak sesuai jadwal
	Dilakukan dan tidak sesuai periode
	Tidak dilakukan / Belum Dilaporkan

8. Detail komponen *forklift* tipe elektrik.

Forklift elektrik Nichiyu FB20-75C terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu antara lain:

1. Baterai



Gambar A.1 Baterai [19]

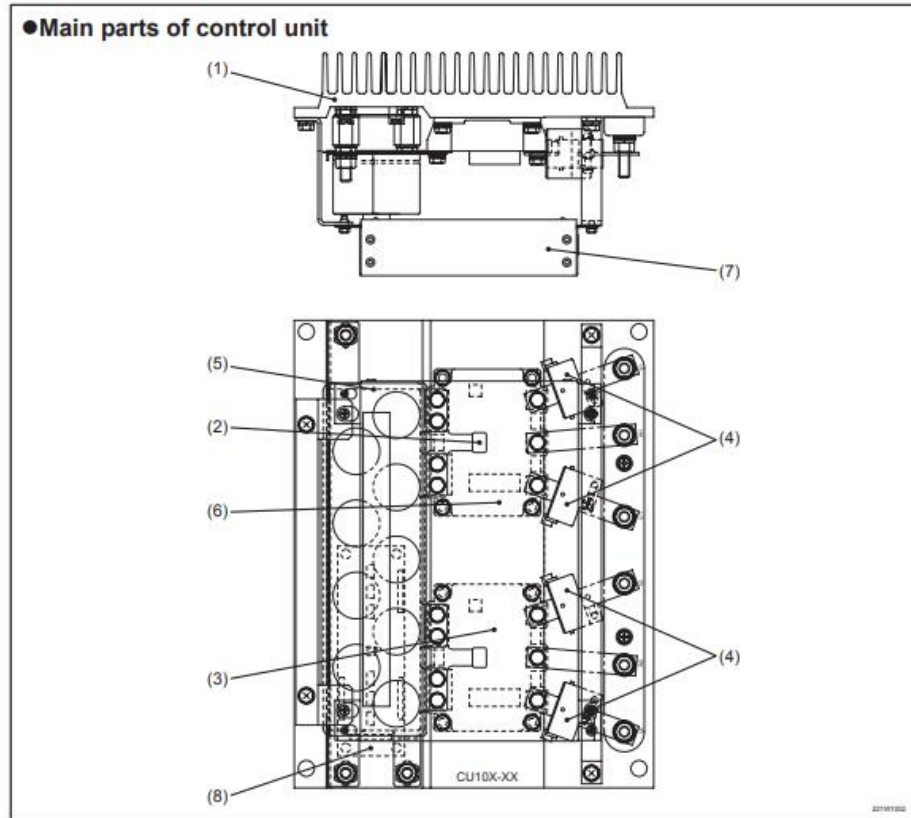
Baterai berfungsi sebagai sumber tenaga listrik yang dibutuhkan dalam pengoperasian *forklift* elektrik. Baterai yang digunakan merupakan baterai *standard* yang menggunakan cairan elektrik atau sering disebut sebagai baterai basah.

Bateri ini terdiri dari 24 *cell* baterai, dimana tiap *cell* memiliki tegangan sebesar 2 volt sehingga tegangan total yang dimiliki oleh baterai adalah sebesar 48 volt.

2. *Charger*

Charger merupakan komponen yang terpisah dari *forklift* elektrik tapi memiliki fungsi yang sangat penting bagi operasional *forklift* elektrik. *Charger* berfungsi untuk melakukan pengisian baterai yang telah kosong setelah digunakan untuk beroperasi. *Charger* ini memiliki spesifikasi output pengisian sebesar 48 volt dan 100 ampere. Input yang dibutuhkan oleh *charger* ini yaitu listrik AC 3 fasa dengan tegangan 380-400 V atau listrik AC 1 fasa 220 volt. *Charger* ini sudah dilengkapi dengan kontrol otomatis yang akan menghentikan proses pengisian ketika baterai telah terisi penuh, sehingga sangat aman digunakan.

3. *Control unit*



No.	Part name	Q'ty	Remarks
1	Sink, heat	1	
2	Module, FET	1	Travel
3	Module, FET	1	Hydraulic
4	Sensoe Comp., current	4	
5	Condenser Comp.	1	FB10P-28P 80V/5600 μ F \times 9
			FB30P 100V/4700 μ F \times 9
6	Condenser Comp.	2	for EEC
7	Board Comp., MPU	1	MPU board
8	Board Comp., FET	1	Gate signal board

Gambar A.2 Control unit [19]

Control unit berfungsi sebagai pusat kendali dari operasional *forklift* elektrik. *Control unit* terdiri dari beberapa macam komponen yang memiliki fungsi berbeda-beda yaitu antara lain:

a. *Micro Processor Unit (MPU) Board*

MPU berfungsi sebagai pengatur sistem *traction* dan sistem *hydraulic*. Dalam MPU terdapat beberapa lampu LED sebagai indikator kerja MPU.

b. *Electronic Power Steering (EPS) Controller*

EPS berfungsi sebagai pengendali sistem *steering*. Dalam EPS terdapat 2 lampu LED sebagai indikator ketika baterai sudah terhubung dengan *control unit*. EPS berfungsi sebagai pengendali utama ketika unit ingin dinyalakan.

c. *Field Effect Transistor (FET)*

FET berfungsi sebagai pengubah arus listrik dari arus searah DC menjadi arus bolak balik AC 3 phase. FET berfungsi untuk mengatur besarnya arus yang mengalir menuju *motor*.

d. *Condensor*

Condensor atau capacitor adalah suatu komponen yang dapat menyimpan energi dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik.

Condensor yang digunakan adalah dengan dua kaki dan dua kutub, yaitu positif dan negatif serta memiliki cairan elektrolit. Capacitor disini difungsikan sebagai penyimpan dan penyaring arus yang akan masuk ke FET sebelum dirubah menjadi arus AC 3 phase yang akan berfungsi untuk menggerakkan *motor* listrik.

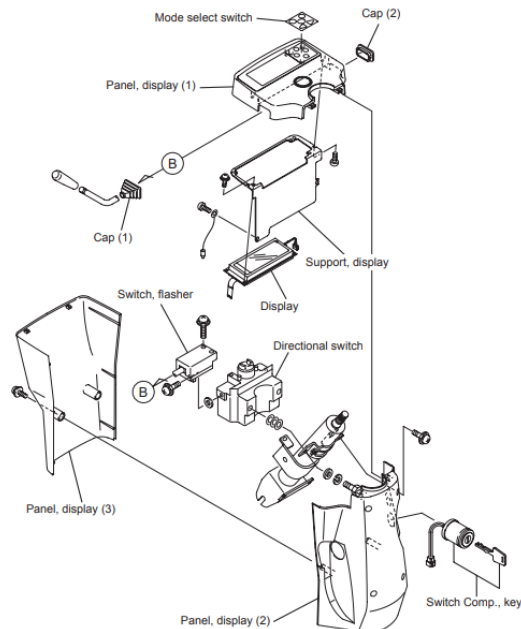
e. Current Sensor

Pada unit *forklift* elektrik current sensor atau sensor arus digunakan sebagai komponen yang mengukur besarnya arus yang mengalir ke *motor-motor* listrik. Informasi dari hasil pengukuran tersebut akan dikirim kembali menuju MPU board.

f. Main Contactor

Main *contactor* berfungsi sebagai terminal penghubung antara baterai dengan *control unit*.

4. Display panel



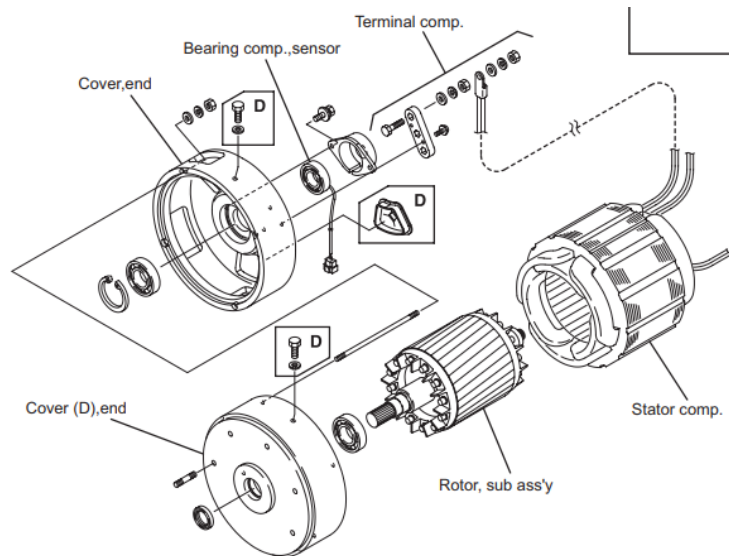
Gambar A.3 Display Panel [19]

Control panel terdiri dari sebuah monitor display serta beberapa tombol yang digunakan untuk setting parameter. Pada monitor terdapat beberapa informasi mengenai kecepatan, jam kerja serta indikator baterai. Error message akan muncul pada monitor ketika terjadi satu masalah pada *forklift*.

5. Motor

Pada *forklift* elektrik ini terdapat tiga *motor*, yaitu antara lain:

a. *Motor traction*

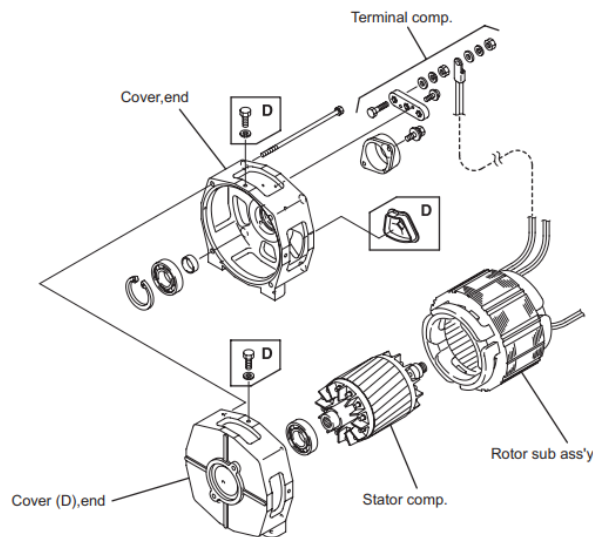


Gambar A.4 Traction Motor [19]

Motor yang digunakan dalam sistem *traction*, yaitu *motor* AC 3 fasa dengan spesifikasi 10 Kw 32 volt. *Motor* ini dilengkapi dengan *bearing* sensor yang berfungsi untuk mendeteksi putaran *motor* dan mengirimkan informasi tersebut kembali menuju MPU board.

- b. *Motor hydraulic* ini memiliki karakter yang hampir sama dengan *motor traction*. Spesifikasi *motor* ini 9.5 Kw 32 volt, akan tetapi *motor hydraulic* tidak dilengkapi dengan *bearing* sensor karena putaran dari *motor hydraulic* ini konstan.

● Main parts of hydraulic motor



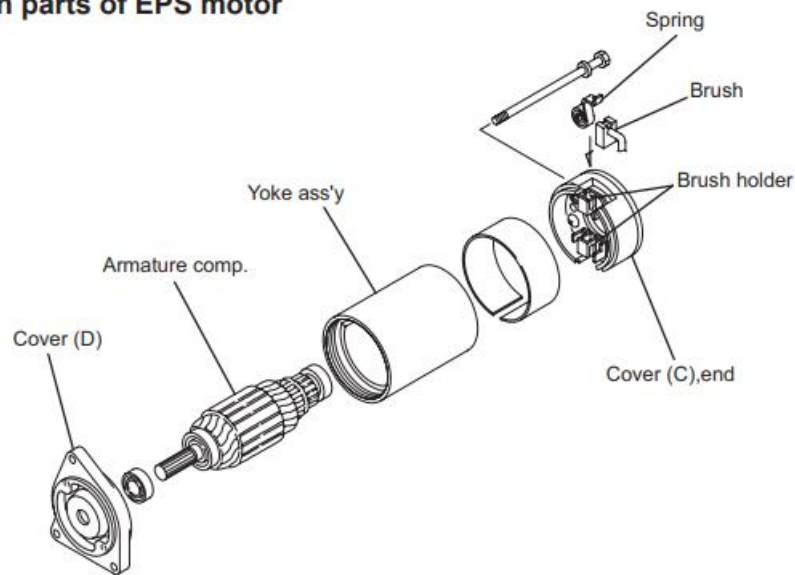
D : Dust resistant

Gambar A.5 Hydraulic Motor [19]

- c. *Motor steering*

Motor steering pada unit ini sangat berbeda dengan *motor* yang digunakan pada sistem *traction* dan sistem *hydraulic*. *Motor steering* ini merupakan *motor* DC dengan spesifikasi 550 Watt 48 volt. *Motor* ini masih menggunakan *brush* sebagai penghantar arus listrik menuju komutator.

●Main parts of EPS motor



Gambar A.6 Electronic Power Steering Motor [19]

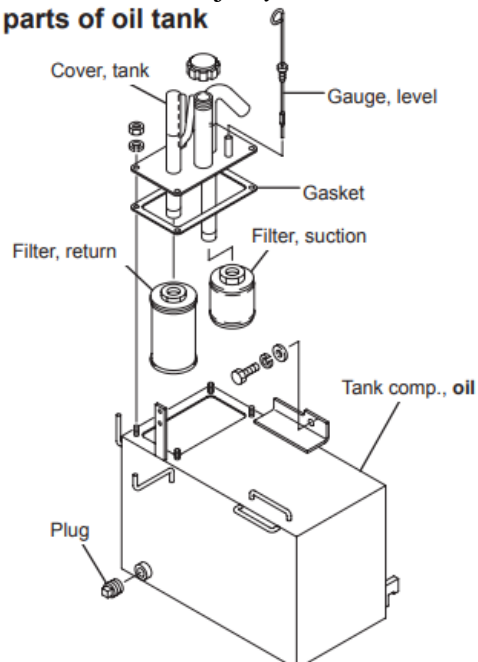
6. Sistem hydraulic

Sistem hydraulic terdiri dari beberapa komponen utama antara lain:

a. Hydraulic tank

Hydraulic tank berfungsi sebagai penampung oli hidrolik. Di dalam hydraulic tank terdapat 2 jenis filter, yaitu filter suction yang berfungsi untuk menyaring oli yang akan menuju hydraulic pump serta filter return yang berfungsi untuk menyaring oli dari control valve yang akan kembali menuju hydraulic tank.

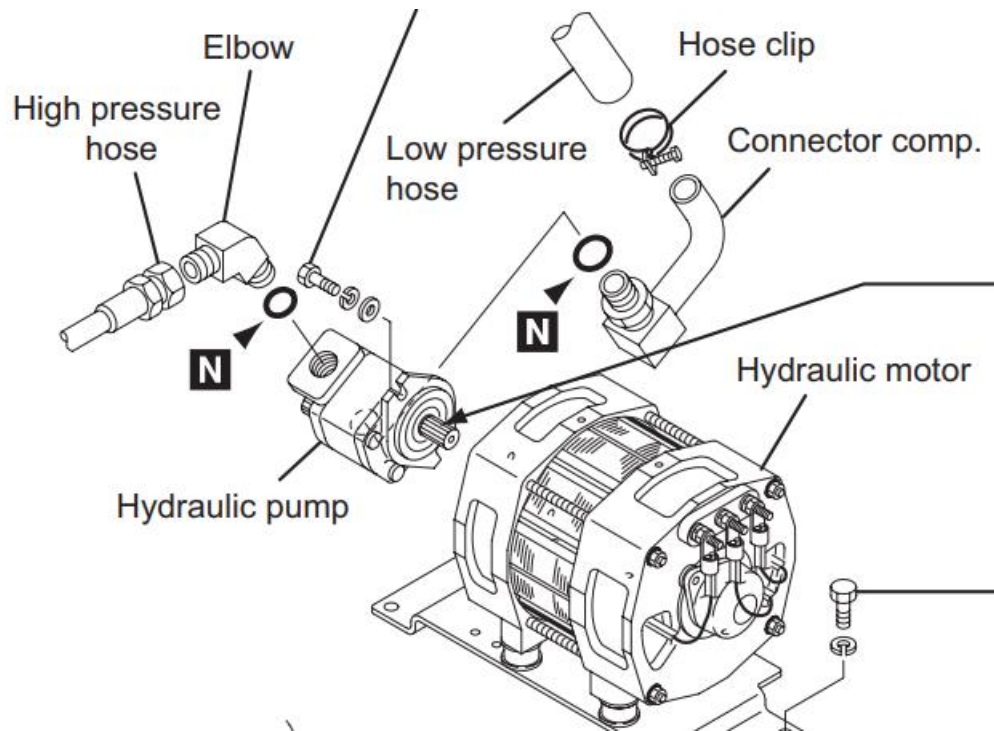
●Main parts of oil tank



Gambar A.7 Hydraulic Oil Tank [19]

b. Hydraulic pump

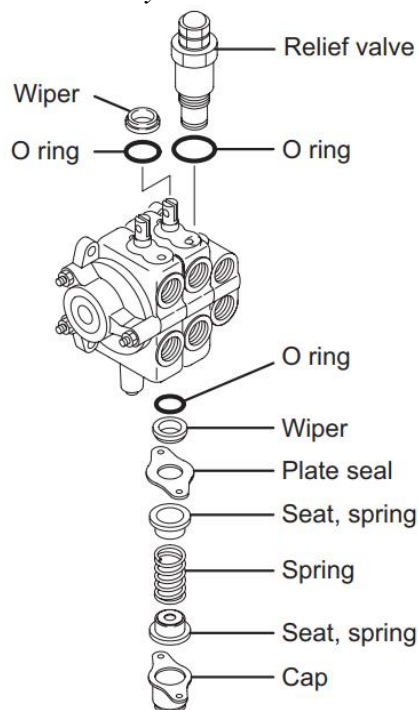
Hydraulic pump berfungsi untuk memompa oli dari hydraulic tank dan mengalirkannya menuju ke control valve. Putaran hydraulic pump ini digerakan oleh putaran hydraulic motor.



Gambar A.8 Hydraulic Pump [19]

c. *Control valve*

Control valve berfungsi sebagai pengatur aliran oli yang akan disalurkan menuju *cylinder hydraulic*. Pada lever *control valve* terdapat *microswitch* yang berfungsi untuk mengaktifkan putara *motor hydraulic* ketika lever ditekan.

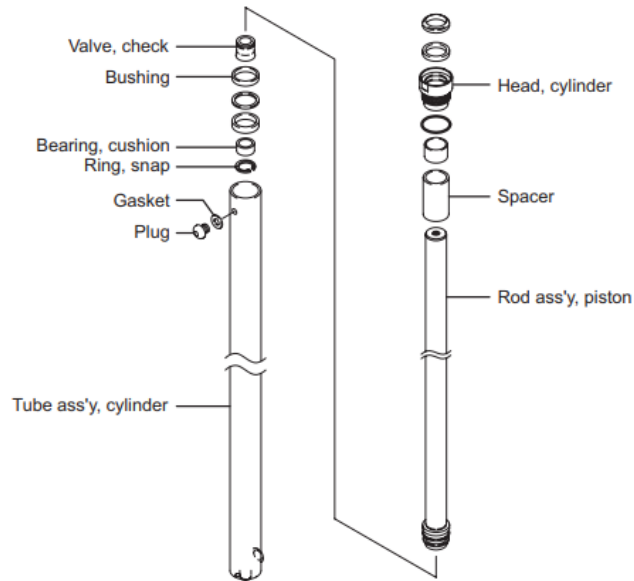


Gambar A.9 Control Valve [19]

d. *Cylinder*

Pada sistem *hydraulic* terdapat 2 jenis *cylinder*, yaitu *lift cylinder* dan *tilt cylinder*. *Lift cylinder* digunakan untuk mendorong *fork* ke atas sedangkan *tilt cylinder*

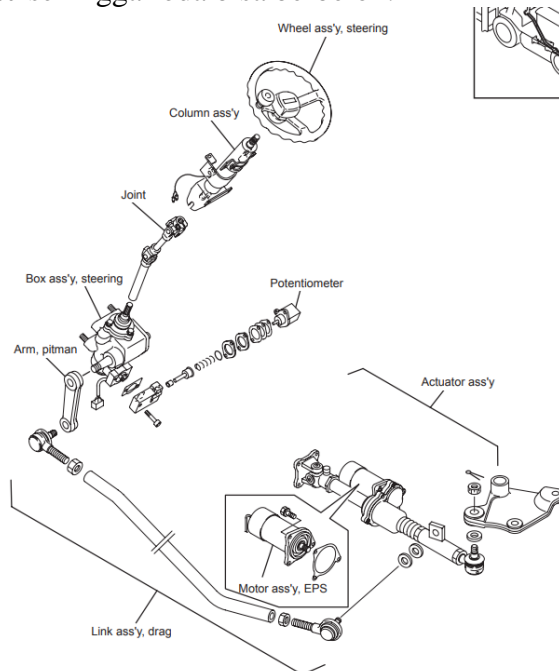
digunakan untuk merubah sudut horizontal dari *fork*. *Lift cylinder* menggunakan *cylinder* single acting sedangkan *tilt cylinder* menggunakan *cylinder* double acting.



Gambar A.10 Lift Cylinder [19]

7. Sistem *steering*

Sistem *steering* berfungsi untuk mengatur arah kendaraan dengan cara membelokan roda belakang. Pada gearbox *steering* terdapat potentiometer yang akan membaca putaran *steering* wheel dan mengirim informasi tersebut menuju *EPS controller* sehingga *EPS controller* memberikan arus menuju *motor steering* sehingga *motor steering* berputar. Putara *motor steering* itulah yang dimanfaatkan untuk mendorong actuator pada rear *axle* sehingga roda bisa berbelok.

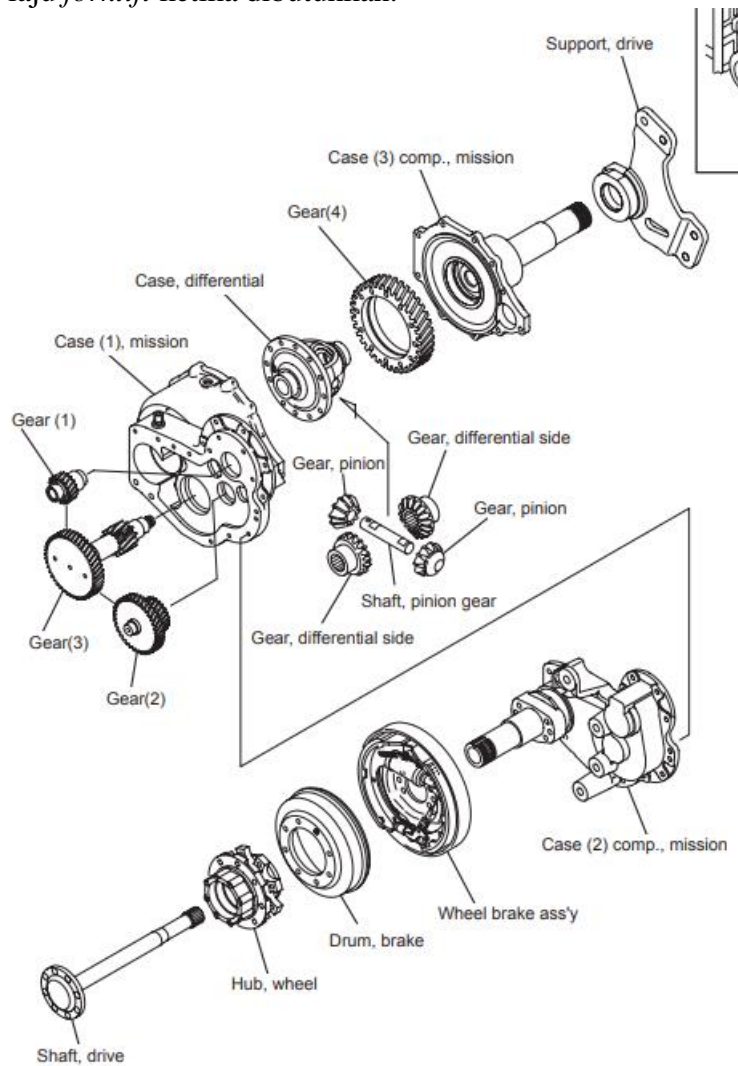


Gambar A.11 Sistem Steering [19]

8. Front *axle*

Front *axle* berfungsi untuk meneruskan putaran *motor traction* menuju roda depan. Di dalam front *axle* terdapat gearbox yang berfungsi untuk menaikkan momen puntir

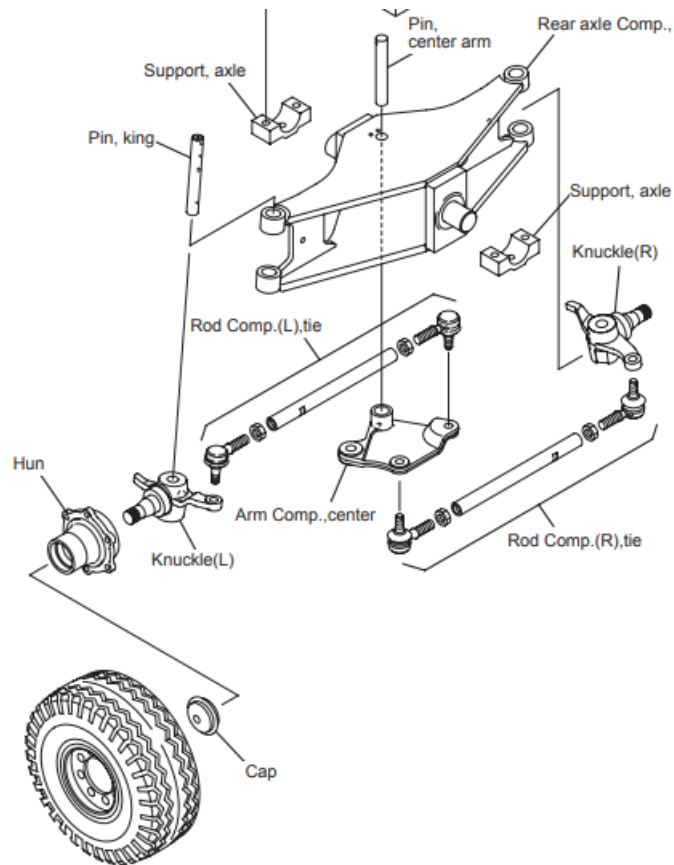
sehingga *forklift* memiliki torsi yang besar untuk menggerakkan roda. Pada *front axle* terdapat mekanisme rem yang berfungsi untuk mengurangi kecepatan maupun menghentikan laju *forklift* ketika dibutuhkan.



Gambar A.12 Front Axle [19]

9. Rear axle

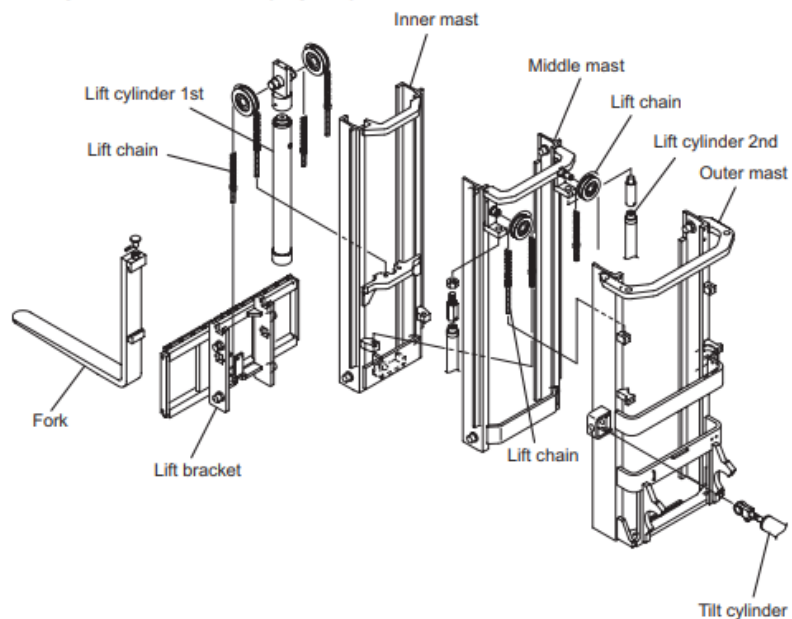
Rear *axle* berfungsi sebagai penyeimbang roda belakang. Pada rear *axle* terdapat actuator dan *tie rod* linkage yang berfungsi sebagai bagian dari mekanisme sistem *steering*.



Gambar A.13 Rear Axle [19]

10. Mast

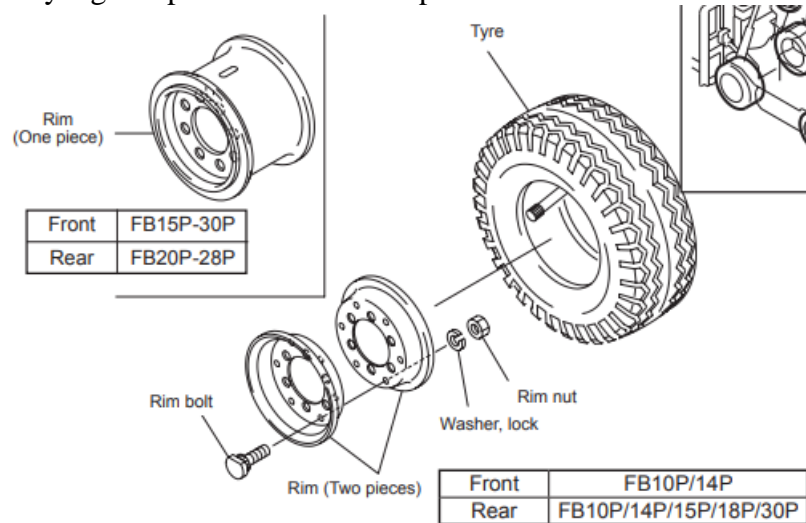
Mast berfungsi sebagai holder backrest dan *fork*. *Fork* bergerak naik atau turun mengikuti kerja dari lift *cylinder*. Pada beberapa mast memiliki sensor ketinggian yang bisa mendeteksi ketinggian dari *fork* saat bekerja.



Gambar A.14 Mast [19]

11. Roda

Pada *forklift* elektrik ini terdapat 2 macam roda yang digunakan, yaitu roda tipe *pneumatic* dan roda tipe solid atau no puncture tyre. Penggunaan roda tergantung pada medan jalanan yang ada pada lokasi unit dioperasikan.



Gambar A.15 Roda [19]

Pada *forklift* elektrik ini terdapat 2 macam roda yang digunakan, yaitu roda tipe *pneumatic* dan roda tipe solid atau no puncture tyre. Penggunaan roda tergantung pada medan jalanan yang ada pada lokasi unit dioperasikan.

<Pneumatic tyre>

	Applicable model	Size
Front type	FB10P/14P	6.00-9-10PR
	FB15P/18P	21X8-9-14PR
	FB20P-28P	23X9-10-16PR
	FB30P	28X9-15-12PR
Rear type	FB10P-18P	5.00-8-8PR
	FB20P-28P	18X7-8-14PR
	FB30P	6.50-10-10PR

<No puncture tyre>

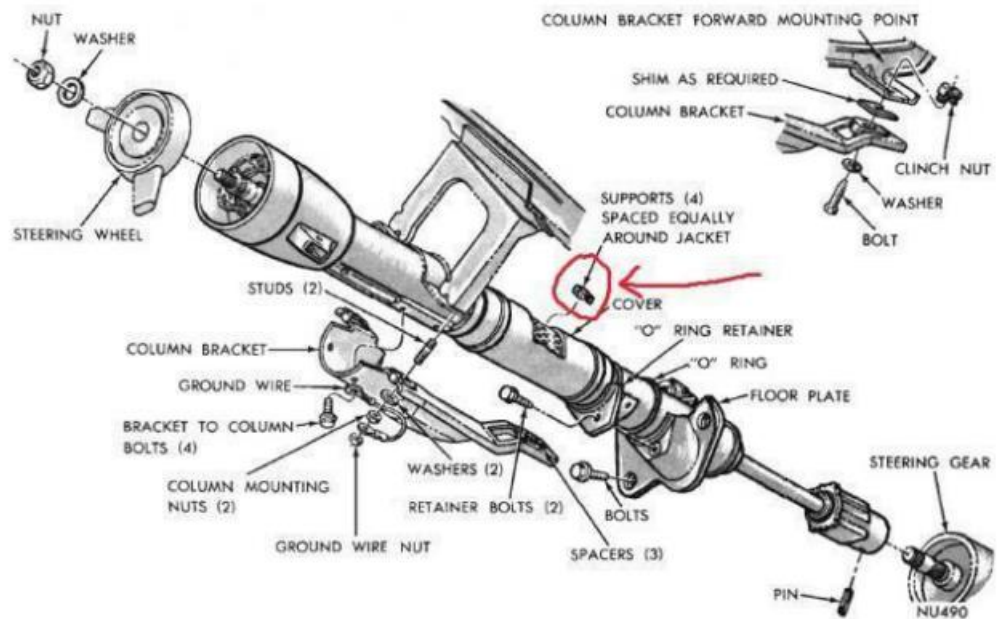
	Applicable model	Size
Front type	FB10P/14P	6.00-9
	FB15P/18P	21X8-9
	FB20P-28P	23X9-10
	FB30P	28X9-15
Rear type	FB10P-18P	5.00-8
	FB20P-28P	18X7-8
	FB30P	6.50-10

Gambar A.16 Spesifikasi Roda [19]

9. Komponen sistem kemudi pada *forklift* tipe LPG.

10. *Steering column*

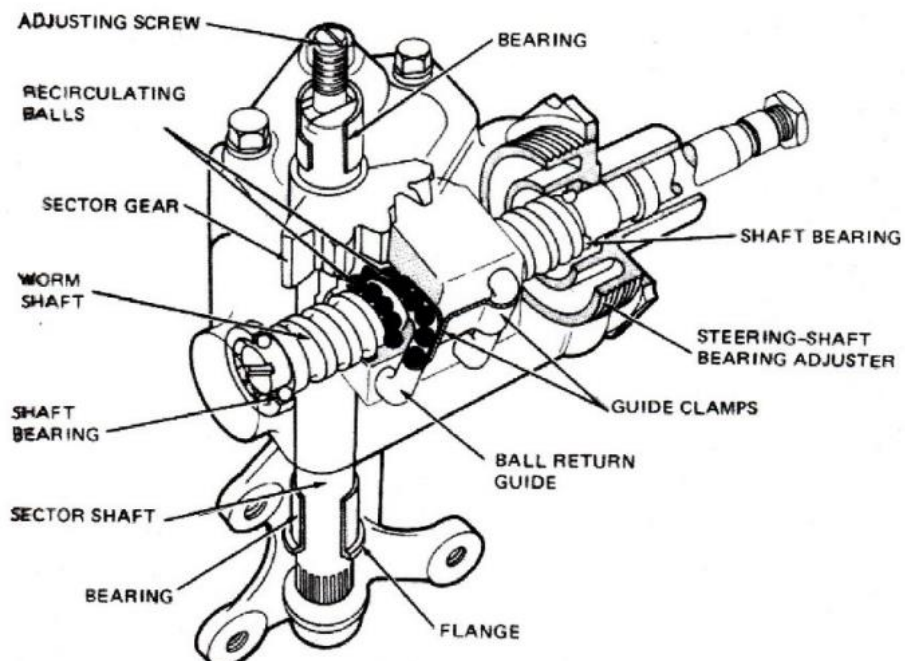
Steering column terdiri dari main *shaft* yang meneruskan putaran roda kemudi ke *steering gear* dan *column tube* yang mengikat main *shaft* ke body. Ujung atas dari main *shaft* dibuat meruncing dan bergerigi, kemudian roda kemudi diikatkan di tempat tersebut dengan sebuah mur. *Steering column* merupakan mekanisme penyerap energi yang menyerap gaya dorong dari pengemudi pada saat terjadinya tabrakan.



Gambar A.17 *Steering Column*

11. *Steering gear*

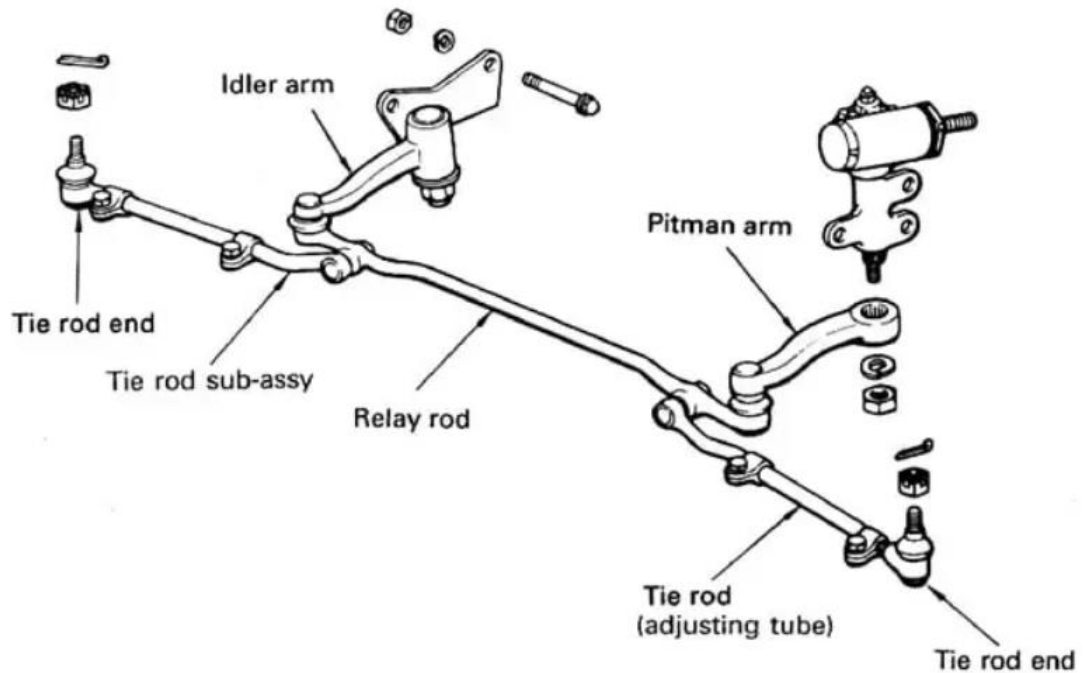
Steering gear berfungsi untuk mengarahkan roda depan, tetapi dalam waktu yang bersamaan berfungsi sebagai gigi reduksi untuk meningkatkan momen agar kemudi menjadi ringan. Pada komponen ini diperlukan perbandingan reduksi yang disebut perbandingan *steering gear* dan perbandingan *steering gear* antara 18:1 sampai 20:1. *Steering gear* dengan perbandingan gear yang semakin besar akan menyebabkan kemudi menjadi semakin ringan, akan tetapi jumlah putarannya akan bertambah banyak untuk sudut belok yang sama.



Gambar A.18 *Steering Gear tipe Recirculating Ball*

12. *Steering linkage*

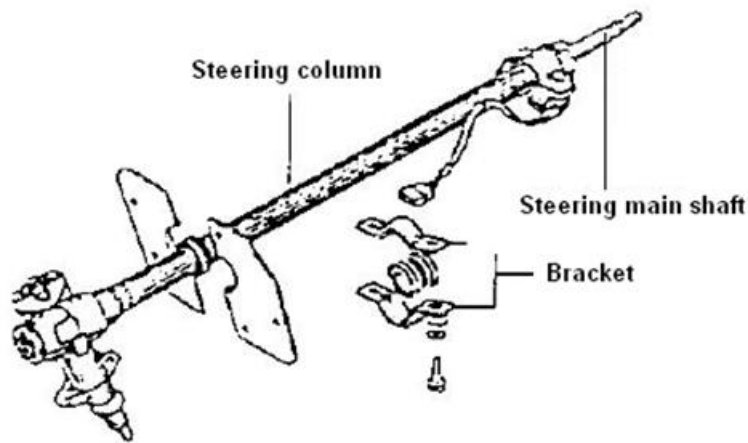
Komponen ini terdiri dari rod dan arm yang meneruskan tenaga gerak dari *steering gear* ke roda depan. Pada kondisi mobil naik-turun, gerakan roda kemudi harus diteruskan ke roda depan dengan sangat tepat setiap saat.



Gambar A.19 *Steering Linkage*

13. *Steering main shaft*

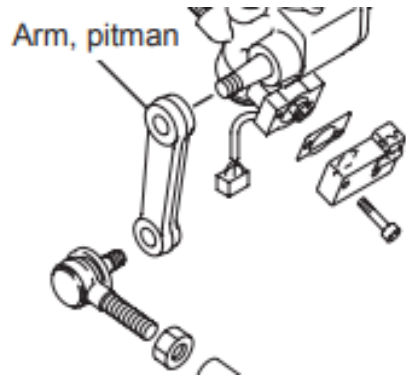
Steering main shaft atau poros utama kemudi berfungsi untuk menghubungkan atau sebagai tempat roda kemudi dengan *steering gear couple*.



Gambar A.20 *Steering Main Shaft*

14. Pitman arm

Pitman arm meneruskan gerakan gigi kemudi ke relay rod atau drag link. Berfungsi untuk merubah gerakan putar *steering column* menjadi gerakan maju mundur.

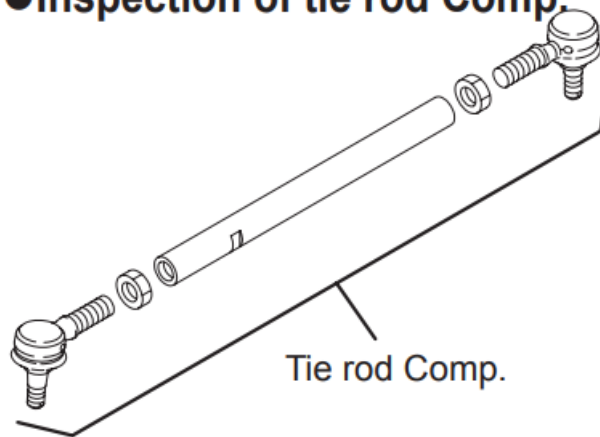


Gambar A.21 Pitman Arm

15. *Tie rod*

Ujung tie rod yang berulir dipasang pada ujung rack pada kemudi rack dan pinion atau ke dalam pipa penyetelan pada recirculating ball, dengan demikian jarak antara joint-joint dapat disetel.

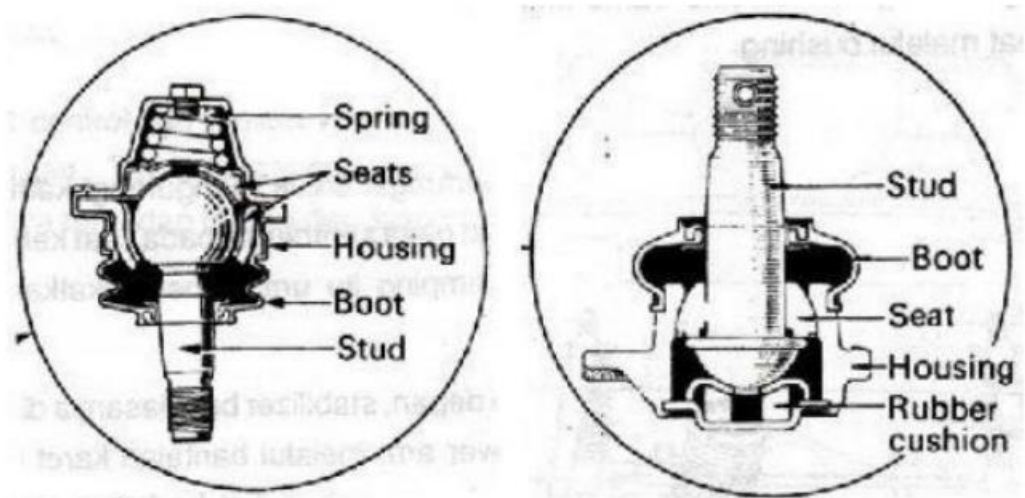
● **Inspection of tie rod Comp.**



Gambar A.22 *Tie rod*

16. Ball joint

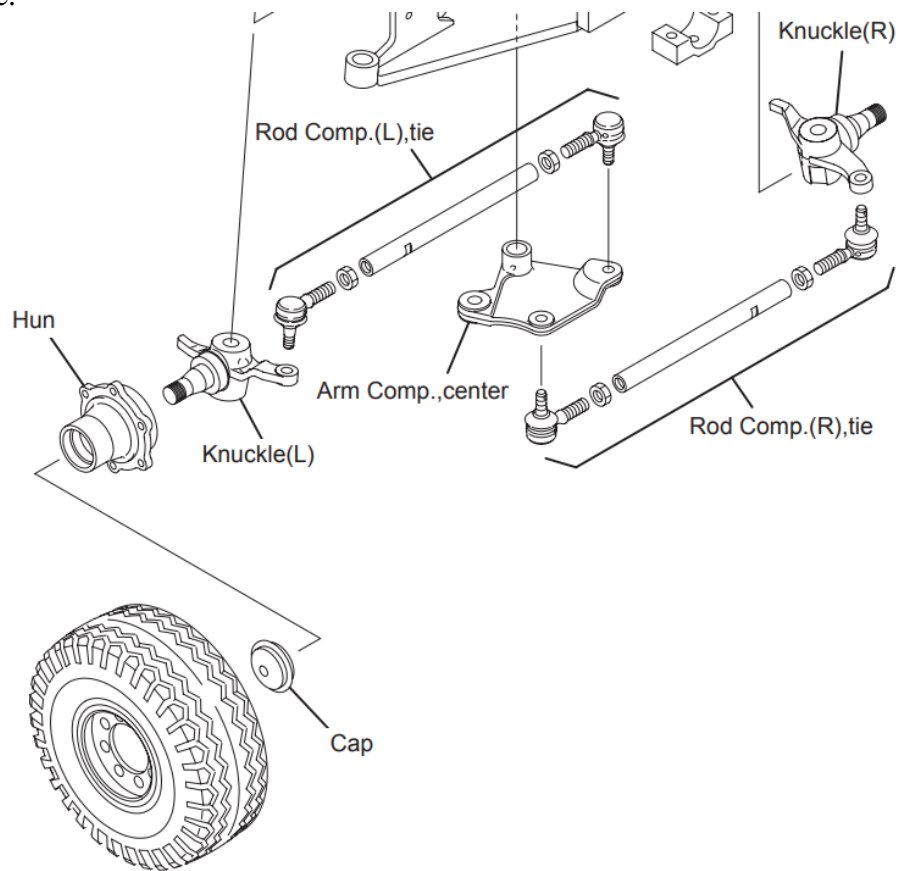
Tie rod end dipasangkan pada *tie rod* untuk menghubungkan *tie rod* dengan knuckle arm, relay roda, dan lain-lain.



Gambar A.23 Ball Joint

17. Knuckle arm

Knuckle arm meneruskan gerakan *tie rod* atau drag link ke roda depan melalui *steering* knuckle.



Gambar A.24 Knuckle Arm

LAMPIRAN B

Pada lampiran ini tercantum hasil pengolahan data komponen *forklift* oleh penulis dengan metode terkait.

1. Tabel B.1 Hasil pengolahan data dengan metode *Total Productive Maintenance* sebelum dilakukan tindakan perawatan.

No.	Unit	HM Total	Aging (Jam)	Freq. Aging	MTBF (Jam)	MTTR (Jam)	Mechanical Availability
1	FL-03	2887	28.25	70	41.24285714	0.656976744	98.22%
2	FL-05	719	27.83	67	10.73134328	0.843434343	95.46%
3	FL-06	3554	38.75	57	62.35087719	1.336206897	97.55%
4	FL-07	1853	87.08	83	22.3253012	1.404569892	92.33%
5	FL-14	4000	42.00	69	57.97101449	0.823529412	97.93%
6	FL-18	3254	72.83	35	92.97142857	3.833333333	95.96%
7	FL-26	6897	41.75	49	140.755102	1.346774194	99.00%
8	FL-27	5213	33.00	35	148.9428571	1.178571429	98.90%
9	FL-28	4163	36.08	30	138.7666667	1.503472222	98.50%
10	FL-29	6896	42.17	42	164.1904762	2.811111111	98.95%
11	FL-33	5025	20.50	53	94.81132075	0.891304348	99.25%
12	FL-34	4740	49.83	47	100.8510638	1.557291667	97.69%
13	FL-35	3686	75.00	46	80.13043478	2.678571429	97.07%
14	FL-36	5013	100.42	51	98.29411765	2.574786325	96.70%
15	FL-37	4509	38.25	37	121.8648649	2.125	98.56%
16	FL-38	5034	27.17	54	93.22222222	0.823232323	98.76%
17	FL-47	5031	54.25	41	122.7073171	2.260416667	98.40%
18	FL-48	605	45.33	33	18.33333333	2.833333333	89.27%
19	FL-49	2833	20.00	29	97.68965517	1.25	98.93%
20	FL-51	1293	26.08	41	31.53658537	1.086805556	94.80%
21	FL-52	1840	83.08	39	47.17948718	2.967261905	90.98%
22	FL-61	1769	22.67	23	76.91304348	1.333333333	97.83%
23	FL-62	2971	5.67	10	297.1	0.944444444	99.69%
24	FL-65	3810	15.45	14	272.1428571	3.09	99.25%
25	FL-66	5194	9.08	18	288.5555556	0.698717949	99.71%
26	FL-67	5920	4.33	11	538.1818182	0.722222222	99.88%
27	FL-92	6358	14.42	20	317.9	1.310606061	99.63%
28	FL-93	3941	43.17	34	115.9117647	1.598765432	98.06%
29	FL-94	3752	28.25	35	107.2	0.8828125	98.50%
30	FL-04	3963	26.62	52	76.21153846	1.157246377	98.78%
31	FL-13	2590	52.17	41	63.17073171	1.738888889	96.39%
32	FL-17	3020	111.00	78	38.71794872	2.642857143	95.06%
33	FL-19	4244	77.25	86	49.34883721	1.576530612	96.84%
34	FL-24	3641	160.00	87	41.85057471	3.018867925	90.07%
35	FL-39	4246	91.42	80	53.075	1.945035461	95.71%
36	FL-40	3229	128.00	71	45.47887324	2.844444444	92.92%
37	FL-46	484	70.17	32	15.125	3.898148148	72.06%
38	FL-55	1071	264.83	97	11.04123711	3.439393939	71.79%

39	FL-56	1682	57.08	77	21.84415584	1.119281046	92.63%
40	FL-57	713	53.08	41	17.3902439	1.895833333	88.21%
41	FL-58	1943	23.25	44	44.15909091	0.894230769	98.06%
42	FL-59	926	54.50	126	7.349206349	0.461864407	90.01%
43	FL-68	5599	25.33	45	124.4222222	0.974358974	99.16%
44	FL-69	3545	17.92	28	126.6071429	0.99537037	99.05%
45	FL-70	4078	20.67	30	135.9333333	1.148148148	99.12%
46	FL-71	4687	28.92	41	114.3170732	1.112179487	98.97%
47	FL-72	2691	22.12	40	67.275	0.884666667	98.66%
48	FL-75	7267	62.58	39	186.3333333	2.407051282	98.52%
49	FL-76	6727	17.17	40	168.175	1.009803922	99.54%
50	FL-77	2721	31.50	43	63.27906977	1.3125	98.01%
51	FL-78	2858	8.08	15	190.5333333	1.154761905	99.19%
52	FL-81	4696	19.67	23	204.173913	1.404761905	99.16%
53	FL-82	4494	7.33	18	249.6666667	0.814814815	99.77%
54	FL-89	4200	13.92	25	168	0.994047619	99.50%
55	FL-96	4859	11.92	17	285.8235294	0.993055556	99.59%
56	FL-97	3702	9.17	19	194.8421053	0.539215686	99.68%
57	FL-98	3444	2.58	12	287	0.516666667	99.88%
58	FL-99	4505	8.50	12	375.4166667	0.944444444	99.65%
59	FL-103	4437	3.50	21	211.2857143	0.5	99.87%
60	FL-104	4531	8.58	21	215.7619048	0.953703704	99.68%
61	FL-105	4347	4.25	19	228.7894737	0.53125	99.84%
62	FL-106	4833	8.08	19	254.3684211	1.154761905	99.72%
63	FL-108	4395	14.08	26	169.0384615	1.005952381	99.47%

2. Tabel B.2 Hasil pengolahan data dengan metode *Total Productive Maintenance* setelah dilakukan tindakan perawatan.

No.	Unit	HM Total	Aging (Jam)	Freq. Aging	MTBF (Jam)	MTTR (Jam)	Mechanical Availability
1	FL-03	2887	23.63	57	50.64912281	0.656976744	98.51%
2	FL-05	719	18.91	54	13.31481481	0.843434343	96.87%
3	FL-06	3554	30.64	43	82.65116279	1.336206897	98.05%
4	FL-07	1853	75.98	69	26.85507246	1.404569892	93.25%
5	FL-14	4000	36.32	55	72.72727273	0.823529412	98.20%
6	FL-18	3254	44.20	21	154.952381	3.833333333	97.51%
7	FL-26	6897	30.56	35	197.0571429	1.346774194	99.26%
8	FL-27	5213	23.56	21	248.2380952	1.178571429	99.21%
9	FL-28	4163	24.02	16	260.1875	1.503472222	99.00%
10	FL-29	6896	19.77	28	246.2857143	2.811111111	99.50%
11	FL-33	5025	13.77	39	128.8461538	0.891304348	99.50%
12	FL-34	4740	40.07	33	143.6363636	1.557291667	98.13%
13	FL-35	3686	49.68	32	115.1875	2.678571429	98.04%
14	FL-36	5013	78.69	37	135.4864865	2.574786325	97.40%
15	FL-37	4509	22.19	23	196.0434783	2.125	99.16%
16	FL-38	5034	22.02	40	125.85	0.823232323	98.99%
17	FL-47	5031	33.71	27	186.3333333	2.260416667	99.00%
18	FL-48	605	17.38	19	31.84210526	2.833333333	95.59%
19	FL-49	2833	9.16	15	188.8666667	1.25	99.51%
20	FL-51	1293	20.61	27	47.88888889	1.086805556	95.85%
21	FL-52	1840	65.01	25	73.6	2.967261905	92.80%
22	FL-61	1769	12.59	9	196.5555556	1.333333333	98.78%
23	FL-62	2971	1.89	7	424.4285714	0.944444444	99.90%
24	FL-65	3810	3.09	7	544.2857143	3.09	99.85%
25	FL-66	5194	3.26	10	519.4	0.698717949	99.90%
26	FL-67	5920	1.44	9	657.7777778	0.722222222	99.96%
27	FL-92	6358	3.53	12	529.8333333	1.310606061	99.91%
28	FL-93	3941	30.65	20	197.05	1.598765432	98.61%
29	FL-94	3752	21.82	21	178.6666667	0.8828125	98.84%
30	FL-04	3963	18.25	38	104.2894737	1.157246377	99.16%
31	FL-13	2590	38.72	27	95.92592593	1.738888889	97.29%
32	FL-17	3020	83.87	64	47.1875	2.642857143	96.22%
33	FL-19	4244	65.59	72	58.94444444	1.576530612	97.30%
34	FL-24	3641	143.91	73	49.87671233	3.018867925	90.98%
35	FL-39	4246	77.88	66	64.33333333	1.945035461	96.32%
36	FL-40	3229	105.92	57	56.64912281	2.844444444	94.07%
37	FL-46	484	46.19	18	26.88888889	3.898148148	79.67%
38	FL-55	1071	237.74	83	12.90361446	3.439393939	73.92%
39	FL-56	1682	50.33	63	26.6984127	1.119281046	93.44%
40	FL-57	713	38.01	27	26.40740741	1.895833333	91.26%
41	FL-58	1943	15.89	30	64.76666667	0.894230769	98.66%
42	FL-59	926	50.96	112	8.267857143	0.461864407	90.60%

43	FL-68	5599	13.11	31	180.6129032	0.974358974	99.57%
44	FL-69	3545	13.33	14	253.2142857	0.99537037	99.29%
45	FL-70	4078	10.11	16	254.875	1.148148148	99.57%
46	FL-71	4687	17.93	27	173.5925926	1.112179487	99.36%
47	FL-72	2691	13.32	26	103.5	0.884666667	99.19%
48	FL-75	7267	29.48	25	290.68	2.407051282	99.30%
49	FL-76	6727	10.32	26	258.7307692	1.009803922	99.72%
50	FL-77	2721	27.47	29	93.82758621	1.3125	98.26%
51	FL-78	2858	2.35	7	408.2857143	1.154761905	99.76%
52	FL-81	4696	3.16	9	521.7777778	1.404761905	99.86%
53	FL-82	4494	2.44	10	449.4	0.814814815	99.92%
54	FL-89	4200	5.03	11	381.8181818	0.994047619	99.82%
55	FL-96	4859	3.46	9	539.8888889	0.993055556	99.88%
56	FL-97	3702	3.23	11	336.5454545	0.539215686	99.89%
57	FL-98	3444	1.03	7	492	0.516666667	99.95%
58	FL-99	4505	1.41	7	643.5714286	0.944444444	99.94%
59	FL-103	4437	1.50	7	633.8571429	0.5	99.94%
60	FL-104	4531	0.94	7	647.2857143	0.953703704	99.96%
61	FL-105	4347	1.06	12	362.25	0.53125	99.96%
62	FL-106	4833	1.15	12	402.75	1.154761905	99.96%
63	FL-108	4395	5.63	12	366.25	1.005952381	99.79%

3. Tabel B.3 Hasil pengolahan data dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).

No.	Model	Material Code	Equipment	Function	Failure mode	S	O	D	RPN
1	ETM216	N16.0766004.00548	OIL SEAL NBR 160 X 210 X 15 MM	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Seal bocor, pecah	7	5	8	280
2	ETM216	N16.0594001.00010	P/N 51443197 PEDAL ACCELERATOR	Pedal gas	Pedal tidak berfungsi/memo mpa/nyangkut	6	5	4	120
3	ETM216	027.058.145	P/N 51240968 HOSE HYD	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
4	ETM216	N16.1034006.00027	P/N 50262633 WHEEL, DRIVE D343X114/VU	Roda	Patah, pecah	5	5	4	100
5	ETM216	N16.0124001.00158	P/N 52020236 CHAIN	Rantai pengangkat	Rantai putus	5	5	4	100
6	ETM216	N16.0406001.00005	P/N 50437813 HORN 48V/335HZ	Klakson	Tidak berfungsi, error	4	6	4	96
7	ETM216	N16.0080001.00002	P/N 91A14-11510 BUCKLE	Safety belt bukile	Patah, pecah	4	5	4	80
8	ETM216	N16.0317005.00014	P/N 50297585 OIL FILTER	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	7	5	1	35
9	ETM216	N16.0317005.00017	P/N 51165900 OIL FILTER FORKLIFT JUNHEINRICH ETM 216	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	5	5	1	25
10	FB15	N16.0449003.00044	P/N A31851-04310 KIT REPAIR, TILT	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Seal bocor, pecah	6	6	8	288
11	FB15	N15.0002001.00007	P/N 32911-03360 SCREW, COMP., BALL	Penghubung steering dengan rod	Roda tidak dapat bergerak	7	5	8	280
12	FB15	040.251.E43	EXITFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/16"X R1 SAE 100, WORKING PRESSURE:215 BAR	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	7	5	8	280
13	FB15	N16.0038008.00932	P/N 31220-00000 BEARING (BELLCRANK)	Roller bearing	Bearing aus	6	5	8	240
14	FB15	027.056.181	P/N 31220-10610 ROLLER	Roller bearing axle	Bearing aus	6	5	8	240
15	FB15	005.899.413	ASB BEARING 83926BSM	Bearing	Bearing aus	6	5	8	240
16	FB15	N16.0038008.00888	P/N 1901-55101 BEARING (KINGPIN)	Bearing kingpin	Bearing aus	6	5	8	240
17	FB15	N16.0038001.00827	P/N 1901-55102 BEARING (KNUCKLE)	Bearing knuckle	Bearing aus	6	5	8	240
18	FB15	N16.0038008.00889	NSK BEARING HR 32008 XJ	Roller bearing	Bearing aus	6	5	8	240
19	FB15	N16.0453001.00002	P/N 14300-59953 KNUCKLE (R)	Penghubung steering dengan hub wheel	Roda tidak dapat bergerak	6	5	8	240
20	FB15	062.360.028	SUNFLEX COUPLER HOSE 5/8" BSP STRAIGHT	Fitting hose hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	8	240
21	FB15	N16.0952001.00266	GRECKSTER SOLID TYRE 500 X 8 NON MARKING	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
22	FB15	N16.0952001.00031	GRECKSTER SOLID TYRE 21 X 8-9 NON MARKING	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140

23	FB15	N16.0724001.00015	P/N 4310-38110 RIM, WHEEL (REAR)	Velg Ban	Patah, pecah	7	5	4	140
24	FB15	040.251.565	HYD.RUBBER HOSE 3/8" SUNFLEX SAE-100	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	7	5	4	140
25	FB15	N16.0407005.00304	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/8" CAT.NO.K10.1004.10	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	7	5	4	140
26	FB15	N16.0311001.00001	SUNFLEX P/N SS01-06 FERRULE 3/8"	Fitting hose hidrolik	Longgar, patah, pecah	7	5	4	140
27	FB15	N16.0190001.00010	P/N 36410-07390 LAMP TURN SIGNAL	Cover lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	6	5	4	120
28	FB15	N16.0585001.00017	P/N 24300-38513 PANEL DISPLAY	Layar panel	Layar mati, muncul kalimat error	6	5	4	120
29	FB15	N16.0585001.00018	P/N 50001-10570 PANEL DISPLAY	Layar panel	Layar mati, muncul kalimat error	6	5	4	120
30	FB15	N15.0185001.00033	P/N 70000-90630 DISPLAY, CAN BUS	Layar panel	Layar mati, muncul kalimat error	6	5	4	120
31	FB15	N16.0471002.00001	P/N 24300-37980 BOSS (R) LEVER	Tuas steering	Tuas tidak berfungsi, macet	6	5	4	120
32	FB15	N16.0407005.00125	P/N 14504-79270 HOSE LP	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
33	FB15	N16.0311001.00009	SUNFLEX P/N SS01-12 FERRULE 3/4"	Fitting hose hidrolik	Longgar, patah, pecah	6	5	4	120
34	FB15	040.251.F45	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 3/8" CAT.NO.K10.1004.06	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
35	FB15	041.360.089	P/N 8021RG0600000 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/8" 30 DEGREE	Adaptor hose hidrolik	Longgar, patah, pecah	6	5	4	120
36	FB15	N16.0407005.00060	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 3/8" BRIDGESTONE	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
37	FB15	N16.0410001.00044	P/N 4300-33000 HUB, WHEEL	Penghubung antara velg dan roda	Patah, pecah	5	5	4	100
38	FB15	N15.0029001.00098	P/N 36430-00400 BULB 60V/25/10W	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	5	5	4	100
39	FB15	N15.0117001.00008	P/N 70000-45710 POTENTIOMETER	Terminal resistor	Komponen suara rusak	5	5	4	100
40	FB15	N15.0029001.00096	P/N 36430-00820 BULB 56V/25W	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	5	5	4	100
41	FB15	N16.0124001.00024	NIKKEN LEAF CHAIN BL534 PITCH 5/8"	Rantai pengangkat	Rantai putus	5	5	4	100
42	FB15	N16.0468003.00003	P/N 99500-01128 LENS,REAR COMBINATION	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	4	5	4	80
43	FB15	N15.0029001.00097	P/N 36430-00410 BULB 56V/10W FOR BACK UP	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	4	5	4	80
44	FB15	N15.0029001.00090	P/N 36430-00830 BULB 56V/40W	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	4	5	4	80

45	FB15	N15.0101004.00150	P/N 36410-07330 LAMP HEAD	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	4	5	4	80
46	FB15	N16.0030001.00017	P/N 54000-65200 BASE,TERMINAL	Mounting baut	Longgar, patah, pecah	4	5	4	80
47	FB15	027.056.196	P/N 70000-86870 LENS, REAR COMBINATION, BRAKE	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	4	5	4	80
48	FB15	N16.0524001.00004	P/N 32090-01480 MIRROR DRIVING	Kaca spion	Patah, pecah	4	5	4	80
49	FB15	N16.0406001.00006	P/N 1912-88019 HORN	Klakson	Tidak berfungsi, error	4	5	4	80
50	FB15	N15.0101004.00028	P/N 36410-07570 LAMP REAR COMBINATION	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	4	5	4	80
51	FB15	N16.0059002.01188	P/N 32511-00550 BOLT, HUB	Baut Hub	Longgar/tidak lengkap	4	5	4	80
52	FB15	N16.0558009.00185	P/N 32511-00570 NUT, HUB	Mur Hub	Longgar/tidak lengkap	4	5	4	80
53	FB15	N16.0059002.01205	P/N 4210-23260 BOLT,HUB	Baut Hub	Longgar/tidak lengkap	4	5	4	80
54	FB15	N16.0558009.00184	P/N 4310-28340 NUT,HUB	Mur Hub	Longgar/tidak lengkap	4	5	4	80
55	FB15	N15.0101004.00097	APTA TS-AP-101 BLUE SPOTLIGHT 9-48VDC	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	4	5	4	80
56	FB15	N16.0449003.00686	P/N A31851-34370 KIT, REPAIR	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Oli hidrolik bocor	7	5	1	35
57	FB15	N16.0317005.00095	P/N 01908-86001 FILTER,OIL	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	6	5	1	30
58	FB15	N16.0449003.00292	P/N 91E43-15610 REPAIR KIT, CYLINDER	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Longgar, patah, pecah	5	5	1	25
59	FB15	N16.0766004.00752	OIL SEAL NBR 65 X 88 X 12 MM	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Seal bocor, pecah	7	5	8	280
60	FB15	N16.0449003.00114	P/N 32051-01690 KIT, REPAIR (MASTER)	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Oli hidrolik bocor	7	5	8	280
61	FB15	027.056.176	P/N 8271-70050 CONTACT U (BAR)	Memutus arus saat kondisi darurat	Tidak berfungsi, error	5	7	8	280
62	FB15	027.056.065	P/N 0415-30206 BEARING,RADIAL ROLLING	Roller bearing axle	Bearing aus	6	5	8	240
63	FB15	027.056.037	P/N 31220-10900 BUSHING	Bushing bearing	Longgar, patah, pecah	6	5	8	240
64	FB15	027.056.410	P/N 31220-11350 ROLLER SIDE	Roller bearing axle	Bearing aus	6	5	8	240
65	FB15	N16.0038008.00939	FAG BEARING 30208 A	Bearing	Bearing aus	6	5	8	240
66	FB15	N16.0220002.00076	P/N 32010-05220 CYLINDER ASSY MASTER	Master rem atas	Pengereman tidak berfungsi	6	5	8	240

67	FB15	N16.0220002.00078	P/N 1921-64058 <i>CYLINDER ASSY WHEEL</i>	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	6	5	8	240
68	FB15	N16.0449003.00210	P/N 01921-64094 KIT, <i>CYLINDER (WHEEL)</i>	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	6	5	8	240
69	FB15	027.056.301	P/N 1906-39012 NIPPLE	Spot greasing	Nipple kurang dilumasi	4	5	8	160
70	FB15	027.056.137	P/N 39110-01120 <i>CONDENSER</i>	Melepas panas ke udara bebas	<i>Coil</i> konsendor mengalami kerusakan	4	5	8	160
71	FB15	N16.0882001.00004	P/N 14104-28002 STEP ®	Dudukan kaki	Patah, pecah	7	5	4	140
72	FB15	N16.0190001.00013	P/N 14400-98921 COVER (L1), REAR LAMP	Cover lampu	Patah, pecah	6	5	4	120
73	FB15	N16.0190001.00014	P/N 14400-98931 COVER (L2), REAR LAMP	Cover lampu	Patah, pecah	6	5	4	120
74	FB15	N16.0795002.00096	P/N 32051-23720 KIT (R),SHOE & LINGNG	Kampas rem	Pengereman tidak berfungsi	6	5	4	120
75	FB15	N16.0795002.00078	P/N 32051-23710 KIT(L), SHOE & LINGNG	Kampas rem	Pengereman tidak berfungsi	6	5	4	120
76	FB15	N16.0882001.00005	P/N 14104-27992 STEP (L)	Dudukan kaki	Patah, pecah	4	5	4	80
77	FB15	027.056.584	P/N 24300-38502 PANEL, DISPLAY	Layar panel	Layar mati, muncul kalimat error	4	5	4	80
78	FB15	N16.0190001.00015	P/N 14400-98951 COVER (R1), REAR LAMP	Cover lampu	Patah, pecah	4	5	4	80
79	FB15	N16.0190001.00016	P/N 14400-98941 COVER (R1), REAR LAMP	Cover lampu	Patah, pecah	4	5	4	80
80	FB20	052.303.056	BRIDGESTONE SOLID TYRE 23 X 9-10 OIL	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
81	FB20	N16.0088002.00439	P/N 31220-11410 BUSHING (AXLE)	Bushing bearing	Rumah bearing aus	7	5	8	280
82	FB20	027.056.062	P/N 1901-55015 BEARING	Bearing axle belakang	Bearing aus	6	5	8	240
83	FB20	027.056.064	P/N 0415-30211 BEARING,RADIAL ROLLING	Roller bearing axle	Bearing aus	6	5	8	240
84	FB20	N16.0449003.00211	P/N 32051-00640 KIT, <i>CYLINDER</i>	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	6	5	8	240
85	FB20	N15.0032002.00744	0	Kabel listrik	Putus, sobek	4	5	8	160
86	FB20	N16.0952001.00274	GRECKSTER SOLID TYRE WHITE 18 X 7-8	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
87	FB20	N16.0724001.00012	P/N 14300-33951 RIM, WHEEL (FRONT)	Velg Ban	Patah, pecah	7	5	4	140
88	FB25	057.111.704	SEAL,HYDRAULIC 40 X 50 X 7 MM POLYURETYHENE (PU)	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Seal bocor, pecah	7	5	8	280
89	FB25	N16.0220002.00077	P/N 32051-00090 <i>CYLINDER ASSY</i>	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	6	5	8	240
90	FB25	N16.0449003.00289	P/N A31851-04450 REPAIR KIT	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Oli hidrolik bocor	5	5	8	200

91	FB25	N16.0952001.00202	GRECKSTER SOLID TYRE 23 X 9-10 NON MARKING	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
92	FB25	040.251.003	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 3/4" BRIDGESTONE	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
93	FB25	041.360.098	P/N 8022RG06 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/8" 30 DEGREE	Adaptor hose hidrolik	Longgar, patah, pecah	6	5	4	120
94	FB25	N16.0882001.00009	P/N 14104-12943 STEP (L)	Dudukan kaki	Patah, pecah	5	5	4	100
95	FB25	N16.0882001.00008	P/N 14104-53150 STEP (R)	Dudukan kaki	Patah, pecah	5	5	4	100
96	FB25	N07.0002002.00042	JUMBO BRAKE FLUID @ 1L	Oli Rem	Level oli rem dibawah standar	5	5	1	25
97	FBRF16	027.056.182	P/N 1901-55049 BEARING RADIAL BALL	Bearing radial	Bearing aus	8	5	8	320
98	FBRF16	027.056.184	P/N 1901-55072B ROLLER	Bearing roller	Bearing aus	8	5	8	320
99	FBRF16	027.056.177	P/N 70000-78100 BEARING COMP,SENSOR	Mengukur suhu dan getaran	Sensor tidak berfungsi	7	5	8	280
100	FBRF16	N16.0311001.00005	SUNFLEX P/N SN01-04 FERRULE 1/4"	Fitting hose hidrolik	Longgar, patah, pecah	6	5	4	120
101	FBRF16	040.251.F43	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 1/4" CAT.NO.K10.1004.04	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
102	FBRF16	N16.1034006.00091	P/N 14300-12970 WHEEL,LOAD	Roda	Patah, pecah	5	5	4	100
103	FBRF16	N15.0101004.00080	0	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	5	5	4	100
104	FBRF16	N07.0002004.00095	TOTAL OIL AZOLLA ZS 68 (HYDRAULIC)	Oli Hidrolik	Level oli hidrolik dibawah standar	7	5	1	35
105	FBRF16	N16.0317005.00046	P/N 70000-02070 OIL FILTER	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	5	5	1	25
106	FG15N	N16.0766004.00045	P/N 91B33-02700/F3003-06023 SEAL OIL	Mencegah oli masuk kedalam chamber head	Seal bocor, pecah	7	6	8	336
107	FG15N	027.031.210	P/N 91B33-01100 SEAL DUST	Mencegah debu masuk ke dalam control valve	Seal bocor, pecah	8	5	8	320
108	FG15N	N16.0355003.00269	P/N 91H20-00430 GASKET ROCKER COVER	Menghalangi oli mesin masuk ke dalam silinder	Longgar, patah, pecah	8	5	8	320
109	FG15N	027.031.435	P/N 91H20-03280 PULLEY ASSY	Pulley mesin	Pulley aus	8	5	8	320
110	FG15N	N16.0766004.00350	P/N 91H20-01370 SEAL OIL VALVE	Mencegah oli masuk kedalam chamber head	Seal bocor, pecah	7	5	8	280
111	FG15N	N16.0449003.00095	P/N 91246-01810 REPAIR KIT WHEEL CYL.	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	7	5	8	280
112	FG15N	N16.0449003.00314	P/N 91B43-16410 SEALKIT, CYL STEERING	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Seal bocor, pecah	7	5	8	280
113	FG15N	N16.0449003.00093	P/N 94104-02018 SEAL KIT,TILT CYLINDER	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Seal bocor, pecah	7	5	8	280
114	FG15N	027.034.082	P/N 91B54-00110 SEALKIT, ORBITROL	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Seal bocor, pecah	7	5	8	280

115	FG15N	N16.0449003.00094	P/N 91H20-04670 REPAIR KIT VAPO	Filter LPG	Kotor, berumur	6	5	8	240
116	FG15N	027.034.045	P/N 94010-09500 BUSHING	Bushing bearing	Longgar, patah, pecah	6	5	8	240
117	FG15N	N16.0220002.00036	P/N 91B46-00312 CYLINDER ASSY, WHEEL L/RH	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	6	5	8	240
118	FG15N	N16.0258001.00004	P/N 91H20-02970 DISTRIBUTOR ASSY	Meneruskan arus kepada busi	Waktu dan urutan pengapian oleh busi tidak sesuai	5	5	8	200
119	FG15N	N16.0015001.00050	P/N 91H20-02580 PUMP ASSY-WATER	Pompa untuk mendorong coolant/air radiator melewati blok mesin, radiator, dan hoses	Coolant/air radiator tidak terdistribusi dengan baik	8	5	4	160
120	FG15N	N16.0355003.00311	GASKET KIT-VLV REGRD P/N 91H20-00020	Menghalangi oli mesin masuk ke dalam silinder	Longgar, patah, pecah	8	5	4	160
121	FG15N	N15.0076001.00024	P/N 91A04-04100 FUSE 20 A	Menyimpan kelebihan arus	Rusak bila menyimpan arus berlebih	4	5	8	160
122	FG15N	N15.0076001.00023	P/N 91A04-03800 FUSE 10 A	Menyimpan kelebihan arus	Rusak bila menyimpan arus berlebih	4	5	8	160
123	FG15N	N15.0076001.00002	P/N 91A04-03900 FUSE 15 A	Menyimpan kelebihan arus	Rusak bila menyimpan arus berlebih	4	5	8	160
124	FG15N	N16.0091001.00013	P/N 91H20-04940 CABLE SET-HITENSION	Kabel listrik	Putus, sobek	4	5	8	160
125	FG15N	N16.0952001.00275	GRECKSTER SOLID TYRE 650 X 10 OIL NON MARKING	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
126	FG15N	027.044.028	P/N91A65-12400 HOSE WATER LPG	Selang gas LPG	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
127	FG15N	N15.0101004.00079	P/N 05153-09501 LAMP, COMBINATION RE	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	6	5	4	120
128	FG15N	027.044.034	P/N 91A71-30800 HOSE DELIVERY	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
129	FG15N	N15.0031001.00003	P/N 91A05-04400 BUZZER BACK, PIEZO	Alarm buzzer	Tidak berfungsi, error	6	5	4	120
130	FG15N	N16.0407008.00008	P/N 91H20-02770 HOSE, WATER	Selang radiator	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
131	FG15N	N16.0795002.00025	P/N 91B46-00313 SHOE & LINNING ASSY	Kampas rem	Pengereman tidak berfungsi	6	5	4	120
132	FG15N	N16.0407006.00073	P/N 91B01-10400 HOSE, RUBBER LOWER	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
133	FG15N	N16.0091001.00011	P/N 91A51-35400 THROTTLE CABLE	Kabel penghubung antara pedal gas dan throttle plate	Putus	5	5	4	100
134	FG15N	027.034.102	P/N 91A05-13400 Switch, Lightning	Switch sirkuit listrik	Komponen kelistrikan tidak berfungsi / error	5	5	4	100

135	FG15N	N17.0134001.00011	WINN GAS W181M HIGH PRESS.LPG <i>REGULATOR</i>	<i>Regulator Gas</i> LPG	Bocor, pecah, sobek	4	5	4	80
136	FG15N	N15.0029001.00076	0	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	4	5	4	80
137	FG15N	N16.0990010.00046	P/N 91E65-10100 PIPE LPG	Selang gas LPG	Bocor, pecah, sobek	4	5	4	80
138	FG15N	027.044.016	P/N F1035-12060 BOLT,MAST	Baut body	Longgar/tidak lengkap	4	5	4	80
139	FG15N	N16.0406001.00010	P/N 91A04-05200 HORN	Klakson	Tidak berfungsi, error	4	5	4	80
140	FG15N	N15.0101004.00016	P/N 05101-05300/05101-05400 LAMP HEAD	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	4	5	4	80
141	FG15N	N16.0468003.00005	P/N 05153-09510 LENS, REAR	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	4	5	4	80
142	FG15N	N16.0468003.00001	P/N 05153-08510 LENS, FRONT	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	4	5	4	80
143	FG15N	N16.0041005.00289	BANDO V-BELT A-47	Pengantar daya dari mesin ke sistem penggerak	V Belt putus	7	5	1	35
144	FG15N	N16.0317005.00015	P/N 91H20-01870 <i>FILTER,OIL</i>	<i>Filter oli mesin</i>	Kotor, berumur	7	5	1	35
145	FG15N	N16.0317003.00013	P/N 91A65-00611 <i>FILTER ASSY</i>	<i>Filter LPG</i>	Kotor, berumur	7	5	1	35
146	FG15N	N16.0015001.00015	P/N 91A21-00401 <i>CLUTCH DISK ASSY</i>	Kampas kopling	Kopling tidak berfungsi	6	5	1	30
147	FG15N	N15.0145001.00118	P/N 91A65-00600 SOLENOID <i>FILTER ASSY</i>	<i>Filter LPG</i>	Kotor, berumur	4	5	1	20
148	FG15N	041.360.091	P/N 8021RG12H14 BRIDGESTONE ADAPTER <i>HOSE HYDRAULIC 3/4" 30 DEGREE</i>	Adaptor <i>hose</i> hidrolik	Longgar, patah, pecah	6	5	4	120
149	FG15N	N16.0407005.00310	<i>HOSE,RUBBER HYDRAULIC 5/8" BRIDGESTONE</i>	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
150	FG25N	N16.0355003.00260	P/N 91H20-00360 <i>GASKET CYLINDER HEAD</i>	Menghalangi oli mesin masuk ke dalam silinder	Longgar, patah, pecah	8	5	8	320
151	FG25N	N16.0449003.00111	P/N 94204-00098 <i>SEAL KIT TILT,CYL.</i>	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	<i>Seal</i> bocor, pecah	7	5	8	280
152	FG25N	027.051.029	P/N 91443-01500 RIM 4.00 EX9DT	Velg Ban	Patah, pecah	7	7	4	196
153	FG25N	N16.0952001.00276	GRECKSTER SOLID TYRE 700 X 12 NON MARKING	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
154	FG25N	N16.0410001.00051	P/N 91E43-10800 HUB, REAR	Penghubung antara velg dan roda	Patah, pecah	7	5	4	140
155	FG25N	N16.0952001.00201	GRECKSTER SOLID TYRE 600 X 9 NON MARKING	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
156	FG25N	N16.0952001.00041	BRIDGESTONE SOLID TYRE 600 X 9	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
157	FG25N	N16.0407006.00037	P/N 91E01-40200 <i>HOSE,RUBBER UPPER</i>	Selang radiator	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120

158	FG25N	N07.0002008.00003	CHAIN LUBE CC-93	Pelumas	Rantai pengangkat kurang dilumasi	6	5	4	120
159	FG25N	N15.0101004.00109	0	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	4	5	4	80
160	FG25N	N16.0041005.00046	0	Pengantar daya dari mesin ke sistem penggerak	V Belt putus	7	5	1	35
161	FG25N	N07.0002004.00098	PERTAMINA MESRAN SUPER SAE-20W/50 OIL	Oli mesin	Level oli mesin dibawah standar	6	5	1	30
162	FG25N	N07.0002004.00100	SHELL HELIX SPIRAX 80W/90 GEAR OIL	Oli transmisi	Level oli transmisi dibawah standar	4	5	1	20
163	FG25N	N15.0032002.00201	SUPREME CABLE NYAF 1.5 MM2	Kabel listrik	Putus, sobek	4	5	8	160
164	FG25N	N16.0952001.00492	0	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
165	FG25N	N15.0101004.00095	0	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	4	5	4	80
166	FG25N	N07.0002004.00099	TOTAL TRANSMISSION TM 85W-140 GL-5	Oli differensial	Level oli differensial dibawah standar	7	5	1	35
167	FG25N	N07.0002002.00046	PERTAMINA ATF OIL DEXRON 3	Oli transmisi	Level oli transmisi dibawah standar	6	5	1	30
168	FG30N	N16.0355003.00047	GASKET,GASKET,N/A,METAL,PC	Menghalangi oli mesin masuk ke dalam silinder	Longgar, patah, pecah	8	5	8	320
169	FG30N	N16.0952001.00411	TIRE,700 X 12,J-LUG,12,PC	Ban	Tipis, pecah, sobek	6	5	4	120
170	G25G	027.061.063	P/N A413637 SEAL VLV STEM OIL	Mencegah oli masuk kedalam chamber head	Seal bocor, pecah	7	5	8	280
171	G25G	N16.0220002.00082	P/N A373530 WHEEL CYLINDER ASSY	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	6	5	8	240
172	G25G	N16.0952001.00018	TRELLEBORG SOLID TYRE 21 X 8-9	Ban	Tipis, pecah, sobek	7	5	4	140
173	G25G	027.061.144	P/N 130111-00003 BRAKE SHOE AS	Kampas rem	Pengereman tidak berfungsi	5	5	4	100
174	G25G	027.061.029	P/N A371153 RETURN FILTER HYDRAULIC	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	5	5	1	25
175	G25G	027.061.004	P/N A371159 FILTER,HYDRAULIC RETURN	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	5	5	1	25
176	G25G	N16.0317005.00016	P/N C-1142 OIL FILTER "SAKURA"	Filter oli mesin	Kotor, berumur	4	5	1	20
177	G25G	N16.0041005.00657	P/N A403601 BELT,FAN	Pengantar daya dari mesin ke sistem penggerak	V Belt putus	4	5	1	20
178	OtherHD	N05.0006002.00001	ACCU,WATER @ 20L	Air aki	Level air aki dibawah standar	4	5	1	20
179	TFG425	040.202.009	BRIDGESTONE FLEX.RUBBER HOSE 1/4"	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	6	5	4	120
180	TFG425	N16.0311001.00008	SUNFLEX P/N SS01-10 FERRULE 5/8"	Fitting hose hidrolik	Longgar, patah, pecah	6	5	4	120

4. Tabel B.3 Hasil pengolahan data dengan metode *Logic Tree Analysis (LTA)*.

No.	Model	Material Code	Function	Failure mode	E	S	O	Cat.
1	ETM216	N16.0406001.00005	Klakson	Tidak berfungsi, error	1	1	0	A
2	ETM216	N16.0594001.00010	Pedal gas	Pedal tidak berfungsi/memompa/nyangkut	1	1	0	A
3	ETM216	027.058.145	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
4	ETM216	N16.0766004.00548	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Seal bocor, pecah	0	0	1	D
5	ETM216	N16.0317005.00014	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	0	0	1	D
6	ETM216	N16.1034006.00027	Roda	Patah, pecah	1	1	0	A
7	ETM216	N16.0317005.00017	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	0	0	1	D
8	ETM216	N16.0124001.00158	Rantai pengangkat	Rantai putus	1	1	0	A
9	ETM216	N16.0080001.00002	Safety belt bukle	Patah, pecah	1	1	0	A
10	FB15AC	N16.0468003.00003	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	1	1	0	A
11	FB15AC	N16.0190001.00010	Cover lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
12	FB15AC	N16.0410001.00044	Penghubung antara velg dan roda	Patah, pecah	1	1	0	A
13	FB15AC	N16.0585001.00017	Layar panel	Layar mati, muncul kalimat error	1	0	0	C
14	FB15AC	N16.0585001.00018	Layar panel	Layar mati, muncul kalimat error	1	0	0	C
15	FB15AC	N16.0449003.00292	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Longgar, patah, pecah	1	0	0	C
16	FB15AC	N15.0029001.00098	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
17	FB15AC	N16.0449003.00686	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Oli hidrolik bocor	1	0	0	C
18	FB15AC	N16.0952001.00266	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
19	FB15AC	N15.0185001.00033	Layar panel	Layar mati, muncul kalimat error	1	0	1	B
20	FB15AC	N16.0471002.00001	Tuas <i>steering</i>	Tuas tidak berfungsi, macet	1	0	1	B
21	FB15AC	N15.0117001.00008	Terminal resistor	Komponen suara rusak	1	0	0	C
22	FB15AC	N15.0029001.00096	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
23	FB15AC	N15.0029001.00097	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
24	FB15AC	N15.0029001.00090	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
25	FB15AC	N16.0317005.00095	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	0	0	1	D
26	FB15AC	N16.0038008.00932	<i>Roller bearing</i>	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D
27	FB15AC	027.056.181	<i>Roller bearing axle</i>	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D
28	FB15AC	N15.0101004.00150	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
29	FB15AC	005.899.413	<i>Bearing</i>	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D
30	FB15AC	N16.0952001.00031	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
31	FB15AC	N16.0030001.00017	Mounting baut	Longgar, patah, pecah	1	0	0	C
32	FB15AC	027.056.196	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	1	1	0	A
33	FB15AC	N16.0524001.00004	Kaca spion	Patah, pecah	1	1	0	A
34	FB15AC	N16.0406001.00006	Klakson	Tidak berfungsi, error	1	1	0	A
35	FB15AC	N16.0724001.00015	Velg Ban	Patah, pecah	1	1	0	A
36	FB15AC	N16.0038008.00888	<i>Bearing</i> kingpin	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D
37	FB15AC	N16.0038001.00827	<i>Bearing</i> knuckle	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D
38	FB15AC	N15.0002001.00007	Penghubung <i>steering</i> dengan rod	Roda tidak dapat bergerak	0	1	1	D
39	FB15AC	N16.0038008.00889	<i>Roller bearing</i>	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D

40	FB15AC	N16.0453001.00002	Penghubung <i>steering</i> dengan hub wheel	Roda tidak dapat bergerak	0	1	1	D
41	FB15AC	N16.0124001.00024	Rantai pengangkat	Rantai putus	1	1	0	A
42	FB15AC	N15.0101004.00028	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	1	1	0	A
43	FB15AC	N16.0407005.00125	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
44	FB15AC	N16.0449003.00044	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	<i>Seal</i> bocor, pecah	0	0	1	D
45	FB15AC	N16.0059002.01188	Baut Hub	Longgar/tidak lengkap	1	1	0	A
46	FB15AC	N16.0558009.00185	Mur Hub	Longgar/tidak lengkap	1	1	0	A
47	FB15AC	N16.0059002.01205	Baut Hub	Longgar/tidak lengkap	1	1	0	A
48	FB15AC	N16.0558009.00184	Mur Hub	Longgar/tidak lengkap	1	1	0	A
49	FB15AC	040.251.565	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
50	FB15AC	N16.0407005.00304	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
51	FB15AC	062.360.028	<i>Fitting hose</i> hidrolik	Bocor, pecah, sobek	0	0	1	D
52	FB15AC	N16.0311001.00009	<i>Fitting hose</i> hidrolik	Longgar, patah, pecah	1	1	1	B
53	FB15AC	040.251.E43	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	0	0	1	D
54	FB15AC	N16.0311001.00001	<i>Fitting hose</i> hidrolik	Longgar, patah, pecah	1	1	1	B
55	FB15AC	040.251.F45	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
56	FB15AC	041.360.089	Adaptor <i>hose</i> hidrolik	Longgar, patah, pecah	1	1	1	B
57	FB15AC	N16.0407005.00060	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
58	FB15AC	N15.0101004.00097	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
59	FB15DC	N16.0882001.00004	Dudukan kaki	Patah, pecah	1	0	0	C
60	FB15DC	027.056.065	<i>Roller bearing axle</i>	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D
61	FB15DC	N16.0190001.00013	Cover lampu	Patah, pecah	1	0	0	C
62	FB15DC	N16.0190001.00014	Cover lampu	Patah, pecah	1	0	0	C
63	FB15DC	N16.0795002.00096	Kampas rem	Pengereman tidak berfungsi	1	1	0	A
64	FB15DC	N16.0795002.00078	Kampas rem	Pengereman tidak berfungsi	1	1	0	A
65	FB15DC	N16.0766004.00752	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	<i>Seal</i> bocor, pecah	0	0	1	D
66	FB15DC	027.056.037	<i>Bushing bearing</i>	Longgar, patah, pecah	0	0	1	D
67	FB15DC	027.056.410	<i>Roller bearing axle</i>	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D
68	FB15DC	N16.0449003.00114	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Oli hidrolik bocor	0	0	1	D
69	FB15DC	N16.0882001.00005	Dudukan kaki	Patah, pecah	1	0	0	C
70	FB15DC	N16.0038008.00939	<i>Bearing</i>	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D
71	FB15DC	027.056.176	Memutus arus saat kondisi darurat	Tidak berfungsi, error	0	1	0	D
72	FB15DC	N16.0220002.00076	<i>Master</i> rem atas	Pengereman tidak berfungsi	0	1	1	D
73	FB15DC	N16.0220002.00078	<i>Master</i> rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	0	1	1	D
74	FB15DC	027.056.301	Spot greasing	Nipple kurang dilumasi	0	0	1	D
75	FB15DC	N16.0449003.00210	<i>Master</i> rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	0	1	1	D
76	FB15DC	027.056.137	Melepas panas ke udara bebas	<i>Coil</i> kondensor mengalami kerusakan	0	0	1	D
77	FB15DC	027.056.584	Layar panel	Layar mati, muncul kalimat error	1	0	0	C
78	FB15DC	N16.0190001.00015	Cover lampu	Patah, pecah	1	0	0	C
79	FB15DC	N16.0190001.00016	Cover lampu	Patah, pecah	1	0	0	C
80	FB20AC	052.303.056	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
81	FB20DC	027.056.062	<i>Bearing axle</i> belakang	<i>Bearing</i> aus	0	0	1	D

82	FB20DC	027.056.064	<i>Roller bearing axle</i>	<i>Bearing aus</i>	0	0	1	D
83	FB20DC	N16.0449003.00211	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	0	1	1	D
84	FB20DC	N16.0088002.00439	<i>Bushing bearing</i>	Rumah <i>bearing aus</i>	0	0	1	D
85	FB20DC	N16.0952001.00274	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
86	FB20DC	N16.0724001.00012	Velg Ban	Patah, pecah	1	1	0	A
87	FB20DC	N15.0032002.00744	Kabel listrik	Putus, sobek	0	1	1	D
88	FB25AC	N16.0882001.00009	Dudukan kaki	Patah, pecah	1	0	0	C
89	FB25AC	N16.0882001.00008	Dudukan kaki	Patah, pecah	1	0	0	C
90	FB25AC	N16.0449003.00289	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	Oli hidrolik bocor	0	0	1	D
91	FB25AC	N16.0220002.00077	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	0	1	1	D
92	FB25AC	N16.0952001.00202	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
93	FB25AC	N07.0002002.00042	Oli Rem	Level oli rem dibawah standar	1	1	1	B
94	FB25AC	040.251.003	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
95	FB25AC	057.111.704	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	<i>Seal bocor, pecah</i>	0	0	1	D
96	FB25AC	041.360.098	Adaptor <i>hose</i> hidrolik	Longgar, patah, pecah	1	1	1	B
97	FBRF16	027.056.177	Mengukur suhu dan getaran	Sensor tidak berfungsi	0	0	1	D
98	FBRF16	027.056.182	<i>Bearing radial</i>	<i>Bearing aus</i>	0	0	1	D
99	FBRF16	027.056.184	<i>Bearing roller</i>	<i>Bearing aus</i>	0	0	1	D
100	FBRF16	N16.0317005.00046	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	0	0	1	D
101	FBRF16	N16.1034006.00091	Roda	Patah, pecah	1	1	0	A
102	FBRF16	N07.0002004.00095	Oli Hidrolik	Level oli hidrolik dibawah standar	1	1	1	B
103	FBRF16	N15.0101004.00080	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
104	FBRF16	N16.0311001.00005	<i>Fitting hose</i> hidrolik	Longgar, patah, pecah	1	1	1	B
105	FBRF16	040.251.F43	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
106	FG15N	N16.0766004.00350	Mencegah oli masuk kedalam <i>chamber head</i>	<i>Seal bocor, pecah</i>	0	0	1	D
107	FG15N	N17.0134001.00011	<i>Regulator</i> Gas LPG	Bocor, pecah, sobek	1	1	0	A
108	FG15N	N16.0015001.00015	Kampas kopling	Kopling tidak berfungsi	1	0	0	C
109	FG15N	027.031.210	Mencegah debu masuk ke dalam <i>control valve</i>	<i>Seal bocor, pecah</i>	0	0	1	D
110	FG15N	N15.0029001.00076	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
111	FG15N	N16.0091001.00011	Kabel penghubung antara pedal gas dan <i>throttle plate</i>	Putus	1	1	0	A
112	FG15N	N16.0041005.00289	Pengantar daya dari mesin ke sistem penggerak	V Belt putus	0	0	1	D
113	FG15N	027.044.028	Selang gas LPG	Bocor, pecah, sobek	1	0	1	B
114	FG15N	N16.0355003.00269	Menghalangi oli mesin masuk ke dalam silinder	Longgar, patah, pecah	0	0	1	D
115	FG15N	N16.0015001.00050	Pompa untuk mendorong <i>coolant</i> /air radiator melewati blok mesin, radiator, dan <i>hoses</i>	<i>Coolant</i> /air radiator tidak terdistribusi dengan baik	1	0	0	C
116	FG15N	027.034.102	<i>Switch</i> sirkuit listrik	Komponen kelistrikan tidak berfungsi / error	1	0	0	C
117	FG15N	N16.0355003.00311	Menghalangi oli mesin masuk ke dalam silinder	Longgar, patah, pecah	1	0	1	B
118	FG15N	N16.0317005.00015	Filter oli mesin	Kotor, berumur	0	0	1	D

119	FG15N	N16.0952001.00275	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
120	FG15N	N16.0258001.00004	Meneruskan arus kepada busi	Waktu dan urutan pengapian oleh busi tidak sesuai	0	0	1	D
121	FG15N	N16.0766004.00045	Mencegah oli masuk kedalam chamber <i>head</i>	<i>Seal</i> bocor, pecah	0	0	1	D
122	FG15N	N16.0317003.00013	<i>Filter</i> LPG	Kotor, berumur	0	0	1	D
123	FG15N	N15.0145001.00118	<i>Filter</i> LPG	Kotor, berumur	0	0	1	D
124	FG15N	N16.0449003.00094	<i>Filter</i> LPG	Kotor, berumur	0	0	1	D
125	FG15N	N16.0990010.00046	Selang gas LPG	Bocor, pecah, sobek	1	1	0	A
126	FG15N	027.034.045	Bushing <i>bearing</i>	Longgar, patah, pecah	0	0	1	D
127	FG15N	027.044.016	Baut body	Longgar/tidak lengkap	1	1	0	A
128	FG15N	N16.0449003.00095	<i>Master</i> rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	0	1	1	D
129	FG15N	N16.0449003.00314	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	<i>Seal</i> bocor, pecah	0	0	1	D
130	FG15N	N15.0076001.00024	Menyimpan kelebihan arus	Rusak bila menyimpan arus berlebih	0	1	1	D
131	FG15N	N15.0101004.00079	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	1	1	0	A
132	FG15N	N16.0449003.00093	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	<i>Seal</i> bocor, pecah	0	0	1	D
133	FG15N	N16.0406001.00010	Klakson	Tidak berfungsi, error	1	1	0	A
134	FG15N	027.044.034	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
135	FG15N	N15.0031001.00003	Alarm <i>buzzer</i>	Tidak berfungsi, error	1	1	0	A
136	FG15N	N15.0101004.00016	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
137	FG15N	N15.0076001.00023	Menyimpan kelebihan arus	Rusak bila menyimpan arus berlebih	0	1	1	D
138	FG15N	N15.0076001.00002	Menyimpan kelebihan arus	Rusak bila menyimpan arus berlebih	0	1	1	D
139	FG15N	N16.0407008.00008	Selang radiator	Bocor, pecah, sobek	1	0	1	B
140	FG15N	027.031.435	Pulley mesin	Pulley aus	0	1	1	D
141	FG15N	N16.0468003.00005	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	1	1	0	A
142	FG15N	N16.0091001.00013	Kabel listrik	Putus, sobek	0	1	1	D
143	FG15N	027.034.082	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	<i>Seal</i> bocor, pecah	0	0	1	D
144	FG15N	N16.0795002.00025	Kampas rem	Pengereman tidak berfungsi	1	1	0	A
145	FG15N	N16.0468003.00001	Modul lampu	Pecah, lampu tidak menyala	1	1	0	A
146	FG15N	N16.0407006.00073	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
147	FG15N	N16.0220002.00036	<i>Master</i> rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	0	1	1	D
148	FG15ND	041.360.091	Adaptor <i>hose</i> hidrolik	Longgar, patah, pecah	1	1	1	B
149	FG15ND	N16.0407005.00310	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B
150	FG25N	N16.0952001.00276	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
151	FG25N	N16.0355003.00260	Menghalangi oli mesin masuk ke dalam silinder	Longgar, patah, pecah	0	0	1	D
152	FG25N	N16.0407006.00037	Selang radiator	Bocor, pecah, sobek	1	0	1	B
153	FG25N	N16.0410001.00051	Penghubung antara velg dan roda	Patah, pecah	1	1	0	A
154	FG25N	027.051.029	Velg Ban	Patah, pecah	1	1	0	A
155	FG25N	N16.0952001.00201	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
156	FG25N	N16.0952001.00041	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
157	FG25N	N16.0449003.00111	Menghalangi oli hidrolik untuk keluar dari piston	<i>Seal</i> bocor, pecah	0	0	1	D

158	FG25ND	N16.0041005.00046	Pengantar daya dari mesin ke sistem penggerak	V Belt putus	0	0	1	D
159	FG25ND	N07.0002004.00098	Oli mesin	Level oli mesin dibawah standar	1	1	1	B
160	FG25ND	N07.0002008.00003	Pelumas	Rantai pengangkat kurang dilumasi	1	1	0	A
161	FG25ND	N07.0002004.00100	Oli transmisi	Level oli transmisi dibawah standar	0	1	1	D
162	FG25ND	N15.0101004.00109	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
163	FG25NT	N07.0002002.00046	Oli transmisi	Level oli transmisi dibawah standar	0	1	1	D
164	FG25NT	N07.0002004.00099	Oli differensial	Level oli differensial dibawah standar	1	1	1	B
165	FG25NT	N15.0032002.00201	Kabel listrik	Putus, sobek	0	1	1	D
166	FG25NT	N15.0101004.00095	Lampu	Cahaya redup/mati, bohlam pecah	1	1	0	A
167	FG25NT	N16.0952001.00492	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
168	FG30ND	N16.0952001.00411	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
169	FG30ND	N16.0355003.00047	Menghalangi oli mesin masuk ke dalam silinder	Longgar, patah, pecah	0	0	1	D
170	G25G	N16.0220002.00082	Master rem bawah	Pengereman tidak berfungsi	0	1	1	D
171	G25G	027.061.144	Kampas rem	Pengereman tidak berfungsi	1	1	0	A
172	G25G	027.061.063	Mencegah oli masuk kedalam chamber head	Seal bocor, pecah	0	0	1	D
173	G25G	N16.0317005.00016	Filter oli mesin	Kotor, berumur	0	0	1	D
174	G25G	027.061.029	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	0	0	1	D
175	G25G	N16.0041005.00657	Pengantar daya dari mesin ke sistem penggerak	V Belt putus	0	0	1	D
176	G25G	027.061.004	Filter oli hidrolik	Kotor, berumur	0	0	1	D
177	G25G	N16.0952001.00018	Ban	Tipis, pecah, sobek	1	1	0	A
178	OtherHD	N05.0006002.00001	Air aki	Level air aki dibawah standar	1	1	1	B
179	TFG425	N16.0311001.00008	Fitting hose hidrolik	Longgar, patah, pecah	1	1	1	B
180	TFG425	040.202.009	Saluran oli hidrolik	Bocor, pecah, sobek	1	1	1	B

5. Tabel B.5 Hasil pengolahan data dengan metode *Critically Analysis* (CA).

No.	Equipment	Model	Material Code	Level						
				1	2	3	4	5	6	7
1	P/N 50437813 HORN 48V/335HZ	ETM216	N16.0406001.00005	N	N	Y	N	N	Y	-
2	P/N 51443197 PEDAL ACCELERATOR	ETM216	N16.0594001.00010	N	N	Y	N	N	Y	-
3	P/N 51240968 HOSE HYD	ETM216	027.058.145	N	N	Y	N	N	Y	-
4	OIL SEAL NBR 160 X 210 X 15 MM	ETM216	N16.0766004.00548	N	N	N	Y	Y	Y	-
5	P/N 50297585 OIL FILTER	ETM216	N16.0317005.00014	Y	Y	N	Y	N	Y	-
6	P/N 50262633 WHEEL, DRIVE D343X114/VU	ETM216	N16.1034006.00027	N	N	Y	N	N	Y	-
7	P/N 51165900 OIL FILTER FORKLIFT JUNHEINRICH ETM 216	ETM216	N16.0317005.00017	Y	Y	N	Y	N	Y	-
8	P/N 52020236 CHAIN	ETM216	N16.0124001.00158	N	N	Y	N	N	Y	-
9	P/N 91A14-11510 BUCKLE	ETM216	N16.0080001.00002	N	N	Y	N	N	Y	-
10	BULB,BULB, SIZE:12 V-23/8W, PART NUMBER:05143-01800, EQUIPMENT:FORKLIFT,MITSUBISHI	FB15AC	N16.0468003.00003	N	N	Y	N	N	Y	-
11	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FB15AC	N16.0190001.00010	N	N	Y	N	N	Y	-
12	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI	FB15AC	N16.0410001.00044	N	N	Y	N	N	Y	-
13	P/N 24300-38513 PANEL DISPLAY	FB15AC	N16.0585001.00017	N	N	Y	N	N	Y	-
14	P/N 50001-10570 PANEL DISPLAY	FB15AC	N16.0585001.00018	N	N	Y	N	N	Y	-
15	P/N 91E43-15610 REPAIR KIT, CYLINDER	FB15AC	N16.0449003.00292	Y	Y	Y	N	N	Y	-
16	P/N 36430-00400 BULB 60V/25/10W	FB15AC	N15.0029001.00098	N	N	Y	N	N	Y	-
17	P/N A31851-34370 KIT, REPAIR	FB15AC	N16.0449003.00686	Y	Y	Y	N	N	Y	-
18	GRECKSTER SOLID TYRE 500 X 8 NON MARKING	FB15AC	N16.0952001.00266	N	N	Y	N	N	Y	-
19	P/N 70000-90630 DISPLAY, CAN BUS	FB15AC	N15.0185001.00033	N	N	Y	N	N	Y	-
20	P/N 24300-37980 BOSS (R) LEVER	FB15AC	N16.0471002.00001	N	N	Y	N	N	Y	-
21	P/N 70000-45710 POTENTIOMETER	FB15AC	N15.0117001.00008	N	N	Y	N	N	Y	-
22	P/N 36430-00820 BULB 56V/25W	FB15AC	N15.0029001.00096	N	N	Y	N	N	Y	-
23	P/N 36430-00410 BULB 56V/10W FOR BACK UP	FB15AC	N15.0029001.00097	N	N	Y	N	N	Y	-
24	P/N 36430-00830 BULB 56V/40W	FB15AC	N15.0029001.00090	N	N	Y	N	N	Y	-
25	P/N 01908-86001 FILTER,OIL	FB15AC	N16.0317005.00095	Y	Y	N	Y	N	Y	-
26	P/N 31220-00000 BEARING (BELLCRANK)	FB15AC	N16.0038008.00932	N	N	N	Y	Y	Y	-
27	P/N 31220-10610 ROLLER	FB15AC	027.056.181	N	N	N	Y	Y	Y	-
28	P/N 36410-07330 LAMP HEAD	FB15AC	N15.0101004.00150	N	N	Y	N	N	Y	-
29	ASB BEARING 83926BSM	FB15AC	005.899.413	N	N	N	Y	Y	Y	-
30	GRECKSTER SOLID TYRE 21 X 8-9 NON MARKING	FB15AC	N16.0952001.00031	N	N	Y	N	N	Y	-
31	P/N 54000-65200 BASE,TERMINAL	FB15AC	N16.0030001.00017	N	N	Y	N	N	Y	-
32	P/N 70000-86870 LENS, REAR COMBINATION, BRAKE	FB15AC	027.056.196	N	N	Y	N	N	Y	-

33	P/N 32090-01480 MIRROR DRIVING	FB15AC	N16.0524001.00004	N	N	Y	N	N	Y	-
34	P/N 1912-88019 HORN	FB15AC	N16.0406001.00006	N	N	Y	N	N	Y	-
35	P/N 4310-38110 RIM, WHEEL (REAR)	FB15AC	N16.0724001.00015	N	N	Y	N	N	Y	-
36	P/N 1901-55101 BEARING (KINGPIN)	FB15AC	N16.0038008.00888	N	N	N	Y	Y	Y	-
37	P/N 1901-55102 BEARING (KNUCKLE)	FB15AC	N16.0038001.00827	N	N	N	Y	Y	Y	-
38	P/N 32911-03360 SCREW, COMP., BALL	FB15AC	N15.0002001.00007	N	N	N	Y	Y	Y	-
39	NSK BEARING HR 32008 XJ	FB15AC	N16.0038008.00889	N	N	N	Y	Y	Y	-
40	P/N 14300-59953 KNUCKLE (R)	FB15AC	N16.0453001.00002	N	N	N	Y	Y	Y	-
41	NIKKEN LEAF CHAIN BL534 PITCH 5/8"	FB15AC	N16.0124001.00024	N	N	Y	N	N	Y	-
42	P/N 36410-07570 LAMP REAR COMBINATION	FB15AC	N15.0101004.00028	N	N	Y	N	N	Y	-
43	P/N 14504-79270 HOSE LP	FB15AC	N16.0407005.00125	N	N	Y	N	N	Y	-
44	P/N A31851-04310 KIT REPAIR, TILT	FB15AC	N16.0449003.00044	N	N	N	Y	Y	Y	-
45	P/N 32511-00550 BOLT, HUB	FB15AC	N16.0059002.01188	N	N	Y	N	N	Y	-
46	P/N 32511-00570 NUT, HUB	FB15AC	N16.0558009.00185	N	N	Y	N	N	Y	-
47	P/N 4210-23260 BOLT,HUB	FB15AC	N16.0059002.01205	N	N	Y	N	N	Y	-
48	P/N 4310-28340 NUT,HUB	FB15AC	N16.0558009.00184	N	N	Y	N	N	Y	-
49	HYD.RUBBER HOSE 3/8" SUNFLEX SAE-100	FB15AC	040.251.565	N	N	Y	N	N	Y	-
50	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/8" CAT.NO.K10.1004.10	FB15AC	N16.0407005.00304	N	N	Y	N	N	Y	-
51	SUNFLEX COUPLER HOSE 5/8" BSP STRAIGHT	FB15AC	062.360.028	N	N	N	Y	Y	Y	-
52	SUNFLEX P/N SS01-12 FERRULE 3/4"	FB15AC	N16.0311001.00009	N	N	Y	N	N	Y	-
53	EXITFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/16"X R1 SAE 100, WORKING PRESSURE:215 BAR	FB15AC	040.251.E43	N	N	N	Y	Y	Y	-
54	SUNFLEX P/N SS01-06 FERRULE 3/8"	FB15AC	N16.0311001.00001	N	N	Y	N	N	Y	-
55	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 3/8" CAT.NO.K10.1004.06	FB15AC	040.251.F45	N	N	Y	N	N	Y	-
56	P/N 8021RG0600000 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/8" 30 DEGREE	FB15AC	041.360.089	N	N	Y	N	N	Y	-
57	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 3/8" BRIDGESTONE	FB15AC	N16.0407005.00060	N	N	Y	N	N	Y	-
58	APTA TS-AP-101 BLUE SPOTLIGHT 9-48VDC	FB15AC	N15.0101004.00097	N	N	Y	N	N	Y	-
59	P/N 14104-28002 STEP ®	FB15DC	N16.0882001.00004	N	N	Y	N	N	Y	-
60	P/N 0415-30206 BEARING,RADIAL ROLLING	FB15DC	027.056.065	N	N	N	Y	Y	Y	-
61	P/N 14400-98921 COVER (L1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00013	N	N	Y	N	N	Y	-
62	P/N 14400-98931 COVER (L2), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00014	N	N	Y	N	N	Y	-
63	P/N 32051-23720 KIT (R),SHOE & LINGNG	FB15DC	N16.0795002.00096	N	N	Y	N	N	Y	-
64	P/N 32051-23710 KIT(L), SHOE & LINGNG	FB15DC	N16.0795002.00078	N	N	Y	N	N	Y	-
65	OIL SEAL NBR 65 X 88 X 12 MM	FB15DC	N16.0766004.00752	N	N	N	Y	Y	Y	-
66	P/N 31220-10900 BUSHING	FB15DC	027.056.037	N	N	N	Y	Y	Y	-
67	P/N 31220-11350 ROLLER SIDE	FB15DC	027.056.410	N	N	N	Y	Y	Y	-
68	P/N 32051-01690 KIT, REPAIR (MASTER)	FB15DC	N16.0449003.00114	N	N	N	Y	Y	Y	-
69	P/N 14104-27992 STEP (L)	FB15DC	N16.0882001.00005	N	N	Y	N	N	Y	-
70	FAG BEARING 30208 A	FB15DC	N16.0038008.00939	N	N	N	Y	Y	Y	-
71	P/N 8271-70050 CONTACT U (BAR)	FB15DC	027.056.176	N	N	N	Y	Y	Y	-
72	P/N 32010-05220 CYLINDER ASSY MASTER	FB15DC	N16.0220002.00076	N	N	N	Y	Y	Y	-
73	P/N 1921-64058 CYLINDER ASSY WHEEL	FB15DC	N16.0220002.00078	N	N	N	Y	Y	Y	-
74	P/N 1906-39012 NIPPLE	FB15DC	027.056.301	N	N	N	Y	Y	Y	-

75	P/N 01921-64094 KIT, <i>CYLINDER</i> (WHEEL)	FB15DC	N16.0449003.00210	N	N	N	Y	Y	Y	-
76	P/N 39110-01120 <i>CONDENSER</i>	FB15DC	027.056.137	N	N	N	Y	Y	Y	-
77	P/N 24300-38502 PANEL, DISPLAY	FB15DC	027.056.584	N	N	Y	N	N	Y	-
78	P/N 14400-98951 COVER (R1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00015	N	N	Y	N	N	Y	-
79	P/N 14400-98941 COVER (R1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00016	N	N	Y	N	N	Y	-
80	BRIDGESTONE SOLID TYRE 23 X 9-10 <i>OIL</i>	FB20AC	052.303.056	N	N	Y	N	N	Y	-
81	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FB20DC	027.056.062	N	N	N	Y	Y	Y	-
82	P/N 0415-30211 <i>BEARING,RADIAL</i> ROLLING	FB20DC	027.056.064	N	N	N	Y	Y	Y	-
83	P/N 32051-00640 KIT, <i>CYLINDER</i>	FB20DC	N16.0449003.00211	N	N	N	Y	Y	Y	-
84	P/N 31220-11410 BUSHING (<i>AXLE</i>)	FB20DC	N16.0088002.00439	N	N	N	Y	Y	Y	-
85	GRECKSTER SOLID TYRE WHITE 18 X 7-8	FB20DC	N16.0952001.00274	N	N	Y	N	N	Y	-
86	P/N 14300-33951 RIM, WHEEL (FRONT)	FB20DC	N16.0724001.00012	N	N	Y	N	N	Y	-
87	CABLE, <i>ELECTRICAL</i> , TYPE:NYAF, NUMBER OF CONDUCTORS:1, CONDUCTOR SIZE:50 MM2, CONDUCTOR MATERIAL:CU, RATING:450/750 V, BRAND:SUMI INDO	FB20DC	N15.0032002.00744	N	N	N	Y	Y	Y	-
88	P/N 14104-12943 STEP (L)	FB25AC	N16.0882001.00009	N	N	Y	N	N	Y	-
89	P/N 14104-53150 STEP (R)	FB25AC	N16.0882001.00008	N	N	Y	N	N	Y	-
90	P/N A31851-04450 <i>REPAIR KIT</i>	FB25AC	N16.0449003.00289	N	N	N	Y	Y	Y	-
91	P/N 32051-00090 <i>CYLINDER</i> ASSY	FB25AC	N16.0220002.00077	N	N	N	Y	Y	Y	-
92	GRECKSTER SOLID TYRE 23 X 9-10 NON MARKING	FB25AC	N16.0952001.00202	N	N	Y	N	N	Y	-
93	JUMBO BRAKE FLUID @ 1L	FB25AC	N07.0002002.00042	Y	Y	Y	N	N	Y	-
94	<i>HOSE,RUBBER HYDRAULIC</i> 3/4" BRIDGESTONE	FB25AC	040.251.003	N	N	Y	N	N	Y	-
95	<i>SEAL,HYDRAULIC</i> 40 X 50 X 7 MM POLYURETYHENE (PU)	FB25AC	057.111.704	N	N	N	Y	Y	Y	-
96	P/N 8022RG06 BRIDGESTONE ADAPTER <i>HOSE HYDRAULIC</i> 3/8" 30 DEGREE	FB25AC	041.360.098	N	N	Y	N	N	Y	-
97	P/N 70000-78100 <i>BEARING</i> COMP,SENSOR	FBRF16	027.056.177	N	N	N	Y	Y	Y	-
98	P/N 1901-55049 <i>BEARING</i> RADIAL BALL	FBRF16	027.056.182	N	N	N	Y	Y	Y	-
99	P/N 1901-55072B <i>ROLLER</i>	FBRF16	027.056.184	N	N	N	Y	Y	Y	-
100	P/N 70000-02070 <i>OIL FILTER</i>	FBRF16	N16.0317005.00046	Y	Y	N	Y	N	Y	-
101	P/N 14300-12970 WHEEL,LOAD	FBRF16	N16.1034006.00091	N	N	Y	N	N	Y	-
102	TOTAL <i>OIL</i> AZOLLA ZS 68 (<i>HYDRAULIC</i>)	FBRF16	N07.0002004.00095	Y	Y	Y	N	N	Y	-
103	LAMP,LAMP, TYPE:STROBE, WATTAGE:6 W, VOLTAGE:12-80V, COLOR:AMBER, BULB:LED, BASE:N/A, ADDITIONAL DETAILS:STROBE BEACON LOW ITENSITY, SINGLE FLASH PATTERN, 85 FLASHES/MINUTE, FLANGE MOUNTING, PART NUMBER:3951, BRAND:PRECO	FBRF16	N15.0101004.00080	N	N	Y	N	N	Y	-
104	SUNFLEX P/N SN01-04 <i>FERRULE</i> 1/4"	FBRF16	N16.0311001.00005	N	N	Y	N	N	Y	-
105	KOBEFLEX <i>HYDRAULIC</i> RUBBER <i>HOSE</i> 1/4" CAT.NO.K10.1004.04	FBRF16	040.251.F43	N	N	Y	N	N	Y	-
106	P/N 91H20-01370 <i>SEAL OIL VALVE</i>	FG15N	N16.0766004.00350	N	N	N	Y	Y	Y	-

107	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG15N	N17.0134001.00011	N	N	Y	N	N	Y	-
108	P/N 91A21-00401 CLUTCH DISK ASSY	FG15N	N16.0015001.00015	Y	Y	Y	N	N	Y	-
109	P/N 91B33-01100 SEAL DUST	FG15N	027.031.210	N	N	N	Y	Y	Y	-
110	BULB,BULB, SIZE:12 V-23/8W, PART NUMBER:05143-01800, EQUIPMENT:FORKLIFT,MITSUBISHI	FG15N	N15.0029001.00076	N	N	Y	N	N	Y	-
111	P/N 91A51-35400 THROTTLE CABLE	FG15N	N16.0091001.00011	N	N	Y	N	N	Y	-
112	BANDO V-BELT A-47	FG15N	N16.0041005.00289	Y	Y	N	Y	N	Y	-
113	P/N91A65-12400 HOSE WATER LPG	FG15N	027.044.028	N	N	Y	N	N	Y	-
114	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG15N	N16.0355003.00269	N	N	N	Y	Y	Y	-
115	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI	FG15N	N16.0015001.00050	N	N	Y	N	N	Y	-
116	P/N 91A05-13400 Switch, Lightning	FG15N	027.034.102	N	N	Y	N	N	Y	-
117	GASKET KIT-VLV REGRD P/N 91H20-00020	FG15N	N16.0355003.00311	N	N	Y	N	N	Y	-
118	P/N 91H20-01870 FILTER,OIL	FG15N	N16.0317005.00015	Y	Y	N	Y	N	Y	-
119	GRECKSTER SOLID TYRE 650 X 10 OIL NON MARKING	FG15N	N16.0952001.00275	N	N	Y	N	N	Y	-
120	P/N 91H20-02970 DISTRIBUTOR ASSY	FG15N	N16.0258001.00004	N	N	N	Y	Y	Y	-
121	P/N 91B33-02700/F3003-06023 SEAL OIL	FG15N	N16.0766004.00045	N	N	N	Y	Y	Y	-
122	P/N 91A65-00611 FILTER ASSY	FG15N	N16.0317003.00013	Y	Y	N	Y	N	Y	-
123	P/N 91A65-00600 SOLENOID FILTER ASSY	FG15N	N15.0145001.00118	Y	Y	N	Y	N	Y	-
124	P/N 91H20-04670 REPAIR KIT VAPO	FG15N	N16.0449003.00094	N	N	N	Y	Y	Y	-
125	P/N 91E65-10100 PIPE LPG	FG15N	N16.0990010.00046	N	N	Y	N	N	Y	-
126	P/N 94010-09500 BUSHING	FG15N	027.034.045	N	N	N	Y	Y	Y	-
127	P/N F1035-12060 BOLT,MAST	FG15N	027.044.016	N	N	Y	N	N	Y	-
128	P/N 91246-01810 REPAIR KIT WHEEL CYL.	FG15N	N16.0449003.00095	N	N	N	Y	Y	Y	-
129	P/N 91B43-16410 SEALKIT, CYL STEERING	FG15N	N16.0449003.00314	N	N	N	Y	Y	Y	-
130	P/N 91A04-04100 FUSE 20 A	FG15N	N15.0076001.00024	N	N	N	Y	Y	Y	-
131	P/N 05153-09501 LAMP, COMBINATION RE	FG15N	N15.0101004.00079	N	N	Y	N	N	Y	-
132	P/N 94104-02018 SEAL KIT,TILT CYLINDER	FG15N	N16.0449003.00093	N	N	N	Y	Y	Y	-
133	P/N 91A04-05200 HORN	FG15N	N16.0406001.00010	N	N	Y	N	N	Y	-
134	P/N 91A71-30800 HOSE DELIVERY	FG15N	027.044.034	N	N	Y	N	N	Y	-
135	P/N 91A05-04400 BUZZER BACK, PIEZO	FG15N	N15.0031001.00003	N	N	Y	N	N	Y	-
136	P/N 05101-05300/05101-05400 LAMP HEAD	FG15N	N15.0101004.00016	N	N	Y	N	N	Y	-
137	P/N 91A04-03800 FUSE 10 A	FG15N	N15.0076001.00023	N	N	N	Y	Y	Y	-
138	P/N 91A04-03900 FUSE 15 A	FG15N	N15.0076001.00002	N	N	N	Y	Y	Y	-
139	P/N 91H20-02770 HOSE,WATER	FG15N	N16.0407008.00008	N	N	Y	N	N	Y	-

140	P/N 91H20-03280 PULLEY ASSY	FG15N	027.031.435	N	N	N	Y	Y	Y	-
141	P/N 05153-09510 LENS, REAR	FG15N	N16.0468003.00005	N	N	Y	N	N	Y	-
142	P/N 91H20-04940 CABLE SET-HITENSION	FG15N	N16.0091001.00013	N	N	N	Y	Y	Y	-
143	P/N 91B54-00110 SEALKIT, ORBITROL	FG15N	027.034.082	N	N	N	Y	Y	Y	-
144	P/N 91B46-00313 SHOE & LINNING ASSY	FG15N	N16.0795002.00025	N	N	Y	N	N	Y	-
145	P/N 05153-08510 LENS, FRONT	FG15N	N16.0468003.00001	N	N	Y	N	N	Y	-
146	P/N 91B01-10400 HOSE, RUBBER LOWER	FG15N	N16.0407006.00073	N	N	Y	N	N	Y	-
147	P/N 91B46-00312 CYLINDER ASSY,WHEEL L/RH	FG15N	N16.0220002.00036	N	N	N	Y	Y	Y	-
148	P/N 8021RG12H14 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/4" 30 DEGREE	FG15ND	041.360.091	N	N	Y	N	N	Y	-
149	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 5/8" BRIDGESTONE	FG15ND	N16.0407005.00310	N	N	Y	N	N	Y	-
150	GRECKSTER SOLID TYRE 700 X 12 NON MARKING	FG25N	N16.0952001.00276	N	N	Y	N	N	Y	-
151	P/N 91H20-00360 GASKET CYLINDER HEAD	FG25N	N16.0355003.00260	N	N	N	Y	Y	Y	-
152	P/N 91E01-40200 HOSE,RUBBER UPPER	FG25N	N16.0407006.00037	N	N	Y	N	N	Y	-
153	P/N 91E43-10800 HUB, REAR	FG25N	N16.0410001.00051	N	N	Y	N	N	Y	-
154	P/N 91443-01500 RIM 4.00 EX9DT	FG25N	027.051.029	N	N	Y	N	N	Y	-
155	GRECKSTER SOLID TYRE 600 X 9 NON MARKING	FG25N	N16.0952001.00201	N	N	Y	N	N	Y	-
156	BRIDGESTONE SOLID TYRE 600 X 9	FG25N	N16.0952001.00041	N	N	Y	N	N	Y	-
157	P/N 94204-00098 SEAL KIT TILT,CYL.	FG25N	N16.0449003.00111	N	N	N	Y	Y	Y	-
158	BELT,V, TYPE:A, BELT NUMBER:47, TOP WIDTH:13 MM, THICKNESS:9 MM, MATERIAL:RUBBER, BRAND:MITSUBOSHI	FG25ND	N16.0041005.00046	Y	Y	N	Y	N	Y	-
159	PERTAMINA MESRAN SUPER SAE-20W/50 OIL	FG25ND	N07.0002004.00098	Y	Y	Y	N	N	Y	-
160	CHAIN LUBE CC-93	FG25ND	N07.0002008.00003	N	N	Y	N	N	Y	-
161	SHELL HELIX SPIRAX 80W/90 GEAR OIL	FG25ND	N07.0002004.00100	Y	Y	N	Y	N	Y	-
162	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG25ND	N15.0101004.00109	N	N	Y	N	N	Y	-
163	PERTAMINA ATF OIL DEXRON 3	FG25NT	N07.0002002.00046	Y	Y	N	Y	N	Y	-
164	TOTAL TRANSMISSION TM 85W-140 GL-5	FG25NT	N07.0002004.00099	Y	Y	Y	N	N	Y	-
165	SUPREME CABLE NYAF 1.5 MM2	FG25NT	N15.0032002.00201	N	N	N	Y	Y	Y	-
166	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FG25NT	N15.0101004.00095	N	N	Y	N	N	Y	-
167	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:6.00-9, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:10 PR, ADDITIONAL DETAILS:NON MARKING, BRAND:ELASTOMERIC, EQUIPMENT:FORKLIFT	FG25NT	N16.0952001.00492	N	N	Y	N	N	Y	-
168	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:700 X 12, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:12, ADDITIONAL DETAILS:WHITE TYRE (NON MARKING), BRAND:BKT, EQUIPMENT:FORKLIFT	FG30ND	N16.0952001.00411	N	N	Y	N	N	Y	-
169	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART	FG30ND	N16.0355003.00047	N	N	N	Y	Y	Y	-

	NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI										
170	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:6.00-9, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:10 PR, ADDITIONAL DETAILS:NON MARKING, BRAND:ELASTOMERIC, EQUIPMENT:FORKLIFT	G25G	N16.0220002.00082	N	N	N	Y	Y	Y	-	
171	P/N 130111-00003 BRAKE SHOE AS	G25G	027.061.144	N	N	Y	N	N	Y	-	
172	P/N A413637 SEAL VLV STEM OIL	G25G	027.061.063	N	N	N	Y	Y	Y	-	
173	P/N C-1142 OIL FILTER "SAKURA"	G25G	N16.0317005.00016	Y	Y	N	Y	N	Y	-	
174	P/N A371153 RETURN FILTER HYDRAULIC	G25G	027.061.029	Y	Y	N	Y	N	Y	-	
175	P/N A403601 BELT,FAN	G25G	N16.0041005.00657	Y	Y	N	Y	N	Y	-	
176	P/N A371159 FILTER,HYDRAULIC RETURN	G25G	027.061.004	Y	Y	N	Y	N	Y	-	
177	TRELLEBORG SOLID TYRE 21 X 8-9	G25G	N16.0952001.00018	N	N	Y	N	N	Y	-	
178	ACCU,WATER @ 20L	OtherH D	N05.0006002.00001	Y	Y	Y	N	N	Y	-	
179	SUNFLEX P/N SS01-10 FERRULE 5/8"	TFG425	N16.0311001.00008	N	N	Y	N	N	Y	-	
180	BRIDGESTONE FLEX.RUBBER HOSE 1/4"	TFG425	040.202.009	N	N	Y	N	N	Y	-	

6. Tabel B.6 Hasil pengolahan data dengan metode *Task Selection* (TS).

No.	Equipment	Model	Material Code	Selection Task
1	P/N 50437813 HORN 48V/335HZ	ETM216	N16.0406001.00005	CD
2	P/N 51443197 PEDAL ACCELERATOR	ETM216	N16.0594001.00010	CD
3	P/N 51240968 HOSE HYD	ETM216	027.058.145	CD
4	OIL SEAL NBR 160 X 210 X 15 MM	ETM216	N16.0766004.00548	FF
5	P/N 50297585 OIL FILTER	ETM216	N16.0317005.00014	TD
6	P/N 50262633 WHEEL, DRIVE D343X114/VU	ETM216	N16.1034006.00027	CD
7	P/N 51165900 OIL FILTER FORKLIFT JUNHEINRICH ETM 216	ETM216	N16.0317005.00017	TD
8	P/N 52020236 CHAIN	ETM216	N16.0124001.00158	CD
9	P/N 91A14-11510 BUCKLE	ETM216	N16.0080001.00002	CD
10	BULB,BULB, SIZE:12 V-23/8W, PART NUMBER:05143-01800, EQUIPMENT:FORKLIFT,MITSUBISHI	FB15AC	N16.0468003.00003	CD
11	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FB15AC	N16.0190001.00010	CD
12	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI	FB15AC	N16.0410001.00044	CD
13	P/N 24300-38513 PANEL DISPLAY	FB15AC	N16.0585001.00017	CD
14	P/N 50001-10570 PANEL DISPLAY	FB15AC	N16.0585001.00018	CD
15	P/N 91E43-15610 REPAIR KIT, CYLINDER	FB15AC	N16.0449003.00292	TD
16	P/N 36430-00400 BULB 60V/25/10W	FB15AC	N15.0029001.00098	CD
17	P/N A31851-34370 KIT, REPAIR	FB15AC	N16.0449003.00686	TD
18	GRECKSTER SOLID TYRE 500 X 8 NON MARKING	FB15AC	N16.0952001.00266	CD
19	P/N 70000-90630 DISPLAY, CAN BUS	FB15AC	N15.0185001.00033	CD
20	P/N 24300-37980 BOSS (R) LEVER	FB15AC	N16.0471002.00001	CD
21	P/N 70000-45710 POTENTIOMETER	FB15AC	N15.0117001.00008	CD
22	P/N 36430-00820 BULB 56V/25W	FB15AC	N15.0029001.00096	CD
23	P/N 36430-00410 BULB 56V/10W FOR BACK UP	FB15AC	N15.0029001.00097	CD
24	P/N 36430-00830 BULB 56V/40W	FB15AC	N15.0029001.00090	CD
25	P/N 01908-86001 FILTER,OIL	FB15AC	N16.0317005.00095	TD
26	P/N 31220-00000 BEARING (BELLCRANK)	FB15AC	N16.0038008.00932	FF
27	P/N 31220-10610 ROLLER	FB15AC	027.056.181	FF
28	P/N 36410-07330 LAMP HEAD	FB15AC	N15.0101004.00150	CD
29	ASB BEARING 83926BSM	FB15AC	005.899.413	FF
30	GRECKSTER SOLID TYRE 21 X 8-9 NON MARKING	FB15AC	N16.0952001.00031	CD
31	P/N 54000-65200 BASE,TERMINAL	FB15AC	N16.0030001.00017	CD
32	P/N 70000-86870 LENS, REAR COMBINATION, BRAKE	FB15AC	027.056.196	CD
33	P/N 32090-01480 MIRROR DRIVING	FB15AC	N16.0524001.00004	CD
34	P/N 1912-88019 HORN	FB15AC	N16.0406001.00006	CD
35	P/N 4310-38110 RIM, WHEEL (REAR)	FB15AC	N16.0724001.00015	CD
36	P/N 1901-55101 BEARING (KINGPIN)	FB15AC	N16.0038008.00888	FF
37	P/N 1901-55102 BEARING (KNUCKLE)	FB15AC	N16.0038001.00827	FF
38	P/N 32911-03360 SCREW, COMP., BALL	FB15AC	N15.0002001.00007	FF

39	NSK BEARING HR 32008 XJ	FB15AC	N16.0038008.00889	FF
40	P/N 14300-59953 KNUCKLE (R)	FB15AC	N16.0453001.00002	FF
41	NIKKEN LEAF CHAIN BL534 PITCH 5/8"	FB15AC	N16.0124001.00024	CD
42	P/N 36410-07570 LAMP REAR COMBINATION	FB15AC	N15.0101004.00028	CD
43	P/N 14504-79270 HOSE LP	FB15AC	N16.0407005.00125	CD
44	P/N A31851-04310 KIT REPAIR, TILT	FB15AC	N16.0449003.00044	FF
45	P/N 32511-00550 BOLT, HUB	FB15AC	N16.0059002.01188	CD
46	P/N 32511-00570 NUT, HUB	FB15AC	N16.0558009.00185	CD
47	P/N 4210-23260 BOLT,HUB	FB15AC	N16.0059002.01205	CD
48	P/N 4310-28340 NUT,HUB	FB15AC	N16.0558009.00184	CD
49	HYD.RUBBER HOSE 3/8" SUNFLEX SAE-100	FB15AC	040.251.565	CD
50	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/8" CAT.NO.K10.1004.10	FB15AC	N16.0407005.00304	CD
51	SUNFLEX COUPLER HOSE 5/8" BSP STRAIGHT	FB15AC	062.360.028	FF
52	SUNFLEX P/N SS01-12 FERRULE 3/4"	FB15AC	N16.0311001.00009	CD
53	EXITFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/16"X R1 SAE 100, WORKING PRESSURE:215 BAR	FB15AC	040.251.E43	FF
54	SUNFLEX P/N SS01-06 FERRULE 3/8"	FB15AC	N16.0311001.00001	CD
55	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 3/8" CAT.NO.K10.1004.06	FB15AC	040.251.F45	CD
56	P/N 8021RG0600000 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/8" 30 DEGREE	FB15AC	041.360.089	CD
57	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 3/8" BRIDGESTONE	FB15AC	N16.0407005.00060	CD
58	APTA TS-AP-101 BLUE SPOTLIGHT 9-48VDC	FB15AC	N15.0101004.00097	CD
59	P/N 14104-28002 STEP ®	FB15DC	N16.0882001.00004	CD
60	P/N 0415-30206 BEARING,RADIAL ROLLING	FB15DC	027.056.065	FF
61	P/N 14400-98921 COVER (L1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00013	CD
62	P/N 14400-98931 COVER (L2), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00014	CD
63	P/N 32051-23720 KIT (R),SHOE & LINGNG	FB15DC	N16.0795002.00096	CD
64	P/N 32051-23710 KIT(L), SHOE & LINGNG	FB15DC	N16.0795002.00078	CD
65	OIL SEAL NBR 65 X 88 X 12 MM	FB15DC	N16.0766004.00752	FF
66	P/N 31220-10900 BUSHING	FB15DC	027.056.037	FF
67	P/N 31220-11350 ROLLER SIDE	FB15DC	027.056.410	FF
68	P/N 32051-01690 KIT, REPAIR (MASTER)	FB15DC	N16.0449003.00114	FF
69	P/N 14104-27992 STEP (L)	FB15DC	N16.0882001.00005	CD
70	FAG BEARING 30208 A	FB15DC	N16.0038008.00939	FF
71	P/N 8271-70050 CONTACT U (BAR)	FB15DC	027.056.176	FF
72	P/N 32010-05220 CYLINDER ASSY MASTER	FB15DC	N16.0220002.00076	FF
73	P/N 1921-64058 CYLINDER ASSY WHEEL	FB15DC	N16.0220002.00078	FF
74	P/N 1906-39012 NIPPLE	FB15DC	027.056.301	FF
75	P/N 01921-64094 KIT, CYLINDER (WHEEL)	FB15DC	N16.0449003.00210	FF
76	P/N 39110-01120 CONDENSER	FB15DC	027.056.137	FF
77	P/N 24300-38502 PANEL, DISPLAY	FB15DC	027.056.584	CD
78	P/N 14400-98951 COVER (R1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00015	CD
79	P/N 14400-98941 COVER (R1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00016	CD
80	BRIDGESTONE SOLID TYRE 23 X 9-10 OIL	FB20AC	052.303.056	CD
81	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET,	FB20DC	027.056.062	FF

	ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555			
82	P/N 0415-30211 BEARING,RADIAL ROLLING	FB20DC	027.056.064	FF
83	P/N 32051-00640 KIT,CYLINDER	FB20DC	N16.0449003.00211	FF
84	P/N 31220-11410 BUSHING (AXLE)	FB20DC	N16.0088002.00439	FF
85	GRECKSTER SOLID TYRE WHITE 18 X 7-8	FB20DC	N16.0952001.00274	CD
86	P/N 14300-33951 RIM, WHEEL (FRONT)	FB20DC	N16.0724001.00012	CD
87	CABLE,ELECTRICAL, TYPE:NYAF, NUMBER OF CONDUCTORS:1, CONDUCTOR SIZE:50 MM2, CONDUCTOR MATERIAL:CU, RATING:450/750 V, BRAND:SUMI INDO	FB20DC	N15.0032002.00744	FF
88	P/N 14104-12943 STEP (L)	FB25AC	N16.0882001.00009	CD
89	P/N 14104-53150 STEP (R)	FB25AC	N16.0882001.00008	CD
90	P/N A31851-04450 REPAIR KIT	FB25AC	N16.0449003.00289	FF
91	P/N 32051-00090 CYLINDER ASSY	FB25AC	N16.0220002.00077	FF
92	GRECKSTER SOLID TYRE 23 X 9-10 NON MARKING	FB25AC	N16.0952001.00202	CD
93	JUMBO BRAKE FLUID @ 1L	FB25AC	N07.0002002.00042	TD
94	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 3/4" BRIDGESTONE	FB25AC	040.251.003	CD
95	SEAL,HYDRAULIC 40 X 50 X 7 MM POLYURETYHENE (PU)	FB25AC	057.111.704	FF
96	P/N 8022RG06 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/8" 30 DEGREE	FB25AC	041.360.098	CD
97	P/N 70000-78100 BEARING COMP,SENSOR	FBRF16	027.056.177	FF
98	P/N 1901-55049 BEARING RADIAL BALL	FBRF16	027.056.182	FF
99	P/N 1901-55072B ROLLER	FBRF16	027.056.184	FF
100	P/N 70000-02070 OIL FILTER	FBRF16	N16.0317005.00046	TD
101	P/N 14300-12970 WHEEL,LOAD	FBRF16	N16.1034006.00091	CD
102	TOTAL OIL AZOLLA ZS 68 (HYDRAULIC)	FBRF16	N07.0002004.00095	TD
103	LAMP,LAMP, TYPE:STROBE, WATTAGE:6 W, VOLTAGE:12-80V, COLOR:AMBER, BULB:LED, BASE:N/A, ADDITIONAL DETAILS:STROBE BEACON LOW ITENSITY, SINGLE FLASH PATTERN, 85 FLASHES/MINUTE, FLANGE MOUNTING, PART NUMBER:3951, BRAND:PRECO	FBRF16	N15.0101004.00080	CD
104	SUNFLEX P/N SNO1-04 FERRULE 1/4"	FBRF16	N16.0311001.00005	CD
105	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 1/4" CAT.NO.K10.1004.04	FBRF16	040.251.F43	CD
106	P/N 91H20-01370 SEAL OIL VALVE	FG15N	N16.0766004.00350	FF
107	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG15N	N17.0134001.00011	CD
108	P/N 91A21-00401 CLUTCH DISK ASSY	FG15N	N16.0015001.00015	TD
109	P/N 91B33-01100 SEAL DUST	FG15N	027.031.210	FF
110	BULB,BULB, SIZE:12 V-23/8W, PART NUMBER:05143-01800, EQUIPMENT:FORKLIFT,MITSUBISHI	FG15N	N15.0029001.00076	CD
111	P/N 91A51-35400 THROTTLE CABLE	FG15N	N16.0091001.00011	CD
112	BANDO V-BELT A-47	FG15N	N16.0041005.00289	TD
113	P/N91A65-12400 HOSE WATER LPG	FG15N	027.044.028	CD
114	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL	FG15N	N16.0355003.00269	FF

	DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245			
115	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI	FG15N	N16.0015001.00050	CD
116	P/N 91A05-13400 Switch, Lightning	FG15N	027.034.102	CD
117	GASKET KIT-VLV REGRD P/N 91H20-00020	FG15N	N16.0355003.00311	CD
118	P/N 91H20-01870 FILTER,OIL	FG15N	N16.0317005.00015	TD
119	GRECKSTER SOLID TYRE 650 X 10 OIL NON MARKING	FG15N	N16.0952001.00275	CD
120	P/N 91H20-02970 DISTIBUTOR ASSY	FG15N	N16.0258001.00004	FF
121	P/N 91B33-02700/F3003-06023 SEAL OIL	FG15N	N16.0766004.00045	FF
122	P/N 91A65-00611 FILTER ASSY	FG15N	N16.0317003.00013	TD
123	P/N 91A65-00600 SOLENOID FILTER ASSY	FG15N	N15.0145001.00118	TD
124	P/N 91H20-04670 REPAIR KIT VAPO	FG15N	N16.0449003.00094	FF
125	P/N 91E65-10100 PIPE LPG	FG15N	N16.0990010.00046	CD
126	P/N 94010-09500 BUSHING	FG15N	027.034.045	FF
127	P/N F1035-12060 BOLT,MAST	FG15N	027.044.016	CD
128	P/N 91246-01810 REPAIR KIT WHEEL CYL.	FG15N	N16.0449003.00095	FF
129	P/N 91B43-16410 SEALKIT, CYL STEERING	FG15N	N16.0449003.00314	FF
130	P/N 91A04-04100 FUSE 20 A	FG15N	N15.0076001.00024	FF
131	P/N 05153-09501 LAMP, COMBINATION RE	FG15N	N15.0101004.00079	CD
132	P/N 94104-02018 SEAL KIT,TILT CYLINDER	FG15N	N16.0449003.00093	FF
133	P/N 91A04-05200 HORN	FG15N	N16.0406001.00010	CD
134	P/N 91A71-30800 HOSE DELIVERY	FG15N	027.044.034	CD
135	P/N 91A05-04400 BUZZER BACK, PIEZO	FG15N	N15.0031001.00003	CD
136	P/N 05101-05300/05101-05400 LAMP HEAD	FG15N	N15.0101004.00016	CD
137	P/N 91A04-03800 FUSE 10 A	FG15N	N15.0076001.00023	FF
138	P/N 91A04-03900 FUSE 15 A	FG15N	N15.0076001.00002	FF
139	P/N 91H20-02770 HOSE,WATER	FG15N	N16.0407008.00008	CD
140	P/N 91H20-03280 PULLEY ASSY	FG15N	027.031.435	FF
141	P/N 05153-09510 LENS, REAR	FG15N	N16.0468003.00005	CD
142	P/N 91H20-04940 CABLE SET-HITENSION	FG15N	N16.0091001.00013	FF
143	P/N 91B54-00110 SEALKIT, ORBITROL	FG15N	027.034.082	FF
144	P/N 91B46-00313 SHOE & LINNING ASSY	FG15N	N16.0795002.00025	CD
145	P/N 05153-08510 LENS, FRONT	FG15N	N16.0468003.00001	CD
146	P/N 91B01-10400 HOSE, RUBBER LOWER	FG15N	N16.0407006.00073	CD
147	P/N 91B46-00312 CYLINDER ASSY,WHEEL L/RH	FG15N	N16.0220002.00036	FF
148	P/N 8021RG12H14 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/4" 30 DEGREE	FG15ND	041.360.091	CD
149	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 5/8" BRIDGESTONE	FG15ND	N16.0407005.00310	CD
150	GRECKSTER SOLID TYRE 700 X 12 NON MARKING	FG25N	N16.0952001.00276	CD
151	P/N 91H20-00360 GASKET CYLINDER HEAD	FG25N	N16.0355003.00260	FF
152	P/N 91E01-40200 HOSE,RUBBER UPPER	FG25N	N16.0407006.00037	CD
153	P/N 91E43-10800 HUB, REAR	FG25N	N16.0410001.00051	CD
154	P/N 91443-01500 RIM 4.00 EX9DT	FG25N	027.051.029	CD
155	GRECKSTER SOLID TYRE 600 X 9 NON MARKING	FG25N	N16.0952001.00201	CD

156	BRIDGESTONE SOLID TYRE 600 X 9	FG25N	N16.0952001.00041	CD
157	P/N 94204-00098 SEAL KIT TILT,CYL.	FG25N	N16.0449003.00111	FF
158	BELT,V, TYPE:A, BELT NUMBER:47, TOP WIDTH:13 MM, THICKNESS:9 MM, MATERIAL:RUBBER, BRAND:MITSUBOSHI	FG25ND	N16.0041005.00046	TD
159	PERTAMINA MESRAN SUPER SAE-20W/50 OIL	FG25ND	N07.0002004.00098	TD
160	CHAIN LUBE CC-93	FG25ND	N07.0002008.00003	CD
161	SHELL HELIX SPIRAX 80W/90 GEAR OIL	FG25ND	N07.0002004.00100	TD
162	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG25ND	N15.0101004.00109	CD
163	PERTAMINA ATF OIL DEXRON 3	FG25NT	N07.0002002.00046	TD
164	TOTAL TRANSMISSION TM 85W-140 GL-5	FG25NT	N07.0002004.00099	TD
165	SUPREME CABLE NYAF 1.5 MM2	FG25NT	N15.0032002.00201	FF
166	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FG25NT	N15.0101004.00095	CD
167	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:6.00-9, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:10 PR, ADDITIONAL DETAILS:NON MARKING, BRAND:ELASTOMERIC, EQUIPMENT:FORKLIFT	FG25NT	N16.0952001.00492	CD
168	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:700 X 12, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:12, ADDITIONAL DETAILS:WHITE TYRE (NON MARKING), BRAND:BKT, EQUIPMENT:FORKLIFT	FG30ND	N16.0952001.00411	CD
169	GASKET,GASKET, SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR CYLINDER HEAD, PART NUMBER:91H20-10360, EQUIPMENT:FORKLIFT, MITSUBISHI	FG30ND	N16.0355003.00047	FF
170	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:6.00-9, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:10 PR, ADDITIONAL DETAILS:NON MARKING, BRAND:ELASTOMERIC, EQUIPMENT:FORKLIFT	G25G	N16.0220002.00082	FF
171	P/N 130111-00003 BRAKE SHOE AS	G25G	027.061.144	CD
172	P/N A413637 SEAL VLV STEM OIL	G25G	027.061.063	FF
173	P/N C-1142 OIL FILTER "SAKURA"	G25G	N16.0317005.00016	TD
174	P/N A371153 RETURN FILTER HYDRAULIC	G25G	027.061.029	TD
175	P/N A403601 BELT,FAN	G25G	N16.0041005.00657	TD
176	P/N A371159 FILTER,HYDRAULIC RETURN	G25G	027.061.004	TD
177	TRELLEBORG SOLID TYRE 21 X 8-9	G25G	N16.0952001.00018	CD
178	ACCU,WATER @ 20L	OtherHD	N05.0006002.00001	TD
179	SUNFLEX P/N SS01-10 FERRULE 5/8"	TFG425	N16.0311001.00008	CD
180	BRIDGESTONE FLEX.RUBBER HOSE 1/4"	TFG425	040.202.009	CD

7. Tabel B.7 Hasil Uji *Anderson-Darling Time to failure (TTF)*

Unit	Distribusi	TTF			
		<i>Weibull</i>	Exponential	Normal	<i>Lognormal</i>
		Parameter Estimates	Parameter Estimates	Parameter Estimates	Parameter Estimates
FL-03	Exponential	1.025	1.022	1.94	1.181
FL-05	<i>Lognormal</i>	1.012	2.62	4.198	0.97
FL-06	Exponential	0.558	0.553	2.544	0.882
FL-07	<i>Lognormal</i>	1.32	1.8	4.432	0.913
FL-14	<i>Weibull</i>	0.595	0.705	2.068	0.663
FL-18	<i>Weibull</i>	1.013	1.195	1.187	1.436
FL-26	<i>Weibull</i>	0.716	0.882	3.15	0.743
FL-27	<i>Weibull</i>	0.609	0.613	2.292	0.827
FL-28	Exponential	0.771	0.733	1.681	0.984
FL-29	<i>Lognormal</i>	1.072	1.256	3.877	0.72
FL-33	<i>Lognormal</i>	1.476	1.653	4.053	0.739
FL-34	<i>Lognormal</i>	0.742	0.696	3.249	0.623
FL-35	<i>Weibull</i>	0.612	0.893	2.356	0.8
FL-36	<i>Weibull</i>	0.636	0.64	2.739	0.809
FL-37	<i>Weibull</i>	0.542	0.67	1.486	1.173
FL-38	<i>Lognormal</i>	0.796	0.833	4.159	0.661
FL-47	<i>Lognormal</i>	0.761	0.848	2.815	0.658
FL-48	<i>Weibull</i>	0.643	1.052	1.231	1.007
FL-49	<i>Weibull</i>	1.36	2.077	1.64	1.759
FL-51	<i>Lognormal</i>	0.705	1.141	3.939	0.627
FL-52	<i>Weibull</i>	0.913	1.119	1.865	1.503
FL-61	<i>Weibull</i>	0.914	0.914	1.132	1.417
FL-62	<i>Lognormal</i>	1.194	2.301	1.462	1.12
FL-65	Normal	1.725	2.554	1.559	1.865
FL-66	<i>Weibull</i>	1.35	1.357	1.803	2.063
FL-67	Normal	1.134	2.086	1.025	1.601
FL-92	<i>Weibull</i>	0.821	1.251	0.885	1.354
FL-93	<i>Weibull</i>	0.616	1.236	1.938	0.638
FL-94	<i>Lognormal</i>	0.876	0.84	2.213	0.763
FL-04	<i>Weibull</i>	0.546	1.02	1.498	1.257
FL-13	<i>Weibull</i>	0.745	0.806	2.027	0.948
FL-17	<i>Weibull</i>	0.628	1.994	5.879	0.631
FL-19	<i>Weibull</i>	0.555	0.855	5.031	0.646
FL-24	<i>Lognormal</i>	1.488	1.97	6.217	0.743
FL-39	<i>Lognormal</i>	0.679	0.677	3.582	0.669
FL-40	<i>Weibull</i>	0.63	0.686	3.478	0.655
FL-46	<i>Weibull</i>	0.882	0.906	1.792	1.006
FL-55	<i>Lognormal</i>	0.676	0.769	3.94	0.534
FL-56	<i>Lognormal</i>	0.732	0.737	3.71	0.531
FL-57	<i>Weibull</i>	0.962	1.045	1.457	1.443
FL-58	<i>Weibull</i>	0.822	1.964	1.231	1.429

FL-59	Weibull	1.012	1.962	2.139	1.294
FL-63	Exponential	0.747	0.729	1.471	1.233
FL-68	Weibull	0.615	0.763	1.724	1.014
FL-69	Weibull	0.826	0.94	1.788	0.869
FL-70	Weibull	0.517	1.098	1.602	1.005
FL-71	Exponential	0.694	0.662	2.691	0.813
FL-72	Lognormal	1.361	3.279	8.578	1.04
FL-75	Weibull	0.703	0.768	1.894	1.514
FL-76	Weibull	0.592	0.598	1.598	1.009
FL-77	Normal	1.029	1.345	0.845	1.703
FL-78	Weibull	0.591	1.212	3.061	0.809
FL-82	Weibull	0.806	0.875	1.908	1.052
FL-89	Weibull	1.04	1.225	1.467	1.131
FL-96	Weibull	0.811	0.904	1.469	0.998
FL-97	Lognormal	0.804	1.732	1.671	0.672
FL-98	Normal	1.617	1.79	1.214	1.995
FL-99	Normal	1.153	1.659	1.007	1.624
FL-103	Weibull	0.808	0.984	1.202	1.076
FL-104	Weibull	0.683	1.384	1.143	0.988
FL-105	Weibull	0.695	0.804	1.686	1.004
FL-106	Weibull	0.995	1.129	1.136	1.29
FL-108	Weibull	0.816	1.056	1.331	0.964

8. Tabel B.8 Hasil Uji *Anderson-Darling Time To Repair (TTR)*

Unit	Distribusi	TTR			
		Weibull	Exponential	Normal	Lognormal
		Parameter Estimates	Parameter Estimates	Parameter Estimates	Parameter Estimates
FL-03	Lognormal	1.901	3.783	2.855	1.543
FL-05	Lognormal	1.393	2.972	2.133	1.101
FL-06	Lognormal	1.201	1.982	2.512	0.88
FL-07	Lognormal	2.704	3.927	5.571	1.469
FL-14	Lognormal	2.796	6.577	3.956	1.246
FL-18	Lognormal	2.036	1.85	3.372	1.764
FL-26	Lognormal	1.165	2.676	2.315	0.769
FL-27	Lognormal	1.881	2.504	3.929	0.991
FL-28	Lognormal	1.801	2.173	3.675	1.099
FL-29	Lognormal	2.223	2.22	4.017	1.721
FL-33	Lognormal	2.968	5.013	4.037	2.447
FL-34	Lognormal	1.353	1.921	2.916	0.975
FL-35	Lognormal	3.858	4.002	6.548	3.181
FL-36	Lognormal	3.201	3.119	6.424	2.074
FL-37	Lognormal	3.525	3.71	4.653	3.282
FL-38	Lognormal	1.084	4.516	1.592	0.68
FL-47	Lognormal	1.92	2.321	3.311	1.488
FL-48	Lognormal	1.455	1.391	2.409	1.278

FL-49	<i>Lognormal</i>	1.664	2.142	2.287	1.519
FL-51	<i>Lognormal</i>	2.144	3.586	3.198	1.507
FL-52	<i>Lognormal</i>	1.699	1.595	4.031	1.223
FL-61	<i>Lognormal</i>	2.61	4.674	2.896	2.283
FL-62	<i>Lognormal</i>	1.917	2.407	2.13	1.87
FL-65	<i>Weibull</i>	2.77	2.82	3.319	2.887
FL-66	<i>Lognormal</i>	1.655	4.83	1.754	1.156
FL-67	<i>Weibull</i>	1.307	3.457	1.313	1.312
FL-92	<i>Lognormal</i>	1.787	2.339	2.858	1.245
FL-93	<i>Lognormal</i>	1.775	2.276	4.22	0.915
FL-94	<i>Lognormal</i>	1.39	1.9	2.537	1.11
FL-04	<i>Lognormal</i>	2.509	4.364	3.775	1.66
FL-13	<i>Lognormal</i>	2.282	2.398	4.315	1.59
FL-17	<i>Lognormal</i>	2.172	2.961	4.771	1.348
FL-19	<i>Lognormal</i>	3.883	3.881	7.434	2.755
FL-24	<i>Lognormal</i>	3.491	3.054	6.012	2.856
FL-39	<i>Lognormal</i>	1.918	2.029	5.084	1.357
FL-40	<i>Lognormal</i>	1.329	1.406	3.302	1.192
FL-46	<i>Lognormal</i>	2.4	2.238	2.603	2.206
FL-55	<i>Exponential</i>	4.537	3.877	5.777	4.206
FL-56	<i>Lognormal</i>	4.693	8.612	6.1	3.936
FL-57	<i>Lognormal</i>	1.842	2.941	3.042	1.467
FL-58	<i>Lognormal</i>	1.557	4.558	2.18	1.004
FL-59	<i>Lognormal</i>	1.755	1.957	3.859	1.086
FL-63	<i>Lognormal</i>	2.464	3.432	4.519	1.51
FL-68	<i>Lognormal</i>	1.402	3.832	2.055	0.94
FL-69	<i>Lognormal</i>	0.961	1.881	2.022	0.887
FL-70	<i>Lognormal</i>	0.75	2.212	1.539	0.665
FL-71	<i>Lognormal</i>	1.365	2.558	2.919	0.805
FL-72	<i>Lognormal</i>	3.568	4.221	7.154	2.519
FL-75	<i>Lognormal</i>	2.248	2.927	3.557	1.733
FL-76	<i>Lognormal</i>	2.93	4.987	3.77	2.581
FL-77	<i>Lognormal</i>	2.335	3.405	3.145	1.535
FL-78	<i>Lognormal</i>	1.569	2.306	2.805	1.257
FL-82	<i>Weibull</i>	1.164	4.073	1.217	1.181
FL-89	<i>Weibull</i>	1.147	3.625	1.339	1.165
FL-96	<i>Lognormal</i>	1.849	2.894	2.971	1.202
FL-97	<i>Weibull</i>	0.815	3.911	0.855	1.054
FL-98	<i>Lognormal</i>	2.415	2.7	3.502	1.871
FL-99	<i>Lognormal</i>	1.177	1.604	1.774	1.026
FL-103	<i>Lognormal</i>	1.732	2.334	2.243	1.653
FL-104	<i>Lognormal</i>	1.887	2.832	2.345	1.721
FL-105	<i>Weibull</i>	1.2	1.582	1.668	1.255
FL-106	<i>Lognormal</i>	2.358	2.861	3.033	2.114
FL-108	<i>Weibull</i>	1.114	1.852	1.603	1.171

9. Tabel B.9 Parameter Distribusi Uji Aderson-Darling

Unit	TTF			TTR		
	Distribusi	Parameter	Value	Distribusi	Parameter	Value
FL-03	Exponential	Mean	72.5	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0265491
FL-03	Exponential	0	0	<i>Lognormal</i>	Scale	0.615188
FL-03	Exponential	Mean(MTTF)	72.5	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.17666
FL-03	Exponential	<i>Standard Deviation</i>	72.5	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.798074
FL-03	Exponential	Median	50.2532	<i>Lognormal</i>	Median	0.9738
FL-05	<i>Lognormal</i>	Location	2.08851	<i>Lognormal</i>	Location	0.0377354
FL-05	<i>Lognormal</i>	Scale	1.36701	<i>Lognormal</i>	Scale	0.576431
FL-05	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	20.5502	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.22614
FL-05	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	48.1066	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.769772
FL-05	<i>Lognormal</i>	Median	8.0729	<i>Lognormal</i>	Median	1.03846
FL-06	Exponential	Mean	71.9556	<i>Lognormal</i>	Location	0.0960227
FL-06	Exponential	0	0	<i>Lognormal</i>	Scale	0.754617
FL-06	Exponential	Mean(MTTF)	71.9556	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.46338
FL-06	Exponential	<i>Standard Deviation</i>	71.9556	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.28184
FL-06	Exponential	Median	49.8758	<i>Lognormal</i>	Median	1.10078
FL-07	<i>Lognormal</i>	Location	3.11324	<i>Lognormal</i>	Location	0.276516
FL-07	<i>Lognormal</i>	Scale	0.943761	<i>Lognormal</i>	Scale	0.691593
FL-07	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	35.1134	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.67475
FL-07	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	42.0892	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.31159
FL-07	<i>Lognormal</i>	Median	22.4938	<i>Lognormal</i>	Median	1.31853
FL-14	<i>Weibull</i>	Shape	1.14605	<i>Lognormal</i>	Location	0.0862576
FL-14	<i>Weibull</i>	Scale	83.6655	<i>Lognormal</i>	Scale	0.466502
FL-14	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	79.7048	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.2154
FL-14	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	69.7187	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.599278
FL-14	<i>Weibull</i>	Median	60.7655	<i>Lognormal</i>	Median	1.09009
FL-18	<i>Weibull</i>	Shape	1.25722	<i>Lognormal</i>	Location	0.692374
FL-18	<i>Weibull</i>	Scale	99.1931	<i>Lognormal</i>	Scale	0.917969
FL-18	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	92.2667	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	3.04563
FL-18	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	73.8706	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	3.50255
FL-18	<i>Weibull</i>	Median	74.1094	<i>Lognormal</i>	Median	1.99845
FL-26	<i>Weibull</i>	Shape	1.10649	<i>Lognormal</i>	Location	0.106208
FL-26	<i>Weibull</i>	Scale	143.525	<i>Lognormal</i>	Scale	0.650945
FL-26	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	138.223	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.37448
FL-26	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	125.094	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.99841
FL-26	<i>Weibull</i>	Median	103.055	<i>Lognormal</i>	Median	1.11205
FL-27	<i>Weibull</i>	Shape	1.04167	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0519787

FL-27	<i>Weibull</i>	Scale	113.82	<i>Lognormal</i>	Scale	0.708286
FL-27	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	111.97	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.22001
FL-27	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	107.516	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.984715
FL-27	<i>Weibull</i>	Median	80.0594	<i>Lognormal</i>	Median	0.949349
FL-28	<i>Exponential</i>	Mean	110.844	<i>Lognormal</i>	Location	0.120639
FL-28	<i>Exponential</i>	0	0	<i>Lognormal</i>	Scale	0.75894
FL-28	<i>Exponential</i>	Mean(MTTF)	110.844	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.50476
FL-28	<i>Exponential</i>	<i>Standard Deviation</i>	110.844	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.32802
FL-28	<i>Exponential</i>	Median	76.831	<i>Lognormal</i>	Median	1.12822
FL-29	<i>Lognormal</i>	Location	4.3356	<i>Lognormal</i>	Location	0.257026
FL-29	<i>Lognormal</i>	Scale	1.16744	<i>Lognormal</i>	Scale	0.904019
FL-29	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	150.966	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.94576
FL-29	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	257.42	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	2.1878
FL-29	<i>Lognormal</i>	Median	76.3709	<i>Lognormal</i>	Median	1.29308
FL-33	<i>Lognormal</i>	Location	4.17941	<i>Lognormal</i>	Location	-0.175796
FL-33	<i>Lognormal</i>	Scale	0.895497	<i>Lognormal</i>	Scale	0.556762
FL-33	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	97.5502	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	0.979411
FL-33	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	108.18	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.590418
FL-33	<i>Lognormal</i>	Median	65.3272	<i>Lognormal</i>	Median	0.838789
FL-34	<i>Lognormal</i>	Location	3.9177	<i>Lognormal</i>	Location	0.170837
FL-34	<i>Lognormal</i>	Scale	1.06496	<i>Lognormal</i>	Scale	0.75454
FL-34	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	88.6566	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.57697
FL-34	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	128.735	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.38116
FL-34	<i>Lognormal</i>	Median	50.2847	<i>Lognormal</i>	Median	1.1863
FL-35	<i>Weibull</i>	Shape	1.14887	<i>Lognormal</i>	Location	0.312126
FL-35	<i>Weibull</i>	Scale	86.5707	<i>Lognormal</i>	Scale	0.970934
FL-35	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	82.413	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	2.18908
FL-35	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	71.9167	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	2.74024
FL-35	<i>Weibull</i>	Median	62.9249	<i>Lognormal</i>	Median	1.36633
FL-36	<i>Weibull</i>	Shape	1.05314	<i>Lognormal</i>	Location	0.482933
FL-36	<i>Weibull</i>	Scale	96.3534	<i>Lognormal</i>	Scale	0.802953
FL-36	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	94.3979	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	2.23737
FL-36	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	89.6682	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	2.12901
FL-36	<i>Weibull</i>	Median	68.0338	<i>Lognormal</i>	Median	1.62082
FL-37	<i>Weibull</i>	Shape	1.11981	<i>Lognormal</i>	Location	0.30188
FL-37	<i>Weibull</i>	Scale	114.271	<i>Lognormal</i>	Scale	0.650857
FL-37	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	109.63	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.67144
FL-37	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	98.0698	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.21393
FL-37	<i>Weibull</i>	Median	82.3743	<i>Lognormal</i>	Median	1.3524

FL-38	<i>Lognormal</i>	Location	3.73238	<i>Lognormal</i>	Location	-0.101023
FL-38	<i>Lognormal</i>	Scale	1.11308	<i>Lognormal</i>	Scale	0.523625
FL-38	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	77.6227	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.03673
FL-38	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	121.549	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.582282
FL-38	<i>Lognormal</i>	Median	41.7784	<i>Lognormal</i>	Median	0.903912
FL-47	<i>Lognormal</i>	Location	4.17595	<i>Lognormal</i>	Location	0.389624
FL-47	<i>Lognormal</i>	Scale	1.23849	<i>Lognormal</i>	Scale	0.768015
FL-47	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	140.173	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.98287
FL-47	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	267.285	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.77765
FL-47	<i>Lognormal</i>	Median	65.1018	<i>Lognormal</i>	Median	1.47643
FL-48	<i>Weibull</i>	Shape	1.26544	<i>Lognormal</i>	Location	0.495284
FL-48	<i>Weibull</i>	Scale	19.5308	<i>Lognormal</i>	Scale	0.880257
FL-48	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	18.1408	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	2.41744
FL-48	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	14.4345	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	2.61517
FL-48	<i>Weibull</i>	Median	14.6196	<i>Lognormal</i>	Median	1.64096
FL-49	<i>Weibull</i>	Shape	0.812018	<i>Lognormal</i>	Location	0.396161
FL-49	<i>Weibull</i>	Scale	64.6524	<i>Lognormal</i>	Scale	0.665887
FL-49	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	72.4865	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.85496
FL-49	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	89.914	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.38565
FL-49	<i>Weibull</i>	Median	41.1681	<i>Lognormal</i>	Median	1.48611
FL-51	<i>Lognormal</i>	Location	2.81501	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0156246
FL-51	<i>Lognormal</i>	Scale	1.26281	<i>Lognormal</i>	Scale	0.550537
FL-51	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	37.0528	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.14559
FL-51	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	73.424	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.681638
FL-51	<i>Lognormal</i>	Median	16.6933	<i>Lognormal</i>	Median	0.984497
FL-52	<i>Weibull</i>	Shape	0.887991	<i>Lognormal</i>	Location	0.45994
FL-52	<i>Weibull</i>	Scale	49.9437	<i>Lognormal</i>	Scale	0.915654
FL-52	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	52.9435	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	2.40885
FL-52	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	59.7537	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	2.75992
FL-52	<i>Weibull</i>	Median	33.0543	<i>Lognormal</i>	Median	1.58398
FL-61	<i>Weibull</i>	Shape	1.00785	<i>Lognormal</i>	Location	0.147192
FL-61	<i>Weibull</i>	Scale	68.7638	<i>Lognormal</i>	Scale	0.398051
FL-61	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	68.5389	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.2541
FL-61	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	68.0055	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.519635
FL-61	<i>Weibull</i>	Median	47.7997	<i>Lognormal</i>	Median	1.15858
FL-62	<i>Lognormal</i>	Location	5.03108	<i>Lognormal</i>	Location	-0.122068
FL-62	<i>Lognormal</i>	Scale	0.569116	<i>Lognormal</i>	Scale	0.519889
FL-62	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	180.013	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.01316
FL-62	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	111.332	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.564411

FL-62	<i>Lognormal</i>	Median	153.099	<i>Lognormal</i>	Median	0.885088
FL-65	Normal	Mean	202.588	<i>Weibull</i>	Shape	1.2606
FL-65	Normal	StDev	105.123	<i>Weibull</i>	Scale	2.05521
FL-65	Normal	Mean(MTTF)	202.588	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	1.91055
FL-65	Normal	<i>Standard Deviation</i>	105.123	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.52575
FL-65	Normal	Median	202.588	<i>Weibull</i>	Median	1.53669
FL-66	<i>Weibull</i>	Shape	1.04027	<i>Lognormal</i>	Location	-0.34584
FL-66	<i>Weibull</i>	Scale	167.162	<i>Lognormal</i>	Scale	0.332024
FL-66	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	164.528	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	0.747725
FL-66	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	158.194	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.255265
FL-66	<i>Weibull</i>	Median	117.523	<i>Lognormal</i>	Median	0.707625
FL-67	Normal	Mean	266.3	<i>Weibull</i>	Shape	3.28322
FL-67	Normal	StDev	152.658	<i>Weibull</i>	Scale	0.914202
FL-67	Normal	Mean(MTTF)	266.3	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	0.819843
FL-67	Normal	<i>Standard Deviation</i>	152.658	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.274799
FL-67	Normal	Median	266.3	<i>Weibull</i>	Median	0.817637
FL-92	<i>Weibull</i>	Shape	1.33084	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0888501
FL-92	<i>Weibull</i>	Scale	215.961	<i>Lognormal</i>	Scale	0.656737
FL-92	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	198.55	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.13519
FL-92	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	150.663	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.833622
FL-92	<i>Weibull</i>	Median	163.972	<i>Lognormal</i>	Median	0.914983
FL-93	<i>Weibull</i>	Shape	1.29402	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0031439
FL-93	<i>Weibull</i>	Scale	99.6117	<i>Lognormal</i>	Scale	0.770359
FL-93	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	92.0853	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.34122
FL-93	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	71.7433	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.20727
FL-93	<i>Weibull</i>	Median	75.0416	<i>Lognormal</i>	Median	0.996861
FL-94	<i>Lognormal</i>	Location	4.18329	<i>Lognormal</i>	Location	0.0016104
FL-94	<i>Lognormal</i>	Scale	1.05959	<i>Lognormal</i>	Scale	0.834368
FL-94	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	114.969	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.41864
FL-94	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	165.542	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	1.42292
FL-94	<i>Lognormal</i>	Median	65.5815	<i>Lognormal</i>	Median	1.00161
FL-04	<i>Weibull</i>	Shape	1.2304	<i>Lognormal</i>	Location	0.0645647
FL-04	<i>Weibull</i>	Scale	76.751	<i>Lognormal</i>	Scale	0.552064
FL-04	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	71.749	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.24228
FL-04	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	58.6315	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.74155
FL-04	<i>Weibull</i>	Median	56.9792	<i>Lognormal</i>	Median	1.06669
FL-13	<i>Weibull</i>	Shape	1.13708	<i>Lognormal</i>	Location	0.240986
FL-13	<i>Weibull</i>	Scale	63.8157	<i>Lognormal</i>	Scale	0.796869
FL-13	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	60.937	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.74802

FL-13	Weibull	Standard Deviation	53.7089	Lognormal	Standard Deviation	1.64632
FL-13	Weibull	Median	46.2319	Lognormal	Median	1.2725
FL-17	Weibull	Shape	0.792823	Lognormal	Location	0.638275
FL-17	Weibull	Scale	45.8758	Lognormal	Scale	0.765656
FL-17	Weibull	Mean(MTTF)	52.3171	Lognormal	Mean(MTTF)	2.53803
FL-17	Weibull	Standard Deviation	66.5929	Lognormal	Standard Deviation	2.26611
FL-17	Weibull	Median	28.8944	Lognormal	Median	1.89321
FL-19	Weibull	Shape	0.928695	Lognormal	Location	0.311706
FL-19	Weibull	Scale	53.5941	Lognormal	Scale	0.825329
FL-19	Weibull	Mean(MTTF)	55.466	Lognormal	Mean(MTTF)	1.91993
FL-19	Weibull	Standard Deviation	59.7745	Lognormal	Standard Deviation	1.89693
FL-19	Weibull	Median	36.1177	Lognormal	Median	1.36575
FL-24	Lognormal	Location	3.42623	Lognormal	Location	0.760517
FL-24	Lognormal	Scale	1.10636	Lognormal	Scale	1.00513
FL-24	Lognormal	Mean(MTTF)	56.7269	Lognormal	Mean(MTTF)	3.54542
FL-24	Lognormal	Standard Deviation	87.897	Lognormal	Standard Deviation	4.68527
FL-24	Lognormal	Median	30.7605	Lognormal	Median	2.13938
FL-39	Lognormal	Location	3.54102	Lognormal	Location	0.31917
FL-39	Lognormal	Scale	1.02846	Lognormal	Scale	0.922003
FL-39	Lognormal	Mean(MTTF)	58.5504	Lognormal	Mean(MTTF)	2.10479
FL-39	Lognormal	Standard Deviation	80.2768	Lognormal	Standard Deviation	2.43634
FL-39	Lognormal	Median	34.5021	Lognormal	Median	1.37599
FL-40	Weibull	Shape	1.06948	Lognormal	Location	0.698322
FL-40	Weibull	Scale	55.3839	Lognormal	Scale	0.917591
FL-40	Weibull	Mean(MTTF)	53.9579	Lognormal	Mean(MTTF)	3.06274
FL-40	Weibull	Standard Deviation	50.4842	Lognormal	Standard Deviation	3.52007
FL-40	Weibull	Median	39.3142	Lognormal	Median	2.01038
FL-46	Weibull	Shape	0.980599	Lognormal	Location	0.918882
FL-46	Weibull	Scale	14.032	Lognormal	Scale	0.929065
FL-46	Weibull	Mean(MTTF)	14.1517	Lognormal	Mean(MTTF)	3.85921
FL-46	Weibull	Standard Deviation	14.4325	Lognormal	Standard Deviation	4.51815
FL-46	Weibull	Median	9.65597	Lognormal	Median	2.50649
FL-55	Lognormal	Location	2.65715	Exponential	Mean	4.06019
FL-55	Lognormal	Scale	1.18469	Exponential	0	0
FL-55	Lognormal	Mean(MTTF)	28.7572	Exponential	Mean(MTTF)	4.06019
FL-55	Lognormal	Standard Deviation	50.3812	Exponential	Standard Deviation	4.06019
FL-55	Lognormal	Median	14.2556	Exponential	Median	2.81431
FL-56	Lognormal	Location	3.02806	Lognormal	Location	0.0253997
FL-56	Lognormal	Scale	1.09915	Lognormal	Scale	0.532664

FL-56	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	37.7932	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.18207
FL-56	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	57.9016	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	0.677063
FL-56	<i>Lognormal</i>	Median	20.6572	<i>Lognormal</i>	Median	1.02573
FL-57	<i>Weibull</i>	Shape	0.951935	<i>Lognormal</i>	Location	0.378606
FL-57	<i>Weibull</i>	Scale	18.7277	<i>Lognormal</i>	Scale	0.704978
FL-57	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	19.1474	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.87218
FL-57	<i>Weibull</i>	Standard Deviation	20.1215	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	1.50215
FL-57	<i>Weibull</i>	Median	12.7431	<i>Lognormal</i>	Median	1.46025
FL-58	<i>Weibull</i>	Shape	1.49686	<i>Lognormal</i>	Location	0.0221734
FL-58	<i>Weibull</i>	Scale	68.2899	<i>Lognormal</i>	Scale	0.501738
FL-58	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	61.6641	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.15956
FL-58	<i>Weibull</i>	Standard Deviation	41.9491	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	0.620407
FL-58	<i>Weibull</i>	Median	53.4585	<i>Lognormal</i>	Median	1.02242
FL-59	<i>Weibull</i>	Shape	0.802709	<i>Lognormal</i>	Location	0.344523
FL-59	<i>Weibull</i>	Scale	24.3417	<i>Lognormal</i>	Scale	0.816792
FL-59	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	27.5128	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.97013
FL-59	<i>Weibull</i>	Standard Deviation	34.5539	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	1.9189
FL-59	<i>Weibull</i>	Median	15.4189	<i>Lognormal</i>	Median	1.41132
FL-63	Exponential	Mean	76.359	<i>Lognormal</i>	Location	0.0092103
FL-63	Exponential	0	0	<i>Lognormal</i>	Scale	0.678516
FL-63	Exponential	Mean(MTTF)	76.359	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.27049
FL-63	Exponential	Standard Deviation	76.359	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	0.971474
FL-63	Exponential	Median	52.928	<i>Lognormal</i>	Median	1.00925
FL-68	<i>Weibull</i>	Shape	1.14907	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0888808
FL-68	<i>Weibull</i>	Scale	146.019	<i>Lognormal</i>	Scale	0.529386
FL-68	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	138.999	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.05258
FL-68	<i>Weibull</i>	Standard Deviation	121.276	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	0.59864
FL-68	<i>Weibull</i>	Median	106.141	<i>Lognormal</i>	Median	0.914955
FL-69	<i>Weibull</i>	Shape	1.18323	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0523383
FL-69	<i>Weibull</i>	Scale	81.1678	<i>Lognormal</i>	Scale	0.762472
FL-69	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	76.6343	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.26914
FL-69	<i>Weibull</i>	Standard Deviation	65.0055	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	1.12695
FL-69	<i>Weibull</i>	Median	59.5468	<i>Lognormal</i>	Median	0.949008
FL-70	<i>Weibull</i>	Shape	1.27176	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0893583
FL-70	<i>Weibull</i>	Scale	78.6148	<i>Lognormal</i>	Scale	0.730621
FL-70	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	72.9405	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.19428
FL-70	<i>Weibull</i>	Standard Deviation	57.7655	<i>Lognormal</i>	Standard Deviation	1.00306
FL-70	<i>Weibull</i>	Median	58.931	<i>Lognormal</i>	Median	0.914518
FL-71	Exponential	Mean	89.5349	<i>Lognormal</i>	Location	-0.230326

FL-71	Exponential	0	0	Lognormal	Scale	0.69349
FL-71	Exponential	Mean(MTTF)	89.5349	Lognormal	Mean(MTTF)	1.01019
FL-71	Exponential	Standard Deviation	89.5349	Lognormal	Standard Deviation	0.793869
FL-71	Exponential	Median	62.0609	Lognormal	Median	0.794275
FL-72	Lognormal	Location	3.70143	Lognormal	Location	0.131259
FL-72	Lognormal	Scale	1.29714	Lognormal	Scale	0.984986
FL-72	Lognormal	Mean(MTTF)	93.945	Lognormal	Mean(MTTF)	1.85217
FL-72	Lognormal	Standard Deviation	196.597	Lognormal	Standard Deviation	2.37082
FL-72	Lognormal	Median	40.5052	Lognormal	Median	1.14026
FL-75	Weibull	Shape	1.06571	Lognormal	Location	0.0057574
FL-75	Weibull	Scale	158.32	Lognormal	Scale	0.660574
FL-75	Weibull	Mean(MTTF)	154.438	Lognormal	Mean(MTTF)	1.25099
FL-75	Weibull	Standard Deviation	144.997	Lognormal	Standard Deviation	0.925278
FL-75	Weibull	Median	112.247	Lognormal	Median	1.00577
FL-76	Weibull	Shape	1.08562	Lognormal	Location	0.218424
FL-76	Weibull	Scale	164.177	Lognormal	Scale	0.579703
FL-76	Weibull	Mean(MTTF)	159.117	Lognormal	Mean(MTTF)	1.47175
FL-76	Weibull	Standard Deviation	146.704	Lognormal	Standard Deviation	0.930137
FL-76	Weibull	Median	117.136	Lognormal	Median	1.24411
FL-77	Normal	Mean	98.1304	Lognormal	Location	0.168756
FL-77	Normal	StDev	67.2201	Lognormal	Scale	0.486122
FL-77	Normal	Mean(MTTF)	98.1304	Lognormal	Mean(MTTF)	1.33231
FL-77	Normal	Standard Deviation	67.2201	Lognormal	Standard Deviation	0.68788
FL-77	Normal	Median	98.1304	Lognormal	Median	1.18383
FL-78	Weibull	Shape	0.800888	Lognormal	Location	-0.0360309
FL-78	Weibull	Scale	64.5699	Lognormal	Scale	0.757004
FL-78	Weibull	Mean(MTTF)	73.0999	Lognormal	Mean(MTTF)	1.28466
FL-78	Weibull	Standard Deviation	92.033	Lognormal	Standard Deviation	1.12998
FL-78	Weibull	Median	40.8585	Lognormal	Median	0.96461
FL-82	Weibull	Shape	0.944274	Weibull	Shape	3.00525
FL-82	Weibull	Scale	146.911	Weibull	Scale	1.02701
FL-82	Weibull	Mean(MTTF)	150.79	Weibull	Mean(MTTF)	0.917174
FL-82	Weibull	Standard Deviation	159.768	Weibull	Standard Deviation	0.332822
FL-82	Weibull	Median	99.6522	Weibull	Median	0.909099
FL-89	Weibull	Shape	1.29502	Weibull	Shape	2.13263
FL-89	Weibull	Scale	124.734	Weibull	Scale	1.15289
FL-89	Weibull	Mean(MTTF)	115.291	Weibull	Mean(MTTF)	1.02103
FL-89	Weibull	Standard Deviation	89.7571	Weibull	Standard Deviation	0.503785
FL-89	Weibull	Median	93.9879	Weibull	Median	0.970844

FL-96	<i>Weibull</i>	Shape	1.18469	<i>Lognormal</i>	Location	-0.0630568
FL-96	<i>Weibull</i>	Scale	162.87	<i>Lognormal</i>	Scale	0.608889
FL-96	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	153.722	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.13011
FL-96	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	130.241	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.757104
FL-96	<i>Weibull</i>	Median	119.531	<i>Lognormal</i>	Median	0.93889
FL-97	<i>Lognormal</i>	Location	4.47834	<i>Weibull</i>	Shape	2.44382
FL-97	<i>Lognormal</i>	Scale	0.786634	<i>Weibull</i>	Scale	0.807452
FL-97	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	120.03	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	0.71605
FL-97	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	111.097	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.312701
FL-97	<i>Lognormal</i>	Median	88.0887	<i>Weibull</i>	Median	0.694998
FL-98	<i>Normal</i>	Mean	141.947	<i>Lognormal</i>	Location	-0.205331
FL-98	<i>Normal</i>	StDev	89.8399	<i>Lognormal</i>	Scale	0.618154
FL-98	<i>Normal</i>	Mean(MTTF)	141.947	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	0.985827
FL-98	<i>Normal</i>	<i>Standard Deviation</i>	89.8399	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.672518
FL-98	<i>Normal</i>	Median	141.947	<i>Lognormal</i>	Median	0.814377
FL-99	<i>Normal</i>	Mean	168.783	<i>Lognormal</i>	Location	-0.188337
FL-99	<i>Normal</i>	StDev	115.228	<i>Lognormal</i>	Scale	0.731699
FL-99	<i>Normal</i>	Mean(MTTF)	168.783	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.08259
FL-99	<i>Normal</i>	<i>Standard Deviation</i>	115.228	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.910985
FL-99	<i>Normal</i>	Median	168.783	<i>Lognormal</i>	Median	0.828335
FL-103	<i>Weibull</i>	Shape	1.23094	<i>Lognormal</i>	Location	-0.238901
FL-103	<i>Weibull</i>	Scale	154.9	<i>Lognormal</i>	Scale	0.626817
FL-103	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	144.79	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	0.958437
FL-103	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	118.269	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.664903
FL-103	<i>Weibull</i>	Median	115.011	<i>Lognormal</i>	Median	0.787493
FL-104	<i>Weibull</i>	Shape	1.39598	<i>Lognormal</i>	Location	0.0722968
FL-104	<i>Weibull</i>	Scale	187.009	<i>Lognormal</i>	Scale	0.545538
FL-104	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	170.522	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.24745
FL-104	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	123.746	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.734449
FL-104	<i>Weibull</i>	Median	143.827	<i>Lognormal</i>	Median	1.07497
FL-105	<i>Weibull</i>	Shape	1.10488	<i>Weibull</i>	Shape	1.37912
FL-105	<i>Weibull</i>	Scale	169.619	<i>Weibull</i>	Scale	1.04516
FL-105	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	163.43	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	0.954894
FL-105	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	148.117	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.700845
FL-105	<i>Weibull</i>	Median	121.733	<i>Weibull</i>	Median	0.801245
FL-106	<i>Weibull</i>	Shape	1.2425	<i>Lognormal</i>	Location	0.034976
FL-106	<i>Weibull</i>	Scale	189.616	<i>Lognormal</i>	Scale	0.57671
FL-106	<i>Weibull</i>	Mean(MTTF)	176.85	<i>Lognormal</i>	Mean(MTTF)	1.22296
FL-106	<i>Weibull</i>	<i>Standard Deviation</i>	143.18	<i>Lognormal</i>	<i>Standard Deviation</i>	0.768211

FL-106	Weibull	Median	141.178	Lognormal	Median	1.03559
FL-108	Weibull	Shape	1.28549	Weibull	Shape	1.543
FL-108	Weibull	Scale	135.264	Weibull	Scale	1.41824
FL-108	Weibull	Mean(MTTF)	125.215	Weibull	Mean(MTTF)	1.27617
FL-108	Weibull	Standard Deviation	98.1649	Weibull	Standard Deviation	0.844239
FL-108	Weibull	Median	101.709	Weibull	Median	1.11838

10. Tabel B.10 Availability dan Reliability Awal Unit

Unit	Rata HM (Bulan)	Freq.	K	MTTR	μ	N (round)	i	Interval Waktu Pemeriksaan	D(n)	A(n)	A(tp)	A	R(tp)
FL-03	222.00	83	6.38	1.18	188.67	6	888.00	37.00	0.007	0.993	0.988	0.981	0.332
FL-05	55.31	71	5.46	1.23	45.11	6	221.23	9.22	0.028	0.972	0.999	0.971	0.603
FL-06	254.21	69	4.93	1.46	173.72	6	1016.86	42.37	0.006	0.994	0.987	0.981	0.870
FL-07	132.64	93	6.64	1.67	79.20	7	530.57	18.95	0.014	0.986	0.999	0.984	0.608
FL-14	287.86	77	5.50	1.22	236.84	6	1151.43	47.98	0.005	0.995	0.990	0.985	0.651
FL-18	231.36	47	3.36	3.05	75.96	7	925.43	33.05	0.008	0.992	0.987	0.979	0.946
FL-26	496.00	54	3.86	1.37	360.86	5	1984.00	99.20	0.003	0.997	0.994	0.991	0.683
FL-27	370.86	46	3.29	1.22	303.98	5	1483.43	74.17	0.003	0.997	0.993	0.989	0.654
FL-28	295.29	41	2.93	1.50	196.23	5	1181.14	59.06	0.004	0.996	0.990	0.986	0.339
FL-29	498.57	49	3.50	1.95	256.23	6	1994.29	83.10	0.003	0.997	0.999	0.996	0.602
FL-33	361.07	58	4.14	0.98	368.66	5	1444.29	72.21	0.003	0.997	0.999	0.995	0.604
FL-34	335.64	56	4.00	1.58	212.84	6	1342.57	55.94	0.004	0.996	0.999	0.995	0.603
FL-35	262.71	59	4.21	2.19	120.01	7	1050.86	37.53	0.007	0.993	0.987	0.980	0.920
FL-36	349.00	62	4.43	2.24	155.99	7	1396.00	49.86	0.005	0.995	0.986	0.981	0.826
FL-37	345.57	49	3.50	1.67	206.75	5	1382.29	69.11	0.004	0.996	0.991	0.987	0.937
FL-38	345.14	66	4.71	1.04	332.91	5	1380.57	69.03	0.004	0.996	0.999	0.995	0.640
FL-47	367.14	45	3.21	1.98	185.16	6	1468.57	61.19	0.004	0.996	0.999	0.995	0.602
FL-48	38.21	43	3.07	2.42	15.81	6	152.86	6.37	0.042	0.958	0.934	0.894	0.651
FL-49	213.21	41	2.93	1.85	114.94	5	852.86	42.64	0.007	0.993	0.980	0.974	0.585
FL-51	94.50	52	3.71	1.15	82.49	5	378.00	18.90	0.014	0.986	0.999	0.986	0.603
FL-52	137.57	51	3.64	2.41	57.11	6	550.29	22.93	0.013	0.987	0.981	0.969	0.787
FL-61	135.29	30	2.14	1.25	107.87	4	541.14	33.82	0.008	0.992	0.988	0.980	0.648
FL-62	215.00	16	1.14	1.01	212.21	3	860.00	71.67	0.004	0.996	0.999	0.995	0.836
FL-65	279.64	26	1.86	1.91	146.37	4	1118.57	69.91	0.004	0.996	0.999	0.995	0.820
FL-66	373.43	30	2.14	0.75	499.42	3	1493.71	124.48	0.002	0.998	0.997	0.994	0.385
FL-67	428.29	22	1.57	0.82	522.40	3	1713.14	142.76	0.002	0.998	0.999	0.997	0.712
FL-92	461.79	32	2.29	1.14	406.79	4	1847.14	115.45	0.002	0.998	0.996	0.994	0.633
FL-93	278.57	46	3.29	1.34	207.70	5	1114.29	55.71	0.005	0.995	0.992	0.988	0.882
FL-94	254.64	49	3.50	1.42	179.50	5	1018.57	50.93	0.005	0.995	0.999	0.994	0.612
FL-04	296.86	66	4.71	1.24	238.96	5	1187.43	59.37	0.005	0.995	0.988	0.983	0.409
FL-13	179.86	58	4.14	1.75	102.89	6	719.43	29.98	0.009	0.991	0.980	0.972	0.555
FL-17	208.07	85	6.07	2.54	81.98	8	832.29	26.01	0.011	0.989	0.966	0.956	0.408

FL-19	319.93	102	7.29	1.92	166.64	8	1279.71	39.99	0.007	0.993	0.975	0.968	0.103
FL-24	272.43	97	6.93	3.55	76.84	10	1089.71	27.24	0.010	0.990	0.998	0.988	0.603
FL-39	293.07	96	6.86	2.10	139.24	8	1172.29	36.63	0.007	0.993	0.998	0.990	0.602
FL-40	216.57	88	6.29	3.06	70.71	9	866.29	24.06	0.011	0.989	0.966	0.955	0.595
FL-46	29.43	43	3.07	3.86	7.63	7	117.71	4.20	0.067	0.933	0.858	0.800	0.488
FL-55	85.57	112	8.00	4.06	21.08	12	342.29	7.13	0.036	0.964	0.997	0.961	0.664
FL-56	118.79	86	6.14	1.18	100.49	6	475.14	19.80	0.013	0.987	0.998	0.985	0.601
FL-57	49.93	47	3.36	1.87	26.67	6	199.71	8.32	0.030	0.970	0.934	0.906	0.345
FL-58	142.50	50	3.57	1.16	122.89	5	570.00	28.50	0.009	0.991	0.988	0.979	0.638
FL-59	64.00	140	10.00	1.97	32.49	9	256.00	7.11	0.039	0.961	0.949	0.912	0.306
FL-63	239.71	59	4.21	1.27	188.68	5	958.86	47.94	0.006	0.994	0.988	0.982	0.351
FL-68	407.93	45	3.21	1.05	387.55	4	1631.71	101.98	0.003	0.997	0.995	0.992	0.329
FL-69	252.64	46	3.29	1.27	199.07	5	1010.57	50.53	0.005	0.995	0.988	0.983	0.323
FL-70	281.50	59	4.21	1.19	235.71	5	1126.00	56.30	0.005	0.995	0.988	0.984	0.422
FL-71	318.64	58	4.14	1.01	315.43	5	1274.57	63.73	0.004	0.996	0.992	0.988	0.234
FL-72	302.21	49	3.50	1.85	163.17	6	1208.86	50.37	0.005	0.995	0.999	0.994	0.607
FL-75	545.57	60	4.29	1.25	436.11	5	2182.29	109.11	0.003	0.997	0.994	0.992	0.171
FL-76	504.21	60	4.29	1.47	342.60	6	2016.86	84.04	0.003	0.997	0.993	0.990	0.253
FL-77	198.79	28	2.00	1.33	149.20	4	795.14	49.70	0.005	0.995	0.998	0.993	0.692
FL-78	197.21	38	2.71	1.28	153.51	4	788.86	49.30	0.006	0.994	0.987	0.981	0.506
FL-82	304.00	30	2.14	0.92	331.45	3	1216.00	101.33	0.003	0.997	0.996	0.993	0.246
FL-89	307.43	37	2.64	1.02	301.10	4	1229.71	76.86	0.003	0.997	0.994	0.990	0.519
FL-96	342.29	30	2.14	1.13	302.88	4	1369.14	85.57	0.003	0.997	0.995	0.992	0.279
FL-97	256.93	32	2.29	0.72	358.81	3	1027.71	85.64	0.003	0.997	0.999	0.996	0.601
FL-98	242.14	24	1.71	0.99	245.62	3	968.57	80.71	0.004	0.996	0.999	0.995	0.684
FL-99	323.14	27	1.93	1.08	298.49	3	1292.57	107.71	0.003	0.997	0.999	0.996	0.653
FL-103	320.29	34	2.43	0.96	334.18	4	1281.14	80.07	0.003	0.997	0.997	0.994	0.054
FL-104	329.29	34	2.43	1.25	263.97	4	1317.14	82.32	0.003	0.997	0.995	0.992	0.205
FL-105	326.07	32	2.29	0.95	341.47	3	1304.29	108.69	0.003	0.997	0.997	0.994	0.061
FL-106	335.86	32	2.29	1.22	274.63	4	1343.43	83.96	0.003	0.997	0.995	0.992	0.321
FL-108	313.14	41	2.93	1.28	245.38	4	1252.57	78.29	0.004	0.996	0.993	0.989	0.213

LAMPIRAN C

Pada lampiran ini tercantum pengumpulan data pendukung dan pengolahan data yang dilakukan oleh penulis dalam menunjang pembuatan program Pemeriksaan Pengecekan Harian (P2H).

1. Tabel A.1 Parameter Pengecekan berdasarkan Kerusakan Komponen *Forklift*

No.	<i>Equipment</i>	Model	<i>Material Code</i>	Parameter Pengecekan
1	P/N 50437813 HORN 48V/335HZ	ETM216	N16.0406001.00005	Check Kondisi Klakson
2	P/N 51443197 PEDAL <i>ACCELERATOR</i>	ETM216	N16.0594001.00010	Check Kondisi Pedal Akselerasi
3	P/N 51240968 <i>HOSE HYD</i>	ETM216	027.058.145	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
4	P/N 50262633 WHEEL, DRIVE D343X114/VU	ETM216	N16.1034006.00027	Check Kondisi Roda
5	P/N 52020236 <i>CHAIN</i>	ETM216	N16.0124001.00158	Check Kondisi Rantai
6	P/N 91A14-11510 BUCKLE	ETM216	N16.0080001.00002	Check Kondisi <i>Seat belt</i>
7	BULB,BULB, SIZE:12 V-23/8W, PART NUMBER:05143-01800, <i>EQUIPMENT:FORKLIFT,MITSUBISHI</i>	FB15AC	N16.0468003.00003	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
8	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE <i>SAFETY LIGHT</i> , WATTAGE:25 W, <i>VOLTAGE:10-80 VDC</i> , COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FB15AC	N16.0190001.00010	Check Kondisi <i>Head Light & Working Light</i>
9	<i>GASKET,GASKET</i> , SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR <i>CYLINDER HEAD</i> , PART NUMBER:91H20-10360, <i>EQUIPMENT:FORKLIFT</i> , MITSUBISHI	FB15AC	N16.0410001.00044	Check Kondisi Roda
10	P/N 24300-38513 PANEL DISPLAY	FB15AC	N16.0585001.00017	Check Kondisi Panel <i>Dashboard</i>
11	P/N 50001-10570 PANEL DISPLAY	FB15AC	N16.0585001.00018	Check Kondisi Panel <i>Dashboard</i>
12	P/N 91E43-15610 <i>REPAIR KIT, CYLINDER</i>	FB15AC	N16.0449003.00292	Check Kondisi Pedal Rem
13	P/N 36430-00400 BULB 60V/25/10W	FB15AC	N15.0029001.00098	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
14	P/N A31851-34370 KIT, <i>REPAIR</i>	FB15AC	N16.0449003.00686	Check Kondisi Pedal Rem
15	GRECKSTER SOLID TYRE 500 X 8 NON MARKING	FB15AC	N16.0952001.00266	Check Kondisi Ban
16	P/N 70000-90630 DISPLAY, CAN BUS	FB15AC	N15.0185001.00033	Check Kondisi Panel <i>Dashboard</i>
17	P/N 24300-37980 BOSS (R) LEVER	FB15AC	N16.0471002.00001	Check Kondisi Tuas Transmisi
18	P/N 70000-45710 POTENTIOMETER	FB15AC	N15.0117001.00008	Check Kondisi Klakson
19	P/N 36430-00820 BULB 56V/25W	FB15AC	N15.0029001.00096	Check Kondisi Lampu Sein
20	P/N 36430-00410 BULB 56V/10W FOR BACK UP	FB15AC	N15.0029001.00097	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
21	P/N 36430-00830 BULB 56V/40W	FB15AC	N15.0029001.00090	Check Kondisi <i>Head Light & Working Light</i>

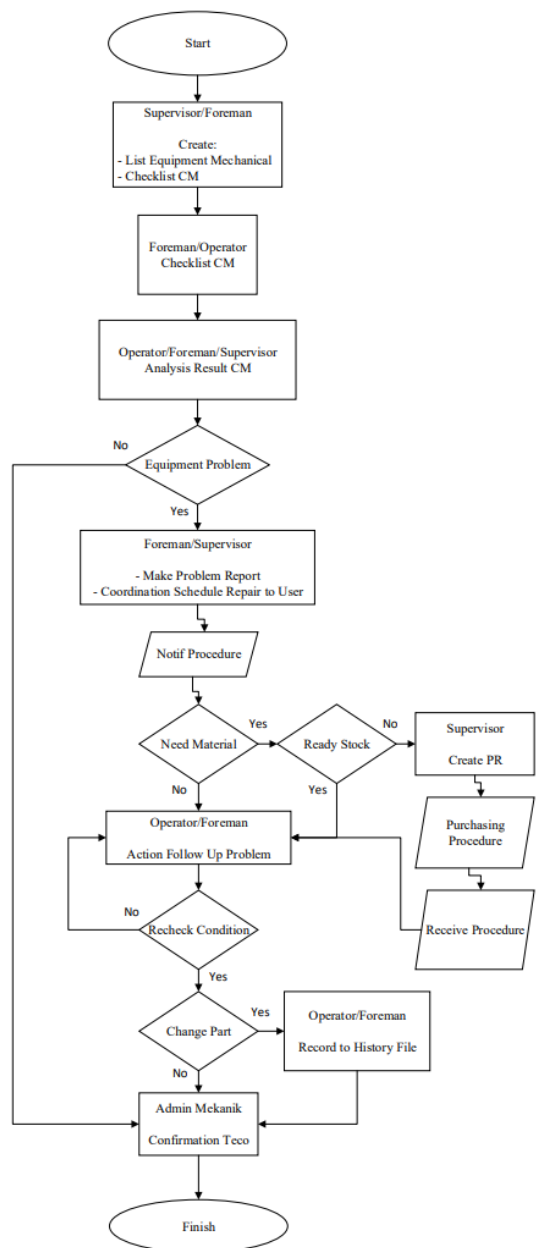
22	P/N 36410-07330 LAMP HEAD	FB15AC	N15.0101004.00150	Check Kondisi <i>Head Light & Working Light</i>
23	GRECKSTER SOLID TYRE 21 X 8-9 NON MARKING	FB15AC	N16.0952001.00031	Check Kondisi Ban
24	P/N 54000-65200 BASE,TERMINAL	FB15AC	N16.0030001.00017	Check Kondisi Body
25	P/N 70000-86870 LENS, REAR COMBINATION, BRAKE	FB15AC	027.056.196	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
26	P/N 32090-01480 MIRROR DRIVING	FB15AC	N16.0524001.00004	Check Kondisi Body
27	P/N 1912-88019 HORN	FB15AC	N16.0406001.00006	Check Kondisi Klakson
28	P/N 4310-38110 RIM, WHEEL (REAR)	FB15AC	N16.0724001.00015	Check Kondisi Ban
29	NIKKEN LEAF CHAIN BL534 PITCH 5/8"	FB15AC	N16.0124001.00024	Check Kondisi Rantai
30	P/N 36410-07570 LAMP REAR COMBINATION	FB15AC	N15.0101004.00028	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
31	P/N 14504-79270 HOSE LP	FB15AC	N16.0407005.00125	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
32	P/N 32511-00550 BOLT, HUB	FB15AC	N16.0059002.01188	Check Kondisi Baut Ban
33	P/N 32511-00570 NUT, HUB	FB15AC	N16.0558009.00185	Check Kondisi Baut Ban
34	P/N 4210-23260 BOLT,HUB	FB15AC	N16.0059002.01205	Check Kondisi Baut Ban
35	P/N 4310-28340 NUT,HUB	FB15AC	N16.0558009.00184	Check Kondisi Baut Ban
36	HYD.RUBBER HOSE 3/8" SUNFLEX SAE-100	FB15AC	040.251.565	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
37	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 5/8" CAT.NO.K10.1004.10	FB15AC	N16.0407005.00304	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
38	SUNFLEX P/N SS01-12 FERRULE 3/4"	FB15AC	N16.0311001.00009	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
39	SUNFLEX P/N SS01-06 FERRULE 3/8"	FB15AC	N16.0311001.00001	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
40	KOBEFLEX HYDRAULIC RUBBER HOSE 3/8" CAT.NO.K10.1004.06	FB15AC	040.251.F45	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
41	P/N 8021RG0600000 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/8" 30 DEGREE	FB15AC	041.360.089	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
42	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 3/8" BRIDGESTONE	FB15AC	N16.0407005.00060	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
43	APTA TS-AP-101 BLUE SPOTLIGHT 9-48VDC	FB15AC	N15.0101004.00097	Check Kondisi <i>Head Light & Working Light</i>
44	P/N 14104-28002 STEP ®	FB15DC	N16.0882001.00004	Check Kondisi Body
45	P/N 14400-98921 COVER (L1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00013	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
46	P/N 14400-98931 COVER (L2), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00014	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
47	P/N 32051-23720 KIT (R),SHOE & LINGNG	FB15DC	N16.0795002.00096	Check Kondisi Pedal Rem
48	P/N 32051-23710 KIT(L), SHOE & LINGNG	FB15DC	N16.0795002.00078	Check Kondisi Pedal Rem
49	P/N 14104-27992 STEP (L)	FB15DC	N16.0882001.00005	Check Kondisi Body
50	P/N 24300-38502 PANEL, DISPLAY	FB15DC	027.056.584	Check Kondisi Panel <i>Dashboard</i>
51	P/N 14400-98951 COVER (R1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00015	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem

52	P/N 14400-98941 COVER (R1), REAR LAMP	FB15DC	N16.0190001.00016	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
53	BRIDGESTONE SOLID TYRE 23 X 9-10 <i>OIL</i>	FB20AC	052.303.056	Check Kondisi Ban
54	GRECKSTER SOLID TYRE WHITE 18 X 7-8	FB20DC	N16.0952001.00274	Check Kondisi Ban
55	P/N 14300-33951 RIM, WHEEL (FRONT)	FB20DC	N16.0724001.00012	Check Kondisi Ban
56	P/N 14104-12943 STEP (L)	FB25AC	N16.0882001.00009	Check Kondisi Body
57	P/N 14104-53150 STEP (R)	FB25AC	N16.0882001.00008	Check Kondisi Body
58	GRECKSTER SOLID TYRE 23 X 9-10 NON MARKING	FB25AC	N16.0952001.00202	Check Kondisi Ban
59	JUMBO BRAKE FLUID @ 1L	FB25AC	N07.0002002.00042	Check Level Oli Rem
60	<i>HOSE,RUBBER HYDRAULIC 3/4"</i> BRIDGESTONE	FB25AC	040.251.003	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
61	P/N 8022RG06 BRIDGESTONE ADAPTER <i>HOSE HYDRAULIC 3/8"</i> 30 DEGREE	FB25AC	041.360.098	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
62	P/N 14300-12970 WHEEL,LOAD	FBRF16	N16.1034006.00091	Check Kondisi Body
63	TOTAL <i>OIL</i> AZOLLA ZS 68 (<i>HYDRAULIC</i>)	FBRF16	N07.0002004.00095	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
64	LAMP,LAMP, TYPE:STROBE, WATTAGE:6 W, <i>VOLTAGE:12-80V</i> , COLOR:AMBER, BULB:LED, BASE:N/A, ADDITIONAL DETAILS:STROBE BEACON LOW INTENSITY, SINGLE FLASH PATTERN, 85 FLASHES/MINUTE, FLANGE MOUNTING, PART NUMBER:3951, BRAND:PRECO	FBRF16	N15.0101004.00080	Check Kondisi <i>Head Light & Working Light</i>
65	SUNFLEX P/N SN01-04 <i>FERRULE 1/4"</i>	FBRF16	N16.0311001.00005	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
66	KOBEFLEX <i>HYDRAULIC</i> RUBBER <i>HOSE 1/4"</i> CAT.NO.K10.1004.04	FBRF16	040.251.F43	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
67	LAMP,LAMP, TYPE: <i>SAFETY</i> LAMP, WATTAGE:5 W, <i>VOLTAGE:12-110 VDC</i> , COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG15N	N17.0134001.00011	Check Kebocoran <i>Regulator</i> LPG
68	P/N 91A21-00401 <i>CLUTCH</i> DISK ASSY	FG15N	N16.0015001.00015	Check Kondisi Pedal Kopling
69	BULB,BULB, SIZE:12 V-23/8W, PART NUMBER:05143-01800, <i>EQUIPMENT:FORKLIFT</i> ,MITSUBISHI	FG15N	N15.0029001.00076	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
70	P/N 91A51-35400 <i>THROTTLE</i> CABLE	FG15N	N16.0091001.00011	Check Kondisi Kabel
71	P/N91A65-12400 <i>HOSE</i> WATER LPG	FG15N	027.044.028	Check Kebocoran <i>Regulator</i> LPG
72	<i>GASKET,GASKET</i> , SIZE:N/A, MATERIAL:METAL, ADDITIONAL DETAILS:FOR <i>CYLINDER HEAD</i> , PART NUMBER:91H20-10360, <i>EQUIPMENT:FORKLIFT</i> , MITSUBISHI	FG15N	N16.0015001.00050	Check Level Air Radiator
73	P/N 91A05-13400 <i>Switch, Lightning</i>	FG15N	027.034.102	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
74	<i>GASKET</i> KIT-VLV REGRD P/N 91H20-00020	FG15N	N16.0355003.00311	Check Level & Kebocoran Oli Mesin
75	GRECKSTER SOLID TYRE 650 X 10 <i>OIL</i> NON MARKING	FG15N	N16.0952001.00275	Check Kondisi Ban
76	P/N 91E65-10100 PIPE LPG	FG15N	N16.0990010.00046	Check Kebocoran <i>Regulator</i> LPG
77	P/N F1035-12060 BOLT,MAST	FG15N	027.044.016	Check Kondisi Body

78	P/N 05153-09501 LAMP, COMBINATION RE	FG15N	N15.0101004.00079	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
79	P/N 91A04-05200 HORN	FG15N	N16.0406001.00010	Check Kondisi Klakson
80	P/N 91A71-30800 HOSE DELIVERY	FG15N	027.044.034	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
81	P/N 91A05-04400 BUZZER BACK, PIEZO	FG15N	N15.0031001.00003	Check Kondisi Alarm Buzzer
82	P/N 05101-05300/05101-05400 LAMP HEAD	FG15N	N15.0101004.00016	Check Kondisi Head Light & Working Light
83	P/N 91H20-02770 HOSE,WATER	FG15N	N16.0407008.00008	Check Level Air Radiator
84	P/N 05153-09510 LENS, REAR	FG15N	N16.0468003.00005	Check Kondisi Lampu Mundur & Lampu Rem
85	P/N 91B46-00313 SHOE & LINNING ASSY	FG15N	N16.0795002.00025	Check Kondisi Pedal Rem
86	P/N 05153-08510 LENS, FRONT	FG15N	N16.0468003.00001	Check Kondisi Head Light & Working Light
87	P/N 91B01-10400 HOSE, RUBBER LOWER	FG15N	N16.0407006.00073	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
88	P/N 8021RG12H14 BRIDGESTONE ADAPTER HOSE HYDRAULIC 3/4" 30 DEGREE	FG15ND	041.360.091	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
89	HOSE,RUBBER HYDRAULIC 5/8" BRIDGESTONE	FG15ND	N16.0407005.00310	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
90	GRECKSTER SOLID TYRE 700 X 12 NON MARKING	FG25N	N16.0952001.00276	Check Kondisi Ban
91	P/N 91E01-40200 HOSE,RUBBER UPPER	FG25N	N16.0407006.00037	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
92	P/N 91E43-10800 HUB, REAR	FG25N	N16.0410001.00051	Check Kondisi Roda
93	P/N 91443-01500 RIM 4.00 EX9DT	FG25N	027.051.029	Check Kondisi Ban
94	GRECKSTER SOLID TYRE 600 X 9 NON MARKING	FG25N	N16.0952001.00201	Check Kondisi Ban
95	BRIDGESTONE SOLID TYRE 600 X 9	FG25N	N16.0952001.00041	Check Kondisi Ban
96	PERTAMINA MESRAN SUPER SAE-20W/50 OIL	FG25ND	N07.0002004.00098	Check Level & Kebocoran Oli Mesin
97	CHAIN LUBE CC-93	FG25ND	N07.0002008.00003	Check Kondisi Rantai
98	LAMP,LAMP, TYPE:SAFETY LAMP, WATTAGE:5 W, VOLTAGE:12-110 VDC, COLOR:BLUE, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:BLUE SPOTLIGHT, BRAND:TOTAL SOURCE, ORDER NUMBER:23825245	FG25ND	N15.0101004.00109	Check Kondisi Head Light & Working Light
99	LAMP,LAMP, TYPE:RED ZONE SAFETY LIGHT, WATTAGE:25 W, VOLTAGE:10-80 VDC, COLOR:RED, BULB:LED, BASE:SOCKET, ADDITIONAL DETAILS:IP68, WQK1081D, BRAND:NIGHT BREAKER, ORDER NUMBER:305555	FG25NT	N15.0101004.00095	Check Kondisi Head Light & Working Light
100	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:6.00-9, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:10 PR, ADDITIONAL DETAILS:NON MARKING, BRAND:ELASTOMERIC, EQUIPMENT:FORKLIFT	FG25NT	N16.0952001.00492	Check Kondisi Ban
101	TIRE, TYPE:SOLID, SIZE:700 X 12, MATERIAL:RUBBER, TREAD STYLE:J-LUG, PLY:12, ADDITIONAL DETAILS:WHITE TYRE (NON MARKING), BRAND:BKT, EQUIPMENT:FORKLIFT	FG30ND	N16.0952001.00411	Check Kondisi Ban

102	P/N 130111-00003 BRAKE SHOE AS	G25G	027.061.144	Check Kondisi Pedal Rem
103	TRELLEBORG SOLID TYRE 21 X 8-9	G25G	N16.0952001.00018	Check Kondisi Ban
104	ACCU,WATER @ 20L	OtherHD	N05.0006002.00001	Check Level Air Aki
105	SUNFLEX P/N SS01-10 FERRULE 5/8"	TFG425	N16.0311001.00008	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik
106	BRIDGESTONE FLEX.RUBBER HOSE 1/4"	TFG425	040.202.009	Check Level & Kebocoran Oli Hidrolik

2. *Standard Operation Procedure* (SOP) pemeliharaan alat berat yang telah dijalankan.



Gambar C.1 *Standard Operation Procedure* Perawatan Alat Berat

Tahapan pada perawatan alat berat berupa:

1. *Supervisor/foreman* membuat checklist CM dan form report CM sesuai dengan jumlah *plant*
2. Pengambilan data CM oleh PIC
3. Analisa hasil CM di informasikan ke user
4. Peralatan mekanik kondisi bagus (*teco*)
5. Pembuatan laporan kerusakan peralatan oleh *foreman/supervisor* ke user
6. User membuat notifikasi ke mekanik *Central Workshop*
7. *Operator/foreman* melakukan perbaikan peralatan yang rusak
8. Jika masalah sudah teratasi, konfirmasi ke admin untuk technical complete
9. Jika dibutuhkan *material* ambil di store dan jika tidak ada *supervisor* buka PR
10. *Foreman* dan *operator* melakukan perbaikan setelah spare part (*material*) tersedia
11. Jika masalah sudah teratasi, konfirmasi ke admin untuk technical complete

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Fadhilah Rizqi Zaen. Penulis lahir di Kota Tangerang pada tanggal 22 Januari 2002. Penulis menempuh pendidikan formal di SDN Duren Jaya VI Bekasi Timur lulus pada tahun 2013, SMPN 1 Kota Bekasi lulus pada tahun 2016, SMAN 1 Kota Bekasi lulus pada tahun 2018, dan menempuh pendidikan sarjana di Departemen Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama masa studinya, penulis aktif dalam berbagai kegiatan baik kegiatan akademik maupun non – akademik. Dalam kegiatan akademik penulis aktif mengikuti seminar khususnya dalam bidang studi desain dan mengikut kegiatan Magang Bersertifikat Kampus Merdeka Batch 1 pada tahun 2021. Dalam kegiatan non – akademik penulis aktif dalam keorganisasian, penulis menjabat sebagai Kepala Biro Pengembangan Tingkat Lanjut BEM FTIRS ITS periode 2020-2021 dan Kepala Biro Big Event DIMENSI ITS periode 2020-2021.

Untuk segala informasi, saran, dan kepentingan yang berhubungan dengan penelitian ini silahkan menghubungi penulis melalui fadhilahrizqi.fr@gmail.com.