



LAPORAN MAGANG – VW231905

**PERANCANGAN KERETA *ENGINE STAND* DENGAN
MENGUNAKAN PENGGERAK MOTOR GUNA MENGURANGI
LEAD TIME PROSES AKTIVITAS *SUPPORT* PADA AREA *ENGINE
ASSEMBLY* PT. KOMATSU REMANUFACTURING ASIA**

PT. KOMATSU REMANUFACTURING ASIA

**Jl. Pulau Balang, Kel. Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan
Kalimantan Timur, Kode Pos 76127**

Disusun Oleh :

**M Maulana Rahmatuloh
NRP. 2038211018**

Dosen Pembimbing :

**Ir. Suhariyanto, M.T.
NIP. 196204241989031005**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2024**



LAPORAN MAGANG – VW231905

**PERANCANGAN KERETA *ENGINE STAND* DENGAN
MENGUNAKAN PENGGERAK MOTOR GUNA MENGURANGI
LEAD TIME PROSES AKTIVITAS SUPPORT PADA AREA *ENGINE
ASSEMBLY* PT. KOMATSU REMANUFACTURING ASIA**

**PT. Komatsu Remanufacturing Asia
Jl. Pulau Balang, Kel. Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan
Kalimantan Timur, Kode Pos 76127**

**Penulis:
M Maulana Rahmatuloh
NRP.2038211018**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2024**



**LEMBAR PENGESAHAN
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI**

Laporan Magang di

PT. Komatsu Remanufacturing Asia

Jl. Pulau Balang, Kel. Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan

Balikpapan, 23 Mei 2024

Peserta Magang

M Maulana Rahmatuloh

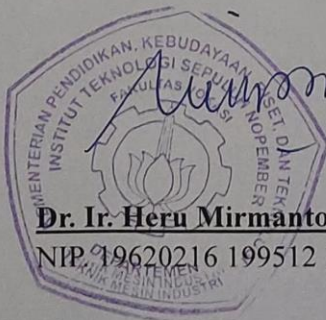
NRP. 2038211018

Mengetahui

**Kepala Departemen Teknik Mesin
Industri
Fakultas Vokasi - ITS**

Menyetujui

Pembimbing Magang



Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T

NIP. 19620216 199512 1 001

Ir. Suhariyanto, M.T.

NIP. 196204241 98903 1 005



**LEMBAR PENGESAHAN
PT KOMATSU REMANUFACTURING ASIA**

LAPORAN KERJA PRAKTIK

di PT KOMATSU REMANUFACTURING ASIA
ENGINE ASSEMBLY & CYLINDER DEPARTEMENT

Disusun Oleh :

M Maulana Rahmatuloh

NRP. 2038211018

Balikpapan, 23 Mei 2024
Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Vidya Dessy Budi PrihandiniHC
Development Staff

Anang Trianto
Pembimbing Lapangan

Mengetahui,

Adi Sulisyto
Human Capital, General Services, Security & LID Manage

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Rahmat dan karunianya, sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Magang Industri ini. Laporan Magang Industri ini digunakan dalam memenuhi mata kuliah Magang Industri sebagai tanda bukti bahwa telah melaksanakan Magang Kerja pada PT. Komatsu Remanufacturing Asia sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi dan bertujuan untuk menerapkan ilmu yang kami dapatkan pada bangku perkuliahan khususnya bidang Teknik Mesin pada Industri.

Ucapan terima kasih saya persembahkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan magang Industri ini, khususnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi – ITS.
2. Ibu Dr. Atria Pradityana, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri FV - ITS.
3. Bapak Ir. Suhariyanto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Magang Industri Departemen Teknik Mesin Industri FV - ITS.
4. Bapak Ahmat Safaat, S.T., M.T., selaku Koordinator Kerja Praktek Departemen Teknik Mesin Industri FV – ITS.
5. Bapak Anang Trianto selaku Pembimbing Lapangan Magang Industri.
6. Bapak Hari Nurcahyo selaku Mentor Magang Industri.
7. Seluruh karyawan dan staff di PT Komatsu Remanufacturing Asia.
8. Kedua orang tua saya yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan kepada saya.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Laporan Magang Industri.

Sadar bahwa Laporan Magang Industri ini masih jauh dari sempurna, dengan kerendahan hati kami mohon kritik dan saran yang sifatnya membangun guna penyempurnaan laporan ini.

Balikpapan, 23 Mei 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PT KOMATSU REMANUFACTURING ASIA	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Magang.....	1
1.2.1 Tujuan Umum.....	1
1.2.2 Tujuan Khusus	2
1.3 Manfaat.....	2
1.4 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	2
BAB II DATA UMUM PERUSAHAAN	3
2.1 Profil Perusahaan.....	3
2.2 Tata Letak dan Lokasi Perusahaan	4
2.3 Struktur	5
2.4 Visi dan Misi.....	7
2.5 Nilai dan Budaya	8
2.6 Proses Produksi Pada Perusahaan.....	9
2.7 Produk Perusahaan	14
BAB III PELAKSANAAN MAGANG	17
3.1 Pelaksanaan Magang	17
3.2 Metode Penyelesaian Magang Industri Secara Umum.....	37
3.2.1 Flowchart Peyelesaian Magang Industri PT. Komatsu Remanufacturing Asia	37
3.2.2 Penjelasan Diagram Alir.....	37
BAB IV HASIL MAGANG	40
4.1 Penjelasan Hasil Kegiatan Magang	40
4.1.1 Definisi dan Klasifikasi Engine.....	40
4.1.2 Perbedaan Diesel Engine dan Gasoline Engine.....	41
4.1.3 Engine 4 Langkah dan 2 Langkah	42
4.1.3.1 Prinsip Kerja Engine 4 Langkah.....	42
4.1.3.2 Prinsip Kerja Engine 2 Langkah.....	44
4.1.4 Prinsip Dasar Pembakaran Pada Diesel Engine	44
4.1.4.1 Sifat Molekul	44
4.1.4.2 <i>Ishothermal</i>	45
4.1.4.3 <i>Adiabatic</i>	46
4.1.4.4 <i>Compression Ratio</i>	47
4.1.4.5 Proses Terjadinya Pembakaran Dalam <i>Engine</i>	48
4.1.4.6 <i>Firing Order</i>	49
4.1.4.7 <i>Valve Timing</i>	49

4.1.5 <i>Cylinder Head</i>	50
4.1.5.1 <i>Klasifikasi Cylinder Head</i>	51
4.1.5.2 <i>Cylinder Head Gasket</i>	55
4.1.6 <i>Valve System</i>	55
4.1.6.1 <i>Valve</i>	57
4.1.6.2 <i>Crosshead & Rocker arm</i>	58
4.1.6.3 <i>Push Rod dan Tappet (Cam Follower)</i>	59
4.1.6.4 <i>Camshaft</i>	60
4.1.7 <i>Cylinder Block</i>	61
4.1.7.1 <i>Struktur Cylinder Block</i>	61
4.1.7.2 <i>Cylinder Liner</i>	61
4.1.7.3 <i>Main Bearing Cap</i>	64
4.1.8 <i>Main Circulation Part</i>	65
4.1.8.1 <i>Piston</i>	65
4.1.8.2 <i>Conecting Rod</i>	69
4.1.8.3 <i>Crankshaft</i>	70
4.1.8.4 <i>Timing Gear</i>	72
4.1.8.5 <i>Flywheel</i>	74
4.1.9 <i>Macam – Macam System Dalam Diesel Engine</i>	76
4.1.9.1 <i>Fuel Ijection Pump</i>	76
4.1.9.2 <i>Common Rail Injection (CRI) dan Hight Pressure Common Rail (HPCR)</i>	77
4.1.9.3 <i>High Pressure Injection (HPI)</i>	79
4.1.9.4 <i>Lubrication System</i>	80
4.1.9.5 <i>Intake and Exhaust System</i>	80
4.1.9.6 <i>Cooling System</i>	82
4.1.10 <i>Standar Pengukuran Komponen</i>	82
4.1.10.1 <i>Pengukuran Pada Timing Gear</i>	84
4.2 <i>Perancangan Kereta Engine Stand Dengan Menggunakan Penggerak Motor Guna Mengurangi Lead Time Proses Aktivitas Support Pada Area Engine Assembly PT. Komatsu Remanufacturng Asia</i>	85
4.2.1 <i>Permasalahan</i>	87
4.2.2 <i>Persoalan</i>	87
4.2.3 <i>Maksud dan Tujuan</i>	88
4.2.4 <i>Kemanfaatan</i>	88
4.2.5 <i>Ruang Lingkup</i>	88
4.2.5.1 <i>Batasan</i>	88
4.2.5.2 <i>Asumsi</i>	88
4.2.6 <i>Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori</i>	89
4.2.6.1 <i>Lean manufacturing</i>	89
4.2.6.2 <i>Waste (pemborosan)</i>	89
4.2.6.3 <i>Value Stream Mapping (VSM)</i>	90
4.2.6.4 <i>Manufacturing Lead Time</i>	92
4.2.6.5 <i>Root Cause Analysis (RCA)</i>	93

4.2.6.6 Diagram Pareto	93
4.2.6.7 <i>Fishbone Diagram</i>	94
4.2.6.8 <i>Engine Stand</i>	94
4.2.6.9 Perancangan	95
4.2.6.10 Perencanaan dan Gambar Teknik	95
4.2.6.11 Metode Pembentukan Model 3D dari 2D	96
4.2.6.12 Sifat -sifat material	97
4.2.6.13 Konsep Tegangan dan Regangan	98
4.2.6.14 <i>Inventor</i>	100
4.2.6.15 Analisis	101
4.2.6.16 Baja Karbon	101
4.2.6.17 Diagram Fasa Fe-C	102
4.2.6.18 Penomoran Baja Karbon dan Baja Paduan Menurut SAE-AISI	103
4.2.7 Metodologi Penelitian Studi Kasus	104
4.2.7.1 Flowchart Penyelesaian dari Studi Kasus	104
4.2.7.2 Survei Lapangan dan Studi Literatur	105
4.2.7.3 Pengambilan Data Pada Lapangan	105
4.2.7.4 Pengambilan dan Pengolahan Data Aktual	105
4.2.7.5 Tahap Analisis dan Interpretasi	106
4.2.7.6 Tahap Perancangan Usulan Perbaikan	106
4.2.7.7 Tahap Konfirmasi Solusi	106
4.2.7.8 Tahap Kesimpulan dan Saran	106
4.2.8 Pengumpulan dan Pengolahan Data	107
4.2.8.1 Komponen engine	107
4.2.8.2 Proses Pada Produksi Engine Assembly	113
4.2.8.3 <i>Current State Mapping</i>	129
4.2.8.4 Faktor Penyebab Paling Dominan	132
4.2.8.5 <i>Root Cause Analys</i>	133
4.2.8.6 <i>Fish Bone Diagram</i>	134
4.2.8.7 Pembuatan <i>Kaizen blitz</i>	135
4.2.8.8 Tahap perbaikan (5W + 1H)	136
4.2.8.9 Usulan Berdasarkan Perbaikan	138
4.2.9 Perancangan Konsep Tool	139
4.2.9.1 Penentuan Dimensi Rancangan Rangka	139
4.2.9.2 Penyusunan Konsep Perancangan	139
4.2.9.3 Konsep Desain	139
4.2.9.4 Penentuan Komponen Utama Rancangan Engine Stand Motor	141
4.2.9.5 Komponen Pada Engine Stand	142
4.2.10 Menghitung Kekuatan Engine Stand	147
4.2.11 Gaya yang terjadi	152
4.2.12 Menghitung Daya	159
BAB V PENUTUP	161
5.1 Kesimpulan	161

5.2 Saran	162
DAFTAR PUSTAKA	163
LAMPIRAN	164

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Logo PT Komatsu Remanufacturing Asia.....	3
Gambar 2.2 Persebaran <i>Customer</i> PT Komatsu Remanufacturing Asia	4
Gambar 2.3 Top 5 Besar <i>Customer</i> PT Komatsu Remanufacturing Asia.....	4
Gambar 2.4 Tata Letak Lokasi PT Komatsu Remanufacturing Asia.....	5
Gambar 2.5 <i>Plant</i> Balikpapan PT Komatsu Remanufacturing Asia	5
Gambar 2.6 Struktur Organisasi	6
Gambar 2.7 Aliran Proses PT. Komatsu Remanufacturing Asia	9
Gambar 2.8 Diagram Alir Proses <i>Remanufacturing</i>	10
Gambar 2.9 <i>Engine</i> Masuk	11
Gambar 2.10 Proses <i>Washing</i>	11
Gambar 2.11 Proses <i>disassembly</i>	12
Gambar 2.12 Proses <i>Measuring</i>	12
Gambar 2.13 Proses <i>part order</i>	12
Gambar 2.14 Proses <i>assembly</i>	13
Gambar 2.15 Proses <i>Performa Test</i>	13
Gambar 2.16 Proses <i>Pinting</i>	14
Gambar 2.17 <i>Engine</i> Keluar	14
Gambar 2.18 Major Components	15
Gambar 2.19 <i>Sub Component</i>	15
Gambar 2.20 <i>Unit Model</i>	16
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pelaksanaan Magang Industri di PT. KRA	37
Gambar 4.1 Bagan Klasifikasi <i>Engine</i>	40
Gambar 4.2 <i>External Combustion Engine</i>	40
Gambar 4.3 <i>Internal Combustion Engine</i>	41
Gambar 4.4 <i>Diesel Engine</i>	41
Gambar 4.5 <i>Gasoline engine</i>	42
Gambar 4.6 <i>Diesel Engine</i> 4 Langkah.....	42
Gambar 4.7 <i>Gasoline Engine</i> 4 Langkah.....	43
Gambar 4.8 Prinsip Kerja <i>Gasoline Engine</i> 2 Langkah	44
Gambar 4.9 Pergerakan Molekul-molekul Udara.....	45
Gambar 4.10 <i>Ishothermal</i>	45
Gambar 4.11 <i>Adiabatic</i>	46
Gambar 4.12 Perbandingan <i>Ishothermal</i> dan <i>Adiabatic</i>	47
Gambar 4.13 <i>Compression Ratio</i>	47
Gambar 4.14 Diagram Pembakaran Dalam <i>Engine</i>	48
Gambar 4.15 Penomoran Urutan <i>Cylinder</i>	49
Gambar 4.16 <i>Valve Timing Engine</i> 6 D 125 Series	50
Gambar 4.17 Tipe Ruang Bakar Berdasarkan Letak <i>Valve</i>	51
Gambar 4.18 Direct Injection Type	52
Gambar 4.19 Bentuk-bentuk Ruang Tipe Direct Combustion	52
Gambar 4.20 <i>Pre Combustion Type</i>	53

Gambar 4.21 Tipe Pre <i>Combustion Chamber</i>	53
Gambar 4.22 <i>Two Valve Type</i> dan <i>Four Valve Type Cylinder Head</i>	54
Gambar 4.23 <i>Solid & Sectional Cylinder Head</i>	54
Gambar 4.24 <i>Cylinder Head Gasket</i>	55
Gambar 4.25 Pergerakan <i>Relative Piston</i> dan <i>Valve</i>	56
Gambar 4.26 Pergerakan <i>Valve Terhadap Cam Follower</i>	57
Gambar 4.27 <i>Valve System</i>	57
Gambar 4.28 <i>Valve</i>	58
Gambar 4.29 <i>Crosshead</i> dan <i>crosshead guide</i>	58
Gambar 4.30 <i>Rocker Arm & Rocker Arm Shaft</i>	59
Gambar 4.31 Pelumasan pada <i>Rocker Arm</i>	59
Gambar 4.32 <i>Push Rod</i>	60
Gambar 4.33 <i>Cam Follower</i> dan <i>Tappet</i>	60
Gambar 4.34 <i>Camshaft</i>	60
Gambar 4.35 <i>Cylinder Block Engine Inline Type</i> dan <i>V Type</i>	61
Gambar 4.36 <i>Front Cover & Fron Seal</i>	61
Gambar 4.37 <i>Cylinder Liner</i>	62
Gambar 4.38 <i>Tipe Liner Wet</i> dan <i>Dry</i>	62
Gambar 4.39 <i>Struktur Liner</i>	63
Gambar 4.40 <i>Cylinder Liner Seal Ring</i>	63
Gambar 4.41 <i>Main Bearing Cap</i> dan Pemasangannya.....	64
Gambar 4.42 <i>Main Bearing</i>	64
Gambar 4.43 <i>Trust Bearing</i>	65
Gambar 4.44 <i>Main Circalation Part</i>	65
Gambar 4.45 <i>Piston</i>	66
Gambar 4.46 Bentuk Kepala Piston	66
Gambar 4.47 Struktur Piston	67
Gambar 4.48 <i>Piston Cooling Nozzle</i>	68
Gambar 4.49 <i>Piston Offset</i>	68
Gambar 4.50 Piston Pin dan Pemasangannya	69
Gambar 4.51 <i>Piston Ring</i>	69
Gambar 4.52 <i>Connecting Rod</i>	70
Gambar 4.53 <i>Crankshaft</i>	70
Gambar 4.54 Pelumasan Pada <i>Crankshaft</i>	71
Gambar 4.55 <i>Vibration Damper</i>	72
Gambar 4.56 <i>Vibration Damper Type</i>	72
Gambar 4.57 Contoh <i>Timing Gear, Timing Belt, Timing Chain</i>	73
Gambar 4.58 Contoh <i>Timing Gear Engine 6D125 Series</i>	73
Gambar 4.59 Contoh <i>Timing Mark</i> Pada <i>Timing Gear</i>	74
Gambar 4.60 <i>Flywheel</i>	74
Gambar 4.61 <i>Barring Device</i> dan <i>Starting Motor</i> Pada <i>ring Gear</i>	75
Gambar 4.62 <i>Rear Seal</i> dan <i>Letaknya</i>	75
Gambar 4.63 <i>Flywheel Housing</i>	76

Gambar 4.64 Grafik FIP Engine	77
Gambar 4.65 Common Rail Fuel System	78
Gambar 4.66 Fuel Line Common Rail Fuel System	78
Gambar 4.67 High pressure injection fuel system.....	79
Gambar 4.68 Sistem Pelumasan	80
Gambar 4.69 Intake Exhaust System	81
Gambar 4.70 Cooling System	82
Gambar 4.71 Tolerance	83
Gambar 4.72 Maintenance Standar Timing Gear	84
Gambar 4.73 Tabel Maintenance Standard timing gear.....	84
Gambar 4.74 Pengukuran Timing Gear.....	85
Gambar 4.75 Diagram Batang Lead Time Proses Produksi Engine Assembly	86
Gambar 4.76 Total Produksi Engine PT KRA.....	87
Gambar 4.77 Basic Icon Pada VSM.....	92
Gambar 4.78 Contoh Diagram Pareto	93
Gambar 4.79 Contoh Fishbone Diagram.....	94
Gambar 4.80 Extrude.....	96
Gambar 4.81 Pembebanan Batang Secara Aksial.....	99
Gambar 4.82 Tampilan Menu Home Pada Autodesk Inventor.....	101
Gambar 4.83 Diagram Fasa Fe-C	102
Gambar 4.84 Flowchart Penyelesaian Studi Kasus	104
Gambar 4.85 Engine	107
Gambar 4.86 Bagian – Bagian cylinder head.....	109
Gambar 4.87 Bagian – bagian cylinder block.....	111
Gambar 4.88 Connecting rod dan Rod cap	112
Gambar 4.89 Camshaft.....	113
Gambar 4.90 Aliran Proses Produksi Engine Assembly	114
Gambar 4.91 Assembly Chart Produksi Engine Assembly PT KRA	120
Gambar 4.92 Pemindahan Engine Dengan Overhead Crane.....	121
Gambar 4. 93 Aliraan Mobilisasi Penggunaan Overhead Crane	122
Gambar 4. 95	123
Gambar 4. 95 Aliran Proses Support Saat Menggunakan Overhead Crane.....	123
Gambar 4.96 Peta Kategori Proses	130
Gambar 4.97 Current State Mapping.....	131
Gambar 4.98 Diagram Pareto Waktu Aktivitas Support Pada Proses Engine Assembly ..	133
Gambar 4.99 Analisa Fishbone Diagram.....	135
Gambar 4.100 Kaizen Blitz pada Current State Mapping	136
Gambar 4.101 Design Engine Stand Motor	140
Gambar 4.102 Design Engine Stand Motor Tampak Atas.....	140
Gambar 4.103 Design Keretas Engine Stand Motor Tampak Samping	141
Gambar 4.104 Penentuan Komponen Utama Rancangan Kereta Engine Stand Motor....	141
Gambar 4.105 Frame Engine Stand	142
Gambar 4.106 Frame Engine Stand Tampak Atas & Tampak Samping	142

Gambar 4.107 Penyangga Engine Stand Front.....	143
Gambar 4.108 Penyangga <i>Engine Stand Rear</i>	143
Gambar 4.109 <i>Bracket Engine Stand</i>	143
Gambar 4.110 <i>Cover</i>	144
Gambar 4.111 <i>Cover Nampan</i>	144
Gambar 4.112 <i>Handel</i>	144
Gambar 4.113 <i>Extender Joint</i>	145
Gambar 4.114 <i>Extender</i>	145
Gambar 4.115 <i>Battery Accu</i>	146
Gambar 4.116 <i>Motor Listrik Penggerak</i>	146
Gambar 4.117 <i>Roda Depan dan Belakang</i>	147
Gambar 4.118 <i>Arah Gaya Yang Bekerja</i>	148
Gambar 4.119 <i>Lokasi Titik Fixed Support Tampak Bawah</i>	148
Gambar 4.120 <i>Perbandingan Hasil Perhitungan dan Simulasi Dengan Software 3D</i>	151

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Logbook Kegiatan Magang Industri</i> di PT. KRA.....	17
Tabel 4.1 Kandungan unsur pada AISI 1020	103
Tabel 4.2 Sub Proses Pada Produksi Engine Assembly.....	114
Tabel 4.3 Waktu Total Pada Proses Engine Assembly.....	121
Tabel 4.4 Waktu Total Memindahkan Engine Dengan Overhead Crane	123
Tabel 4. 5 Aktivitas Yang Dilakukan Saat Proses Pemindahan <i>Engine</i> Dengan Menggunakan <i>Overhead Crane</i>	124
Tabel 4.6 Rata-rata Waktu Aktivitas Menggunakan Overhead Crane	127
Tabel 4.7 Rata-rata Waktu Menunggu Overhead Crane.....	128
Tabel 4.8 Waktu Menunggu Overhead Crane Saat <i>In</i> Pada Main Engine Assy	128
Tabel 4.9 Waktu Menunggu Overhead Crane Saat <i>Out</i> Pada Main Engine Assy	128
Tabel 4.10 Rata rata Waktu Menjalakan Engine.....	129
Tabel 4.11 Waktu Menjalakan Engine dengan Menggunakan Overhead Crane Saat Proses <i>In</i> Pada Main Engine Assy.....	129
Tabel 4.12 Waktu Menjalakan Engine dengan Menggunakan Overhead Crane Saat Proses <i>Out</i> Pada Main Engine Assy	129
Tabel 4.13 Waktu Total Tahap Aktivitas Proses Engine Assembly	129
Tabel 4.14 Target Untuk Mengurangi Waktu Aktivitas Support	132
Tabel 4.15 Pengolahan Data Kumulatif Waktu Support Pada Proses Engine Assembly ..	132
Tabel 4.16 <i>Root Cause Analysis</i> Proses Aktivitas Support.....	134
Tabel 4.17 Upaya Perbaikan Pada Manusia	136
Tabel 4.18 Upaya Perbaikan Pada Metode	137
Tabel 4.19 Upaya Perbaikan Pada Metode Mesin.....	137
Tabel 4.20 Upaya Perbaikan Pada Lingkungan.....	138
Tabel 4.21 Dimensi Engine	139
Tabel 4.22 Koefisien Gesek Umum Yang Bergesekan Dengan Permukaan Epoxy	152
Tabel 4.23 Tabel Variasi Berat <i>Engine</i> yang diproduksi.....	153

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan Vokasi dilaksanakan berdasarkan konsep ketenaga kerjaan yang memiliki arah pada pelaksanaan Pembangunan khususnya melalui industrialisasi. Terdapat tantangan terhadap hasil pendidikan yaitu menghasilkan lulusan yang membuat puas para pengguna jasa. Oleh karena itu prioritas utama yaitu peningkatan kualitas Sumber daya Manusia dalam peningkatan mutu, relevansi maupun efisiensi Pendidikan. Berdasarkan hal tersebut Departemen Teknik Mesin Industri (DTMI ITS) memberlakukan program *Link & Match* (keterkaitan & kesepakatan), yaitu mengaitkan proses pendidikan dengan dunia kerja dan mengedepankan proses pendidikan yang sesuai dengan kebutuhan tenaga terampil pada setiap bursa ketenagakerjaan. Program magang industri merupakan salah satu mata kuliah wajib atau menjadi salah satu syarat utama yang harus ditempuh, Khususnya bagi mahasiswa Sarjana Terapan Mesin ITS dalam menyelesaikan proses Pendidikan. Selain itu, program magang industri juga dapat menjadi salah satu bentuk program berkaitan dan kesempatan dengan dunia kerja. Mahasiswa perlu banyak wawasan tentang dunia kerja yang berkaitan dengan dunia industri agar dapat mengetahui teknologi apa yang sedang berkembang serta mampu menyelesaikan permasalahan yang ada secara utuh.

Semakin berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi serta semakin ketatnya persaingan didunia industri menuntut perusahaan untuk menghasilkan produk yang berkualitas dengan menghasilkan output produksi sebesar-besarnya. Untuk itu perusahaan perlu mempertimbangkan prduktivitas pekerja. Salah satu Perusahaan yang sangat peduli terhadap hal tersebut adalah PT. Komatsu Remanufacturing Asia.

PT. Komatsu Remanufacturing Asia (KRA) merupakan suatu Perusahaan yang bergerak dalam remanufacturing dan perakitan komponen-komponen alal-alat berat. PT. Komatsu Remanufacturing Asia (KRA) menawarkan komponen untuk produk utama tertentu yang khususnya pada sektor pertambangan. Remanufacturing adalah mengkondisikan alat atau komponen alat berat tersebut kembali menjadi standar. Pada PT. Komatsu Remanufacturing (KRA) tersebut menerapkan metode perindustrian remanufacturing skala besar dan modern, hal ini tentunya sangat tepat untuk menjadi tempat tujuan belajar bagi mahasiswa yang selama ini hanya mendapatkan materi Perindustrian pada saat perkuliahan Oleh karena itu, dilakukan Magang Industri agar untuk dapat mengerti keadaan sebenarnya terkait produktivitas di PT. Komatsu Remanufacturing Asia.

1.2 Tujuan Magang

1.2.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dilaksanakan magang industri yaitu :Agar mahasiswa dapat mengembangkan pola berpikir yang sistematis dan logis.

1. Agar mahasiswa dapat menambah pengetahuan, keterampilan, dan pemahaman yang tidak didapatkan dalam perkuliahan
2. Agar mahasiswa dapat mengamati, menganalisis dan membandingkan teori yang telah dipelajari di perkuliahan ke dalam praktik nyata dilapangan

3. Agar mahasiswa memperoleh gambaran mengenai dunia kerja dan nantinya berguna dalam penyesuaian diri
4. Agar mahasiswa dapat memperluas wawasan dalam bidang teknik mesin terutama Remanufacture pada komponen-komponen Alat Berat
5. Agar mahasiswa dapat menumbuhkan dan mengembangkan sikap profesional sebagai bekal dalam memasuki dunia kerja
6. Agar mahasiswa dapat mempelajari penyelesaian masalah mengenai Flow Proses
7. Agar mahasiswa memperoleh pengalaman kerja, pengetahuan secara langsung permasalahan yang ada ditempat praktik kerja, dan bagaimana cara pencegahannya.
8. Agar mahasiswa mampu menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada perusahaan

1.2.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dilakukannya magang industri yaitu:

1. Mengenal dan memahami proses General Overhaul sampai dengan Ready for use
2. Mempelajari proses Produksi Engine Assembly dan Proses Machining pada komponen alat berat di PT Komatsu Remanufacturing Asia
3. Memperoleh masukan yang mungkin dapat membantu penyelesaian studi kasus dikalangan sesuai dengan bidang

1.3 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari magang industri ini antara lain yaitu :

1. Dapat memahami proses Produksi Engine Assembly
2. Dapat memahami proses Machining pada komponen alat berat
3. Mahasiswa dapat memperoleh pengetahuan dan pengalamana dalam menacari akar permasalahan pada proses produksi
4. Dapat memahami proses perancangan tool dengan menggunakan Sofrware 3D

1.4 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Tempat dan waktu dilaksanakannya magang industri yaitu :

1. Tempat : PT Komatsu Remanufacturing Asia
2. Alamat :Jl. Pulau Balang, Karang Joang, Balikpapan Utara, Kota Balikpapan
3. Waktu :8 Januari 2024 – 23 Mei 2024

BAB II DATA UMUM PERUSAHAAN

2.1 Profil Perusahaan

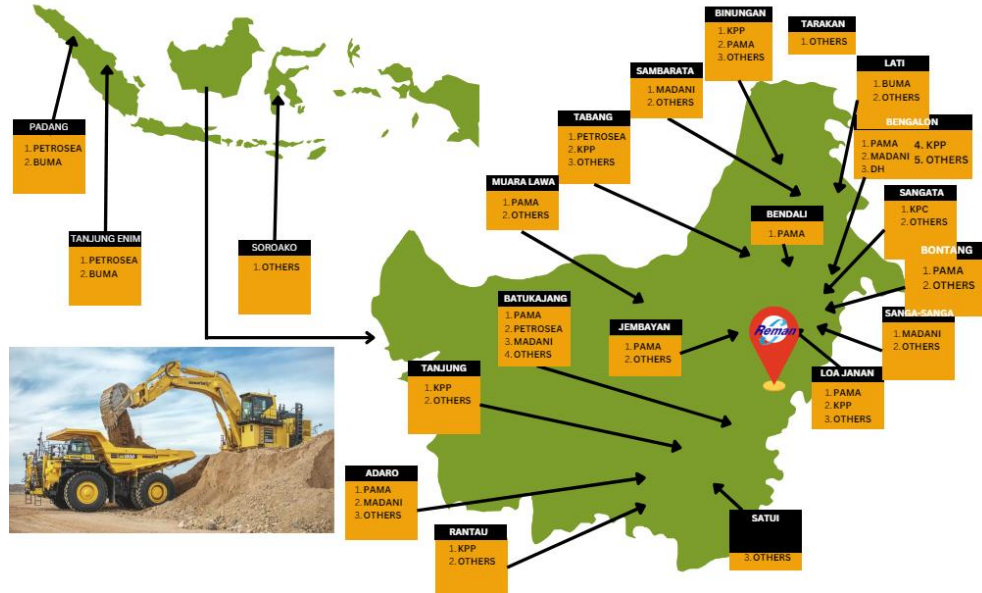
PT Komatsu Remanufacturing Asia (KRA) merupakan perusahaan *joint venture* antara 49% dimiliki PT United Tractors Tbk dan 51% dimiliki Komatsu Indonesia yang bergerak pada bidang *remanufacturing* alat berat, khususnya untuk *major component* dan *sub componen* dari unit Komatsu yang bekerja di sektor pertambangan. PT Komatsu Remanufacturing Asia merupakan perusahaan remanufacturing yang cukup terkemuka di Indonesia, yang menempati lokasi strategis perindustrian di Balikpapan, Kalimantan Timur. PT Komatsu Remanufacturing Asia merupakan pelopor industri *remanufacturing* yang diresmikan pada tanggal 17 Desember 1996. Dalam bisnis ini, PT Komatsu Remanufacturing Asia tidak hanya melakukan *overhaul* alat berat namun juga menjadi *centre of development* dari proses bisnis remanufaktur. Berikut ini merupakan logo dari PT Komatsu Remanufacturing Asia yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Logo PT Komatsu Remanufacturing Asia
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

PT Komatsu Remanufacturing Asia merupakan perusahaan *remanufacturing* yang cukup terkemuka di Indonesia. Adapun bisnis utama dari PT Komatsu Remanufacturing Asia adalah pada industri remanufaktur alat berat merek Komatsu dan beberapa produk yang dihasilkan di PT Komatsu Remanufacturing Asia, yaitu *engine*, *power train*, serta merakit komponen-komponen alat berat. *Remanufacturing* dilakukan dengan mengkondisikan alat atau komponen alat berat dengan fabrikasi untuk kembali standar. Adapun *customer* dari perusahaan ini ialah PAMA, BUMA, SIS, Putra Perkasa Abadi, Madhani, dan lain-lain. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan ini berbasis *international company relationship*. Perusahaan PT Komatsu Remanufacturing Asia juga menerapkan standar internasional, yaitu ISO 9001:2015 perihal Sistem Manajemen Mutu untuk meningkatkan kualitas dari produk PT Komatsu Remanufacturing Asia yang diperbarui pada Maret 2020 lalu dan ISO 14001:2015 perihal Sistem Manajemen Lingkungan untuk meningkatkan kepedulian

perusahaan terhadap lingkungan kerja. Berikut ini merupakan persebaran customer dilihat pada gambar 2.2 dan top urutan 5 besar customer yang dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Persebaran *Customer* PT Komatsu Remanufacturing Asia
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)



Gambar 2.3 Top 5 Besar *Customer* PT Komatsu Remanufacturing Asia
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

2.2 Tata Letak dan Lokasi Perusahaan

PT Komatsu Remanufacturing Asia (KRA) yang berdiri semenjak tahun 1996 terletak di Kawasan Industri yang terletak di Kelurahan Karang Joang, Balikpapan Utara. PT Komatsu Remanufacturing Asia memiliki Plant seluas 150.000 m² dengan fasilitas *Workshop*, *Laboratorium*, dan *Machine*. Sebelumnya, terdapat dua Plant yang ada di kota Balikpapan, yaitu Mulawarman Plant dan Balikpapan Plant yang menangani produk yang

berbeda. Namun, keduanya telah menjadi satu lokasi di Jl. Pulau Balang, Kel. Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur.



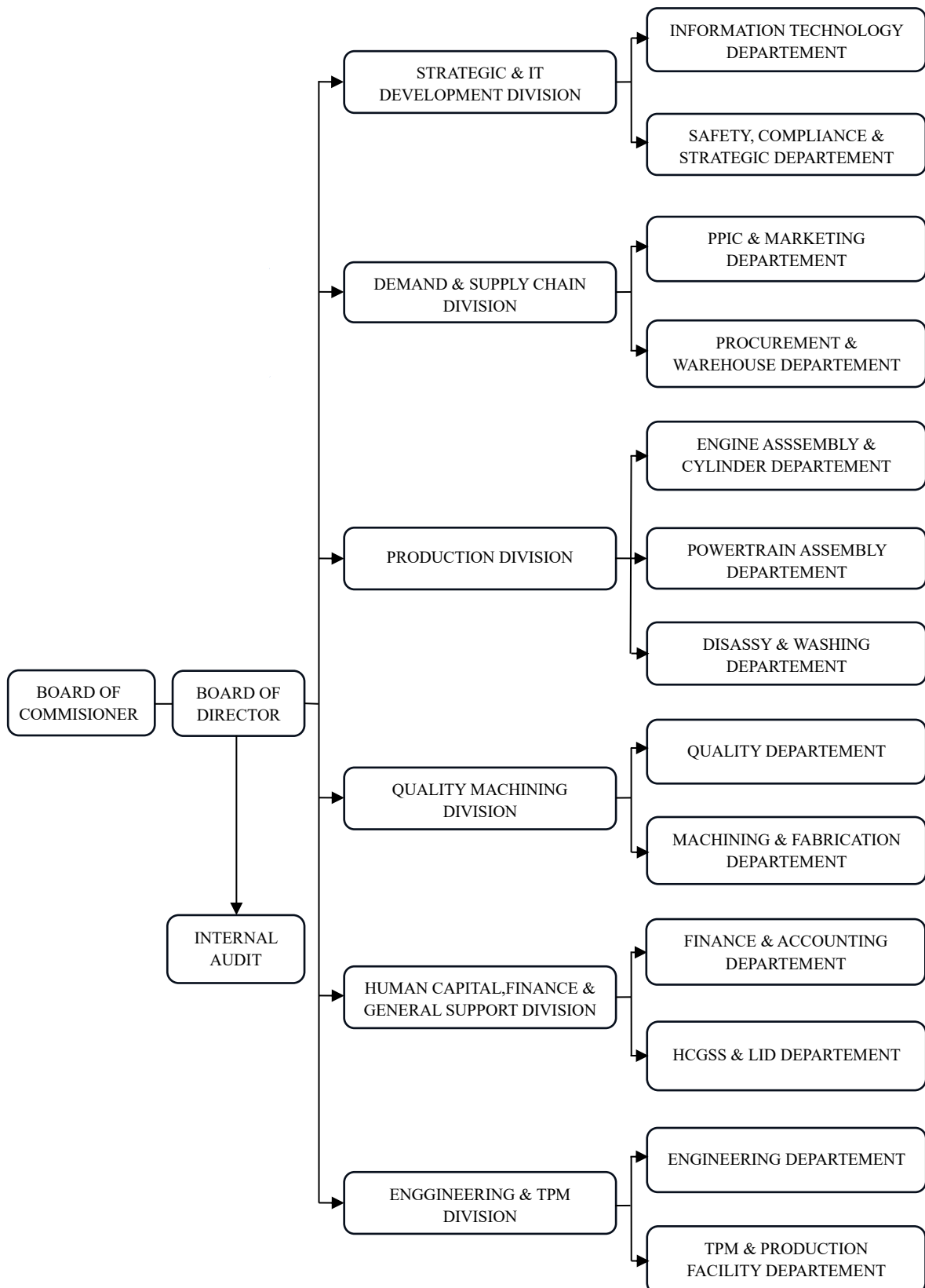
Gambar 2.4 Tata Letak Lokasi PT Komatsu Remanufacturing Asia
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)



Gambar 2.5 Plant Balikpapan PT Komatsu Remanufacturing Asia
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

2.3 Struktur

Struktur organisasi ialah kerangka atau tata letak organisasi yang menjelaskan mengenai tugas dan tanggung jawab di dalam suatu organisasi atau perusahaan. PT Komatsu Remanufacturing Asia mendapatkan sertifikat internasional ISO 9001: 2015 terkait dengan kualitas sistem manajemen. Adapun struktur kepemimpinan organisasi pada PT Komatsu Remanufacturing Asia yang dapat dilihat pada Gambar 2.6 sebagai berikut ini.



Gambar 2.6 Struktur Organisasi

Berikut merupakan tugas atau tanggung jawab pada masing-masing jabatan struktur organisasi pada PT. Komatsu Remanufacturing Asia (KRA) :

1. Dewan Komisaris

Dewan komisaris pada PT Komatsu Remanufacturing Asia selaku *nonexecutive manager* selalu memantau perkembangan dan pelaksanaan kebijakan yang telah ditetapkan, juga melakukan pengawasan dan memberikan saran-saran melalui konsultasi kebijakan yang diperlukan direktur utama demi kemajuan perusahaan. Direktur bertanggung jawab dalam melaksanakan tugas dan wewenangnya memimpin operasi perusahaan dengan mengoptimalkan sumber daya yang dimiliki untuk mencapai tujuan perusahaan

2. Direktur

Direktur bertanggung jawab kepada direktur utama dalam melaksanakan tugas dan wewenangnya memimpin langsung operasi perusahaan dengan menggunakan sumber - sumber yang dimiliki secara optimum guna mencapai tujuan perusahaan. Dalam organisasi, direktur membawahi para manager perusahaan serta menyusun rencana kerjasama dengan para manager atas dasar keijaksanaan direktur utama yang telah digariskan.

3. Divisi *Strategic & IT Development*

Divisi *Strategic & IT Development* berfungsi untuk mengembangkan sistem IT yang terdapat dalam perusahaan, yaitu *Reman System* dan *SAP System*, serta manajemen K3 dan lingkungan perusahaan, serta merencanakan strategi ke depannya.

4. Divisi *Demand & Supply Chain*

Divisi *Demand & Supply Chain* membawahi departemen *PPIC & Marketing* serta *Procurement & Warehouse*, pada dasarnya bertugas dalam perencanaan jumlah penggunaan barang atau komponen (*parts*), merencanakan keseluruhan produksi, pengadaan, dan penyimpanan barang atau komponen (*parts*).

5. Divisi *Production*

Divisi *Production Division* yang membawahi *Engine Assembly & Cylinder Department*, *Power Train Assembly Department*, serta *Disassy & Washing Department* bertugas untuk melakukan *remanufacturing* alat berat sesuai dengan permintaan dari *customer*.

6. Divisi *Quality & Machining Support*

Divisi *Quality & Machining Support* berfungsi untuk mengontrol kualitas produk-produk yang dihasilkan oleh perusahaan untuk menepati standar perusahaan dan memberikan kepuasan terhadap pelanggan.

7. Divisi *Human Capital, Finance, & General Support*

Divisi *Human Capital, Finance, & General Support* bertugas untuk merencanakan dan mengatur kebijakan pada bidang keuangan serta administrasi.

8. Divisi *Engineering & TPM*

Divisi *Engineering & TPM* berfungsi sebagai teknisi dengan mengurangi biaya dan menjaga kualitas produk, baik dari proses hingga produk jadi, serta meningkatkan produktivitas mesin melalui *maintenance* peralatan.

2.4 Visi dan Misi

Setiap perusahaan pasti memiliki visi dan misi untuk dijadikan landasan dan tujuan dari pelaksanaan operasional perusahaan tersebut, baik untuk mencapai target maupun tujuan

yang telah ditentukan sebelumnya. Adapun visi dan misi PT Komatsu Remanufacturing Asia (KRA) ialah sebagai berikut.

1. Visi

“To be the Best World Class Remanufacturing Company Towards Prosperous Life”

2. Misi

- a. Menghasilkan produk yang berkualitas melalui strategi kemitraan, inovasi, dan peningkatan berkesinambungan,
- b. Memberikan manfaat bagi *stakeholder* melalui penciptaan nilai tambah
- c. Memberikan kesempatan seluas-luasnya kepada seluruh karyawan untuk peningkatan kesejahteraan dan maksimalisasi potensi individu melalui pencapaian kinerja sesuai standar profesionalitas,
- d. Turut berkontribusi terhadap pengembangan masyarakat dan peningkatan kualitas lingkungan sekitar, dan
- e. Memberikan manfaat bagi bangsa

2.5 Nilai dan Budaya

Dalam usahanya untuk mencapai visi misi perusahaan, karyawan sebagai individu yang menjalankan aktivitas di dalamnya memiliki nilai-nilai budaya dalam bekerja, yaitu *CHAMPIONS (Customer Satisfaction, Honesty and integrity, Accurate, Morale, People focus, Innovation, Ownership, Networking & Collaboration, serta Strive for excellence)*. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing nilai yang diterapkan.

1. *Customer satisfaction*

Memahami kebutuhan pelanggan, memberikan pelayanan terbaik, serta menciptakan hubungan mitra yang berkelanjutan dan saling menguntungkan.

2. *Honesty and Integrity*

Keselarasan antara berpikir, berkata, dan bertindak.

3. *Accurate*

Memiliki itikad baik, etika, berpikir positif, dan toleransi yang ditunjukkan saat berinteraksi dengan orang lain di internal maupun eksternal perusahaan.

4. *Morale*

Memiliki itikad baik, etika, berpikir positif, dan toleransi yang ditunjukkan saat berinteraksi dengan orang lain di internal maupun eksternal perusahaan.

5. *People Fokus*

Selalu berusaha dengan sungguh-sungguh dan saling mendukung untuk mengembangkan inovasi kompetensi dan prestasi.

6. *Innovation*

Memiliki pandangan jauh ke depan, kreatif, dan menghasilkan gagasan baru yang lebih baik.

7. *Ownership*

Mempunyai rasa memiliki dan tanggung jawab yang tinggi serta ikut berperan aktif demi kemajuan dan keberlangsungan perusahaan.

8. *Networking & Collaboration*

Memanfaatkan dengan maksimal semua sumber daya perusahaan dan menjalin kemitraan dengan banyak pihak.

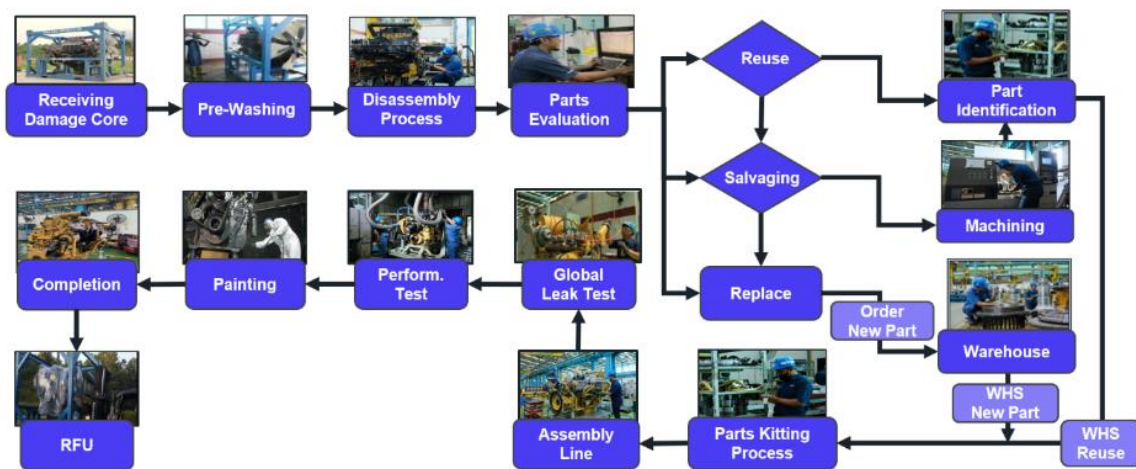
9. *Strive for Excellence*

Berusaha keras dan cerdas mencapai hasil yang terbaik.

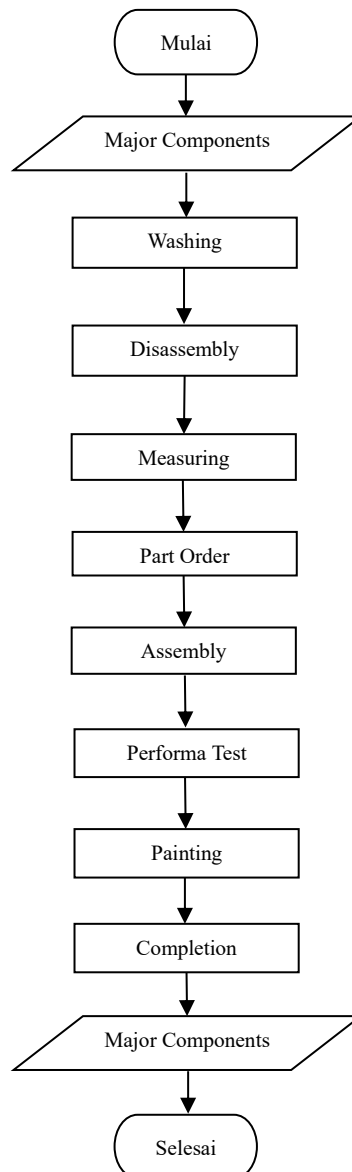
2.6 Proses Produksi Pada Perusahaan

Proses diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, alat, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa. Proses juga diartikan sebagai cara, metode ataupun teknik bagaimana produksi itu dilaksanakan. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan (*utility*) suatu barang dan jasa.

Proses produksi yang dilakukan pada PT. Komatsu Remanufacturing Asia (KRA) yaitu kegiatan produksi ulang atau remanufacturing. Proses produksi *remanufacturing* adalah serangkaian tahapan di mana produk bekas atau komponen usang diperbarui untuk mengembalikannya ke kondisi baru atau spesifikasi seperti baru. Ini sering digunakan untuk alat berat, mesin, kendaraan, dan produk industri lainnya untuk mengurangi biaya dan dampak lingkungan. Pada PT. Komatsu Remanufacturing Asia yaitu kegiatan produksi ulang atau *remanufacturing* adalah kegiatan mengkondisikan alat atau komponen alat berat kembali standar. Komponen-komponen yang telah rusak dan tidak lagi sesuai dengan ukuran standarkembali di fabrikasi agar kembali standar Proses Produksi ulang dapat ditunjukkan pada gambar 2.7 dan 2.8 berikut dibawah ini.



Gambar 2.7 Aliran Proses PT. Komatsu Remanufacturing Asia
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)



Gambar 2.8 Diagram Alir Proses *Remanufacturing*

Dari Gambar 2.8 diagram tersebut dapat dijelaskan langkah – langkah produksi ulang (*remanufacturing*) pada PT. Komatsu Remanufacturing Asia sebagai berikut :

1. *Engine* (Mesin) masuk

Engine masuk merupakan bagian paling awal dalam proses. Mesin yang rusak diterimadari customer. *Engine* yang masuk diletakkan pada luar pabrik dan selanjutnya menunggu sampai perintah untuk memulai pekerjaan (*job order*) *release*.



Gambar 2.9 *Engine Masuk*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

2. *Waashing*

Setelah mesin diterima, maka mesin dicuci untuk menghilangkan kotoran pada mesin. Mesin dicuci dengan menggunakan cairan kimia dengan mesin *spray* dan menggunakan operator *washing* untuk melakukan *spray* dengan *chemical water* untuk mejangkau bagian pada mesin yang sulit dijangkau.



Gambar 2.10 *Proses Washing*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

3. *Disassembly*

Setelah mesin dicuci dan dikeringkan maka langkah selanjutnya yaitu melepas atau membongkar komponen-komponen yang terdapat pada mesin. Pelepasan komponen yang ringan dengan cara manual sedangkan komponen yang berat dengan bantuan bantuan alat khusus.



Gambar 2.11 Proses *disassembly*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

4. *Measuring*

Pada proses ini dilakukan pengukuran komponen dengan bantuan alat khusus yang selanjutnya dianalisis dan dievaluasi untuk dicari penyebab kerusakannya. Dari kerusakan ditemukan keputusan selanjutnya yaitu digunakan kembali namun diperbaiki terlebih dahulu atau memerlukan komponen baru.



Gambar 2.12 Proses *Measuring*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

5. *Part Order*

Pada proses ini ini dilakukan setelah komponen yang rusak diketahui, sehingga selanjutnya dilakukan pemesanan komponen yang baru atau menggunakan *part* yang telah disimpan dalam Gudang.



Gambar 2.13 Proses *part order*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

6. *Assembly*

Pada proses ini dilakukan setelah komponen yang baru tiba, sehingga selanjutnya adalah merakit komponen yang telah dipesan dengan *engine* yang telah tersedia. Perakitan dilakukan secara manual dan dengan bantuan alat khusus.



Gambar 2.14 Proses *assembly*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

7. *Performa Test*

Pengujian performa pada engine adalah proses yang digunakan untuk menilai kinerja, keandalan, dan efisiensi dari sebuah engine. Pengujian ini memastikan bahwa engine beroperasi sesuai dengan spesifikasi pabrik dan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.



Gambar 2.15 Proses *Performa Test*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

8. *Painting*

Pada tahap ini, dilakukan setelah tahap pengujian dan tidak ditemukan kerusakan pada pengujian. Maka mesin akan dicat dengan menggunakan *spray gun* pada ruangan tertutup pada lokasi *painting engine*.



Gambar 2.16 Proses *Pinting*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

9. *Engine Keluar*

Pada tahap ini dilakukan setelah mesin dicat, maka dilanjutkan dengan inspeksi terakhir untuk memeriksa semua kelengkapan yang ada. Setelah itu engine *Ready for use* dan siap dikirim pada *Customer*.



Gambar 2.17 *Engine Keluar*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

2.7 Produk Perusahaan

Produk Perusahaan yang dihasilkan oleh PT. Komatsu Remanufacturing Asia meliputi:

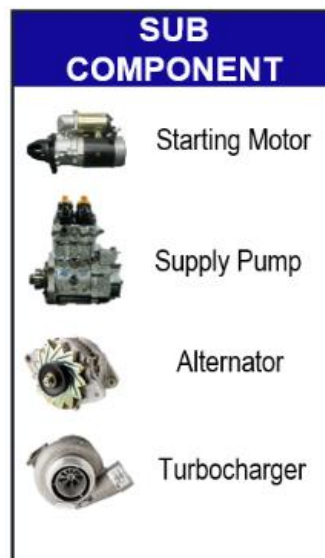
1. *Major Components Assembly*
 - a. *Engine Assy*
 - b. *Transmission*
 - c. *Front Axle*
 - d. *Rear Axle*
 - e. *Differential*
 - f. *Final Drive*

g. *Cylinder*



Gambar 2.18 Major Components
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

- 2. *Sub Components*
 - a. *Starting Motor*
 - b. *Turbocharger*
 - c. *Supply Pump*
 - d. *Alternator*



Gambar 2.19 Sub Component
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

3. *Unit Model*
- a. *HD465-HD1500*
 - b. *PC750-PC2000*
 - c. *D31EX-D475*
 - d. *GD705-GD825*
 - e. *WA800-WA1200*
 - f. *WD600*



Gambar 2.20 *Unit Model*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia)

BAB III PELAKSANAAN MAGANG

3.1 Pelaksanaan Magang

Tabel 3.1 Logbook Kegiatan Magang Industri di PT. KRA

Hari Ke	Hari, Tanggal	Jam Mulai	Jam Selesai	Keterangan
1	Senin, 8 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti Kegiatan Senam Pagi 2. Penjelasan Company Profile dan Safety Introduction pada PT Komatsu Remanufacturing Asia 3. Pengarahan untuk penempatan Section di <i>Engineering</i>
2	Selasa, 9 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengikuti kegiatan <i>Opening Ceremony Fiscal Year 2024 dan Kick-Off Safety Culture Rebuild</i> 3. Mengunjungi beberapa Section Sesuai Flow pada PT Komatsu Remanufacturing Asia 4. Diskusi dengan Pembimbing lapangan untuk terjun membantu proses produksi 5. Pengarahan pada supervisor pada proses tahap-tahap produksi
3	Rabu, 10 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengenali proses tahapan <i>Prepare Block</i> 3. Melakukan proses pengerjaan <i>Prepare Block</i> (Pemasangan <i>O-Ring</i> dan <i>Crevice Seal</i> ke <i>Liner Piston</i>) 4. Melakukan <i>Assembly</i> terhadap <i>Metal Bearing</i> ke <i>Rod Cap</i> 5. Melakukan <i>Assembly</i> terhadap <i>Head Piston</i> (Pemasangan <i>Top Ring</i>, <i>Second Ring</i>, <i>Oil Ring</i> dan <i>Snap Ring</i>) 6. Melakukan <i>Assembly</i> terhadap <i>Piston</i> (Pemasangan <i>Metal Bearing</i> ke <i>Connecting Rod</i>, <i>Pin</i> ke <i>Head Piston</i> serta diberi pelumasan dan dikunci dengan <i>Snap Ring</i>)
4	Kamis, 11 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Memasang <i>O-Ring</i> dan <i>Crevice Seal</i> ke <i>Liner Piston</i> 3. Memasang <i>Metal Bearing</i> ke <i>Rod Cap</i> 4. Melakukan <i>Assembly</i> terhadap <i>Piston</i> (Pemasangan <i>Metal Bearing</i> ke <i>Connecting Rod</i>)

				<p>,<i>Pin</i> ke <i>Head Piston</i> serta diberi pelumasan dan dikunci dengan <i>Snap Ring</i>)</p> <p>5. Memberikan tanda ke <i>Piston</i> dengan spidol warna yang menandakan bahwa sudah terpasangnya semua part pada <i>Pistom</i></p>
5	Jumat, 12 Januari 2024	07.30	7.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Diskusi dengan pembimbing lapangan terkait dengan kegiatan yang akan dilakukan selanjutnya 3. Menyiapkan <i>Rod Cap</i> dengan mengecek kondisinya bila ada permukaan yang masih kasar 4. Memasang Metal Bearing ke Rod Cap 5. Melakukan <i>Assembly</i> terhadap Piston dengan memasang <i>Head Piston, Connecting Rod, Pin, Snap Ring, Top Ring, Second Ring, Oil Ring</i> dan memberikan penandaan jika sudah terpasang menggunakan Spidol Warna 6. Mempersiapkan Block Engine sebelum memasang Plug Engine Block dan Bushing dengan cara membersihkan bagian Block Engine menggunakan cairan bensin
6	Senin, 15 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengikuti kegiatan <i>Safety General Meeting</i> 3. Mengamati pada tahap proses <i>Short Block</i>
7	Selasa, 16 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Menyiapkan Part-Part yang akan di <i>Install</i> di <i>Short Block (Bolt, Metal Bearing, Main Cap, Nozzle Assy, Washer, Oil Pump, Bracket)</i> 3. Melakukan proses Penginstalan pada Part-Part yang ada di <i>Short Block</i> 4. Memasang <i>Metal Bearing</i> ke bagian <i>Engine Block</i> 5. Mensterilkan bagian <i>Liner Piston</i> dengan cairan bensin dan memberikan pelumasan secara rata pada bagian dalam <i>Liner Piston</i> dengan <i>Oli</i> 6. Melakukan pemasangan <i>Piston</i> ke <i>Engine Block</i>
8	Rabu, 17 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mensterilkan bagian <i>Liner Piston</i> dengan cairan bensin dan memberikan pelumasan secara rata pada bagian dalam <i>Liner Piston</i>

				3. Sharing Session dengan mekanik tentang hal-hal yang perlu diperhatikan saat <i>mengassembly Piston</i> serta perhitungan dalam penginstalan <i>Crankshaft</i>
9	Kamis, 18 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Persiapan untuk penginstalan Part-Part ke <i>Block Engine</i> 3. Memberikan pelumasan ke <i>Liner Piston</i> dan memasang liner kebagian <i>Block Engine</i> 4. Mengukur kerataan <i>Block Engine</i> dengan Waterpass Digital untuk melakukan penekanan <i>Liner</i> dengan <i>Hidrolik Pressure</i> 5. Melakukan pemasangan <i>Main Cap</i> dan <i>Bolt</i> ke <i>Main Jurnal Crankshaft</i>
10	Jumat, 19 Januari 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mempersiapkan <i>Block Engine Series 6D140</i> dengan cara membersihkan bagian <i>Block</i> dengan cairan <i>Solvent</i> 3. Memberikan Pelumasan menggunakan cairan <i>Oli</i> pada bagian <i>Liner Piston</i> diarea <i>Crevice Seal</i> dan <i>O-Ring</i> 4. Memberikan Pelumasan menggunakan cairan <i>Oli</i> pada bagian dalam <i>Liner Piston</i> 5. Memasang <i>Metal Bearing</i> pada bagian <i>Block</i> sebagai bantalan <i>Cranksahft</i> 6. Menginstal <i>Piston</i> pada bagian <i>Block Engine</i> 7. Memasang <i>Bolt</i> dan Mengencangkan <i>Bolt</i> sesuai standar perhitungan 8. Mengambil data pada penggunaan <i>Overhead Crane</i> pada saat digunakan untuk membantu mengangkat Part-part pada proses <i>Short Block</i>
11	Senin, 22 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Pindah pada proses <i>Long Block</i> 3. Mengamati pada bagian proses <i>Long Block</i> 4. Membantu mekanik untuk memasang <i>Cam Follower</i> yang dihubungkan ke <i>Camshaft</i>
12	Selasa, 23 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Memasang <i>Cam Follower</i> yang dihubungkan ke <i>Camshaft</i> serta dipasangkan <i>Bolt</i> dengan diberikan pengencangan dan ditutup dengan <i>Cover Camfollower</i> serta pemasangan <i>Bolt</i>

				<p>dengan diberikan pengencangan sesuai <i>Standar Perhitungan</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Memasang <i>Oil Cooler</i> ke bagian <i>Block Engine</i> 4. Memberikan Pelumasan pada <i>Bearing</i> sebagai bantalan dari <i>Camshaft</i> <p>Memasang <i>Cover Cam Follower</i> ke <i>Block Engine</i> serta memberikan Pengencangan pada bagian <i>Bolt</i></p>
13	Rabu, 24 Januari 2024	07.30	07.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mempersiapkan Proses <i>Long Block</i> pada <i>Engine Block Tipe 12V</i> dengan mensterilkan bagian <i>Block</i> dengan cairan <i>Solvent</i> 3. Memasang <i>Oil Cooler</i> ke bagian <i>Block Engine</i> 4. Memasang <i>Cam Follower</i> yang dihubungkan ke <i>Camshaft</i> serta dipasangkan <i>Bolt</i> dengan diberikan pengencangan sesuai standar perhitungan 5. Menutup area <i>Cam Follower</i> dengan <i>Cover Cam Follower</i> dan dipasangkan <i>Bolt</i> yang dikencangkan dan memberikan tanda pada bagian dengan spidol pada <i>Bolt</i>
14	Kamis, 25 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mempersiapkan Proses <i>Long Block</i> pada <i>Engine Block Tipe 6D170</i> dengan mensterilkan bagian <i>Block</i> dengan cairan <i>Solvent</i> 3. Memasang <i>Cam Follower</i> yang dihubungkan ke <i>Camshaft</i> serta dipasangkan <i>Bolt</i> dengan diberikan pengencangan sesuai standar perhitungan 4. Memasang <i>Cam Follower</i> yang dihubungkan ke <i>Camshaft</i> serta dipasangkan <i>Bolt</i> dengan diberikan pengencangan sesuai standar perhitungan 5. Mempersiapkan Proses <i>Long Block</i> pada <i>Engine Block Tipe 12V</i> dengan mensterilkan bagian <i>Block</i> dengan cairan <i>Solvent</i> 6. Memasang <i>Oil Cooler</i> ke bagian <i>Block Engine</i> <p>Membantu Mekanik untuk memasang <i>Camshaft</i> ke <i>Engine Block</i></p>
15	Jumat, 26	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi

	Januari 2024			<ol style="list-style-type: none"> 2. Mengencangkan <i>Bolt</i> pada <i>Bracket</i> yang terhubung ke <i>Flywheel Housing</i> menggunakan <i>Impact</i> dengan torsi yang besar 3. Mengambil data pada <i>Overhead Crane</i> saat digunakan untuk memindahkan <i>Engine Block</i> di area <i>Long Block Proses</i>
16	Senin, 29 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mempersiapkan Proses <i>Long Block</i> pada <i>Engine Block</i> Tipe 6D170 dengan mensterilkan bagian <i>Block</i> dengan cairan <i>Solvent</i> 3. Memasang <i>Oil Cooler</i> ke bagian <i>Block Engine</i> 4. Memasang <i>Cam Follower</i> yang dihubungkan ke <i>Camshaft</i> serta dipasangkan <i>Bolt</i> dengan diberikan pengencangan sesuai <i>Standar Perhitungan</i> 5. Menutup area <i>Cam Follower</i> dengan <i>Cover Cam Follower</i> dan dipasangkan <i>Bolt</i> yang dikencangkan dan memberikan tanda pada bagian <i>Bolt</i> 6. Mengambil data waktu pada <i>Overhead Crane</i> saat digunakan untuk memindahkan <i>Engine Block</i> di area <i>Long Block Proses</i>
17	Selasa, 30 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mempersiapkan Proses <i>Long Block</i> pada <i>Engine Block</i> Tipe 6D140 dengan mensterilkan bagian <i>Block</i> dengan cairan <i>Solvent</i> 3. Memberikan <i>Liquid Gasket</i> dan memasang <i>Gasket</i> pada area <i>Oil Cooler</i> serta memasang <i>Oil Cooler</i> ke <i>Engine</i> 4. Memasang <i>Cam Follower</i> yang dihubungkan ke <i>Camshaft</i> serta dipasangkan <i>Bolt</i> dengan diberikan pengencangan sesuai standar perhitungan 5. Mengambil data waktu pada <i>Overhead Crane</i> saat digunakan untuk memindahkan <i>Engine Block</i> di area <i>Long Block Proses</i>

18	Rabu, 31 Januari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Memberikan <i>Liquid Gasket</i> dan memasang Gasket pada area <i>Oil Cooler</i> serta memasang <i>Oil Cooler</i> pada <i>Engine 6D170</i> 3. Memasang <i>Cam Follower</i> yang dihubungkan ke <i>Camshaft</i> serta dipasangkan <i>Bolt</i> dengan diberikan pengencangan sesuai standar perhitungan 4. Mengambil data waktu pada <i>Overhead Crane</i> saat digunakan untuk memindahkan <i>Engine Block</i> di area <i>Long Block Proses</i>
19	Kamis , 1 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Sharing session dengan mekanik terkait Jenis-jenis pengukuran yang digunakan pada proses Engine Assembly yaitu : <ol style="list-style-type: none"> a. <i>End Play</i> adalah pengukuran jarak dari gerak bebas pada suatu benda dengan tujuan mencegah tidak mengalami kemacetan b. <i>Backlash</i> adalah pengukuran kekocakan atau keregangan jarak bebas berkaitan antara dua roda gigi yang berfungsi untuk mengatasi pemuaiian panas yang terjadi pada roda gigi
20	Jumat , 2 Februari 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Asistensi dengan pembimbing lapangan, terkait dengan pengambilan data waktu penggunaan pada <i>Overhead Crane</i> di area <i>Long Block Proses</i>
21	Senin, 5 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengamati pada bagian proses Peningstalan <i>Cylinder Head</i> dan <i>Aksesoris</i> pada <i>Engine</i> pada proses ini melakukan aktivitas Peningstalan terhadap <i>Cylinder Head, Thermostat, Thermostat Houshing, Starting Motor, Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Suport Front</i>
22	Selasa, 6 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Sharing dengan mentor terkait Observasi pada <i>Overhead Crane</i> 3. Membantu mekanik dalam Proses Peningstalan <i>Cylinder Head</i>

				<ol style="list-style-type: none"> a. Pengeinstalan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i> b. Pengeinstalan terhadap pada <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Housing, Starting Motor Cylinder Block</i> c. Pengeinstalan terhadap <i>Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Suport Front</i> pada <i>Cylinder Block</i> <p>4. Melakukan pengamatan terhadap <i>Overhead Crane</i> ada proses apa saja saat menggunakan <i>Overhead Crane</i> untuk memindahkan <i>Cylinder Block</i></p>
23	Rabu, 7 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik dalam proses Pengeinstalan <i>Cylinder Head</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Pengeinstalan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i> b. Pengeinstalan terhadap pada <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Housing, Starting Motor Cylinder Block</i> c. Pengeinstalan terhadap <i>Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Suport Front</i> pada <i>Cylinder Block</i> <p>Melakukan pengamatan terhadap <i>Overhead Crane</i> ada proses apa saja saat menggunakan <i>Overhead Crane</i> untuk memindahkan <i>Cylinder Block</i></p>
24	Jumat, 9 Februari 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengikuti kegiatan <i>Safety General Meeting</i> 3. Membantu mekanik dalam proses penginstalan <i>Cylinder Head</i> 4. Pengeinstalan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Pengeinstalan terhadap pada <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Housing, Starting Motor Cylinder Block</i>

				<ul style="list-style-type: none"> b. Pengerangan terhadap <i>Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Support Front</i> pada <i>Cylinder Head</i> c. Asistensi dengan pembimbing lapangan terkait hasil pengamatan terhadap <i>Overhead Crane</i> pada saat digunakan untuk memindahkan <i>Cylinder Block</i>
25	Senin, 12 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik dalam proses pengerangan <i>Cylinder Head</i> <ul style="list-style-type: none"> a. Pengerangan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i> b. Pengerangan terhadap pada <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Housing, Starting Motor Cylinder Block</i> c. Pengerangan terhadap <i>Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Support Front</i> pada <i>Cylinder Block</i> 3. Mengambil ukuran dan membuat sketsa pada <i>Engine Stand</i> yang digunakan untuk <i>Engine</i>
26	Selasa, 13 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik dalam proses pengerangan <i>Cylinder Head</i> <ul style="list-style-type: none"> a. Pengerangan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i> b. Pengerangan terhadap pada <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Housing, Starting Motor Cylinder Block</i> c. Pengerangan terhadap <i>Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Support Front</i> pada <i>Cylinder Block</i> 3. Membuat design <i>Engine Stand</i> menggunakan Software 3D
27	Kamis, 15 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membuat design <i>Engine Stand</i> menggunakan Software 3D
28	Jumat, 16	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi

	Februari 2024			<ol style="list-style-type: none"> 2. Membuat design <i>Engine Stand</i> menggunakan Software 3D 3. Melakukan Asistensi dengan pembimbing lapangan terkait design <i>Engine Stand</i>
29	Senin, 19 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Diskusi dengan Mentor terkait Projeect yang akan dilakukan 3. Membantu mekanik pada proses <i>Long Block</i>
30	Selasa, 20 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses <i>Instal Cylinder Head</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Penginstalan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i> b. Penginstalan terhadap pada <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Houshing, Starting Motor Cylinder Block</i> c. <i>Penginstalan terhadap Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Suport Front</i> pada <i>Cylinder Block</i> 3. Mencari refrensi Jurnal yang berkaitan dengan Topik yang mau dikerjakan
31	Rabu, 21 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Menyusun Laporan Magang Bab 1 dan Bab 2 3. Sharing dengan mentor terkait perkembangan progres
32	Kamis, 22 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses <i>Instal Cylinder Head</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Penginstalan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i>, b. Penginstalan terhadap <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Houshing, Starting Motor</i> pada <i>Cylinder Block</i>, c. Penginstalan terhadap <i>Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Suport Front</i> pada <i>Cylinder Block</i>

				3. Mewawancarai mekanik terkait project yang akan dilakukan, baik dari saran ataupun masukan
33	Jumat, 23 Februari 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses <i>Instal Cylinder Head</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Penginstalan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i>, b. Penginstalan terhadap <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Houshing</i>, <i>Starting Motor</i> pada <i>Cylinder Block</i>, c. Penginstalan terhadap <i>Damper</i>, <i>Tension Pulley</i>, <i>Pulley Hardening</i>, <i>Fan Pulley</i>, <i>Crank Pulley</i> dan <i>Suport Front</i> pada <i>Cylinder Block</i>
34	Senin, 26 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses <i>Global Leak Test</i> yaitu mengecek kebocoran pada <i>Engine</i> terutama pada saluran – saluran <i>Fuel</i>, <i>Water</i>, <i>Lubricants</i> dan <i>Combustion</i>
35	Selasa, 27 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses <i>Global Leak Test</i> yaitu mengecek kebocoran pada <i>Engine</i> terutama pada saluran – saluran <i>Fuel</i>, <i>Water</i>, <i>Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Menutup kedua lubang <i>Intake</i> dan <i>Exhaust Turbocharger</i> dengan cara memasang <i>Jig</i> dan <i>Clamp</i> serta mengencangkan baut dengan <i>Screwdriver</i> b. Memasang selang aliaran yang terdiri dari selang <i>Fuel</i>, <i>Water</i>, <i>Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> yang terhubung pada Mesin <i>Global Leak Test</i> c. Melakuakn monitoring terhadap adanya kebocoran pada <i>Engine</i> yang telah dilakuakn tes kebocoran 3. Membaca Jurnal yang berkaitan dengan topik yang ingin dilaksanakan
36	Rabu, 28 Februari 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i>

				<p>3. Membantu mekanik pada proses <i>Main Engine Assy</i></p> <p>a. Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya <i>Proses Ajust Valve Clereance</i> dan <i>Ajust Cross Head</i></p>
37	Kamis, 29 Februari 2024	07.30	16.30	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Mengikuti jadwal perkuliahan pada Mata kuliah Manajemen Operasional, Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan</p>
38	Jumat, 1 Maret 2024	07.30	17.00	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Mengikuti kegiatan <i>Inovation Day</i> yaitu kegiatan Dimana seperti membuat target dan <i>planning</i> pada jobdesknya masing-masing</p> <p>3. Merekap beberapa data perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> saat menggunakan <i>Overhead Crane</i></p> <p>4. Mensurvey kembali area data yang diambil</p>
39	Senin, 4 Maret 2024	07.30	16.30	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Membantu mekanik pada proses <i>Main Engine Assy</i></p> <p>a. Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya <i>Proses Mengassembly Cross Heads, Rockers Arm, Nozzle Holder, Fuel Injection Pump, Intake Manifold, Air Cleaner Mounting</i> terhap <i>Engine</i></p>
40	Selasa, 5 Maret 2024	07.30	16.30	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Sharing dengan mentor dan pembimbing lapangan terkait perkembangan <i>project</i> yang dilaksanakan</p> <p>3. Membuat sketsa tentang perencanaan <i>project</i></p>
41	Rabu, 6 Maret 2024	07.30	16.30	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Melanjutkan pengerjaann Lapotan Magang</p> <p>3. Membantu mekanik pada proses <i>Main Engine Assy</i></p> <p>a. Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya <i>Proses Mengassembly Exhaust Manifold, Turbo, Fuel Injection Tube, Gauge Oil level gauge & Oil Filter, Air Compresor, Alternator, Sensor.</i></p>
42	Kamis, 7 Maret 2024	07.30	16.30	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Membantu mekanik pada proses <i>Main Engine Assy</i></p>

				<p>a. Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya Proses Mengassembly <i>Exhaust Manifold, Turbo, Fuel Injection Tube, Gauge Oil level gauge & Oil Filter, Air Compresor, Alternator, Sensor</i>:</p> <p>3. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i></p> <p>4. Mengambil ukuran sketsa dari <i>Tool Pusher</i></p>
43	Jumat, 8 Maret 2024	07.30	17.00	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Membantu mekanik pada proses <i>Main Engine Assy</i></p> <p>a. Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya Proses <i>Ajust Valve Clereance</i> dan <i>Ajust Cross Head</i></p> <p>3. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i> dari proses <i>Aksesoris</i> hingga menuju <i>Main Engine Assy</i></p>
44	Selasa, 12 Maret 2024	07.30	13.00	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i> dari proses <i>Aksesoris</i> hingga menuju <i>Main Engine Assy</i></p> <p>3. Membantu mekanik <i>prepare Spare Part</i> pada proses <i>Main Engine Assy</i></p>
45	Rabu, 13 Maret 2024	07.30	16.00	<p>1. Mengikuti kegiatan senam pagi</p> <p>2. Mensurvey kondisi <i>Tool Pusher</i> yang akan dipakai ulang</p> <p>3. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i> dari proses <i>Aksesoris</i> hingga menuju <i>Main Engine Assy</i></p> <p>4. Merekap beberapa data perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> saat menggunakan <i>Overhead Crane</i></p> <p>5. Asistensi dengan pembimbing lapangan terkait data yang diperoleh</p>

46	Kamis, 14 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Merekap beberapa data perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> saat menggunakan <i>Overhead Crane</i> 3. Sharing dengan mentor terkait metode penyelesaian <i>Project</i> 4. Diskusi dengan pembimbing lapangan terkait <i>project</i> yang dilaksanakan
47	Jumat, 15 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Merekap beberapa data perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> saat menggunakan <i>Overhead Crane</i> 3. Asistensi dengan pembimbing lapangan 4. <i>Meet</i> dengan Vendor terkait <i>project</i>
48	Senin, 18 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses penginstalan bagian Aksesoris Engine <ol style="list-style-type: none"> a. Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Houshing, Starting Motor</i> pada <i>Cylinder Block</i> b. Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Damper, Tension Pulley, Pulley Hardening, Fan Pulley, Crank Pulley</i> dan <i>Suport Front</i> pada <i>Cylinder Block</i> c. Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i>
49	Selasa, 19 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses penginstalan bagian <i>Aksesoris Engine</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Houshing, Starting Motor</i> pada <i>Cylinder Block</i> 3. Sharing dengan mentor terkait data yang diambil
50	Rabu, 20 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses Main Engine Assy <ol style="list-style-type: none"> a. Melakukan <i>Prepare</i> terhadap <i>Spare Part</i>

				<ol style="list-style-type: none"> 3. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i> dari proses Aksesoris hingga menuju <i>Main Engine Assy</i> 4. Merekap data dari hasil pengambilan waktu
51	Kamis, 21 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i> dari proses <i>Main Engine Assy</i> hingga <i>Global Leak Test</i> 3. Membantu mekanik pada proses <i>Main Engine Assy</i>
51	Jumat, 22 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i> dari proses <i>Main Engine Assy</i> hingga <i>Global Leak Test</i> 3. Membantu mekanik pada proses <i>Global Leak Test</i> yaitu mengecek kebocoran pada <i>Engine</i> terutama pada saluran – saluran <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Menutup kedua lubang <i>Intake</i> dan <i>Exhaust Turbocharger</i> dengan cara memasang <i>Jig</i> dan <i>Clamp</i> serta mengencangkan baut dengan <i>Screwdriver</i> b. Memasang selang aliaran yang terdiri dari selang <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> yang terhubung pada Mesin <i>Global Leak Test</i> c. Melakuakn <i>monitoring</i> terhadap adanya kebocoran pada <i>Engine</i> yang telah dilakuakn tes kebocoran 4. Sharing dengan salah satu karyawan pada bagian <i>Planning and Inventory Control</i> terkait jenis bentuk produksi perusahaan

52	Senin, 25 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mencari refrensi Jurnal yang berkaitan dengan Topik yang mau dikerjakan 3. Asistensi dengan pembimbing lapangan, terkait dengan pengambilan data waktu penggunaan pada <i>Overhead Crane</i> untuk memindahkan <i>Cylinder Block Engine</i>
53	Selasa, 26 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mencari refrensi Jurnal yang berkaitan dengan Topik yang mau dikerjakan 3. Menyusun Laporan Magang
54	Rabu, 27 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mencari refrensi Jurnal yang berkaitan dengan Topik yang mau dikerjakan 3. Menyusun Laporan Magang
55	Kamis, 28 Maret 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i> dari proses <i>Main Engine Assy</i> hingga <i>Global Leak Test</i>
56	Senin, 1 April 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Merekap beberapa data perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> saat menggunakan <i>Overhead Crane</i> 3. Melakukan Asistensi dengan pembimbing lapangan terkait design <i>Engine Stand</i>
57	Selasa, 2 April 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melakukan Asistensi dengan pembimbing lapangan terkait <i>Design Engine Stand</i>
58	Rabu, 3 April 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengukur tegangann dan kondisi terhadap Baterai <i>Accu</i> yang digunakan pada <i>Tool Pusher</i> menggunakan <i>Avo Meter</i>
59	Kamis, 4 April 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengambil data baik Waktu dan Peristiwa pada proses perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> dengan menggunakan <i>Overhead Crane</i> dari proses <i>Main Engine Assy</i> hingga <i>Global Leak Test</i>

60	Jumat, 5 April 2024	07.30	16.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Merekap beberapa data perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> saat menggunakan <i>Overhead Crane</i>
61	Senin, 15 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Halal Bihalal Bersama Karyawan Perusahaan 3. Membaca jurnal untuk keperluan laporan
62	Selasa, 16 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Merekap beberapa data perpindahan <i>Cylinder Block Engine</i> saat menggunakan <i>Overhead Crane</i> pada proses <i>Engine Main Assy</i> menuju <i>Global Leak Test</i> 3. Sharing dengan mentor terkait data penggunaan <i>Overhead Crane</i> saat digunakan untuk memindahkan <i>Cylinder Block Engine</i> pada proses selanjutnya 4. Membaca jurnal terkait penggunaan <i>Overhead Crane</i>
63	Rabu, 17 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Diskusi dengan karyawan Perusahaan terkait ingin melakukan <i>Trial</i> pada <i>Tool Pusher</i> 3. Mengambil data tegangan <i>Accu</i> pada kondisi <i>Full Charger</i> yang siap digunakan pada <i>Tool Pusher</i>; dengan menggunakan <i>Avometer</i> 4. Mengambil data tegangan dan <i>power baterai Accu</i> saat digunakan 5. Membantu mekanik pada proses <i>Global Leak Test</i> yaitu mengecek kebocoran pada <i>Engine</i> terutama pada saluran – saluran <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Menutup kedua lubang <i>Intake</i> dan <i>Exhaust Turbocharger</i> dengan cara memasang <i>Jig</i> dan <i>Clamp</i> serta mengencangkan baut dengan <i>Screwdriver</i> b. Memasang selang aliaran yang terdiri dari selang <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> yang terhubung pada Mesin <i>Global Leak Test</i> c. Melakuakn <i>monitoring</i> terhadap adanya kebocoran pada <i>Engine</i> yang telah dilakukan tes kebocoran

64	Kamis, 18 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengambil data tegangan Accu pada kondisi <i>Full Charger</i> yang siap digunakan pada <i>Tool Pusher</i>, dengan menggunakan <i>Avometer</i> 3. Melanjutkan pengambilan data pada baterai <i>Accu</i> setelah digunakan pada <i>tool Pusher</i> 4. Membantu mekanik pada proses <i>Global Leak Test</i> yaitu mengecek kebocoran pada <i>Engine</i> terutama pada saluran – saluran <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Menutup kedua lubang <i>Intake</i> dan <i>Exhaust Turbocharger</i> dengan cara memasang <i>Jig</i> dan <i>Clamp</i> serta mengencangkan baut dengan <i>Screwdriver</i> b. Memasang selang aliaran yang terdiri dari selang <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> yang terhubung pada <i>Mesin Global Leak Test</i> c. Melakuakn <i>Monitoring</i> terhadap adanya kebocoran pada <i>Engine</i> yang telah dilakuakn tes kebocoran
65	Jumat, 19 April 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Mengambil data tegangan <i>Accu</i> pada kondisi <i>Full Charger</i> yang siap digunakan pada <i>Tool Pusher</i>, dengan menggunakan <i>Avometer</i> 3. Melanjutkan pengambilan data pada baterai <i>Accu</i> setelah digunakan pada <i>Tool Pusher</i> 4. Membantu mekanik pada proses <i>Global Leak Test</i> yaitu mengecek kebocoran pada <i>Engine</i> terutama pada saluran – saluran <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Menutup kedua lubang <i>Intake</i> dan <i>Exhaust Turbocharger</i> dengan cara memasang <i>Jig</i> dan <i>Clamp</i> serta mengencangkan baut dengan <i>Screwdriver</i> b. Memasang selang aliaran yang terdiri dari selang <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> yang terhubung pada <i>Mesin Global Leak Test</i> c. Melakuakn <i>monitoring</i> terhadap adanya kebocoran pada <i>Engine</i> yang telah dilakuakn tes kebocoran

66	Selasa, 23 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Merekap data dari hasil <i>Trial</i> menggunakan <i>Tool Pusher</i> pada penggunaan baterai <i>Accu</i> dan hasil kecepatan saat menggunakan <i>Tool Pusher</i>
67	Rabu, 24 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Pindah Section pada proses <i>Machining</i> 3. Sharing dengan operator Part-part apa saja yang dikerjakan pada proses <i>Machining</i> 4. Belajar cara setting <i>Chuck</i> pada <i>Mesin Lathe</i> menggunakan <i>Dial</i> 5. Belajar cara mengaplikasikan alat ukur <i>Micrometer</i> pada benda kerja
68	Kamis, 25 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu <i>Engineering</i> melakukan Analisa pada proses <i>Diassembly Power Train</i> 3. Membaca buku petunjuk <i>Basic Assembly Engine</i>
69	Jumat, 26 April 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melakukan pengurangan diameter pada <i>Manifold Front</i> menggunakan <i>Mesin Lathe</i> dengan mata pahat
70	Senin, 29 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melakukan pengurangan diameter pada <i>Manifold Front</i> menggunakan <i>Mesin Lathe</i> dengan mata pahat 3. Mengetahui jenis-jenis mata pahat yang digunakan untuk proses pembubutan pada <i>Part-Part Engine</i> dan <i>Power Train</i>
71	Selasa, 30 April 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses <i>Global Leak Test</i> yaitu mengecek kebocoran pada <i>Engine</i> terutama pada saluran – saluran <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> <ol style="list-style-type: none"> a. Menutup kedua lubang <i>Intake</i> dan <i>Exhaust Turbocharger</i> dengan cara memasang <i>Jig</i> dan <i>Clamp</i> serta mengencangkan baut dengan <i>Screwdriver</i> b. Memasang selang aliaran yang terdiri dari selang <i>Fuel, Water, Lubricants</i> dan <i>Combustion</i> yang terhubung pada <i>Mesin Global Leak Test</i>

				c. Melakuakn monitoring terhadap adanya kebocoran pada <i>Engine</i> yang telah dilakuakn tes kebocoran
71	Kamis, 2 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melanjutkan membuat perbaikan <i>Design Engine Stand</i> dengan menggunakan <i>Software 3D</i>
72	Jumat, 3 Mei 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Belajar menggunakan Alat ukur <i>Bore Gauge</i> serta kalibrasi pada proses <i>Machining</i> 3. Mengerjakan soal <i>Post Test</i> alat ukur <i>Bore Gauge</i>
73	Senin, 6 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melanjutkan membuat perbaikan <i>Design Engine Stand</i> dengan menggunakan <i>Software 3D</i>
74	Selasa, 7 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Asistensi perbaikan <i>Design Engine Stand</i> dengan pembimbing lapangan
75	Rabu, 8 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melanjutkan membuat perbaikan <i>Design Engine Stand</i> dengan menggunakan <i>Software 3D</i> 3. Mencari refrensi <i>Design Engine Stand</i> untuk dilakukan perbaikan
76	Jumat, 10 Mei 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melanjutkan membuat perbaikan <i>Design Engine Stand</i> dengan menggunakan <i>Software 3D</i> 3. Mencari refrensi roda yang sesuai dengan beban tumpuan
77	Senin, 13 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membuat layout area proses <i>Engine Assembly</i> menggunakan <i>Software 2D</i> 3. Asistensi perbaikan <i>Design Engine Stand</i> dengan pembimbing lapangan
78	Selasa, 14 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membuat <i>layout area</i> proses <i>Engine Assembly</i> menggunakan <i>Software 2D</i> 3. Merekap data hasil dari waktu penggunaan <i>Overhead Crane</i> saat digunakan untuk

				memindahkan <i>Cylinder Block Engine</i> pada proses <i>Engine Assembly</i>
79	Rabu, 15 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membuat PPT yang digunakan untuk presentasi 3. Merekap data hasil dari waktu penggunaan <i>Overhead Crane</i> saat digunakan untuk memindahkan <i>Cylinder Block Engine</i> pada proses <i>Engine Assembly</i>
80	Kamis, 16 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melanjutkan membuat PPT yang digunakan untuk presentasi
81	Jumat, 17 Mei 2024	07.30	17.00	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Melanjutkan membuat PPT yang digunakan untuk presentasi 3. Asistensi dengan pembimbing lapangan terkait materi yang akan dipresentasikan
82	Senin, 20 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Asistensi dengan pembimbing lapangan terkait materi yang akan dipresentasikan 3. Presentasi hasil Magang Industri pada PT Komatsu Remanufacturing Asia
83	Selasa, 21 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Sharing-sharing dengan karyawan terkait magang yang telah dilaksanakan
84	Rabu, 22 Mei 2024	07.30	16.30	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengikuti kegiatan senam pagi 2. Membantu mekanik pada proses Main Engine Assy <ol style="list-style-type: none"> a. Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya Proses <i>Mengassembly Turbocharger</i> pada <i>Cylinder Block Engine</i> 3. Mengkalibrasi <i>Bore Gauge</i> sesuai dengan ukuran benda kerja yang akan dikerjakan pada proses <i>Machining</i> dan sebagai penutup Magang 4. Berpamitan kepada karyawan yang bertanda berakhirnya Magang Industri di PT Komatsu Remanufacturing Asia

Balikipapan, 23 Mei 2024
Pembimbing Lapangan

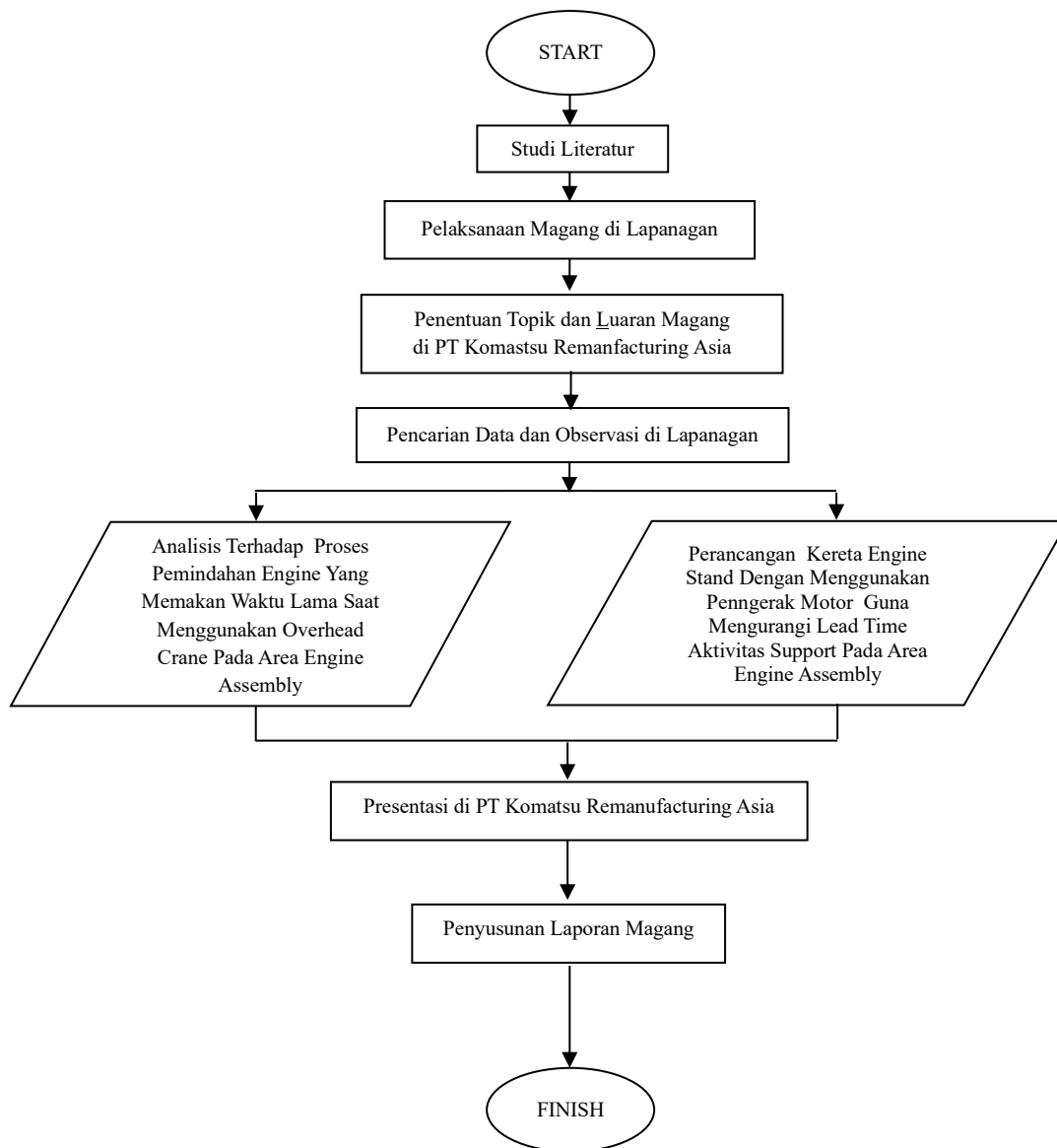
Anang Trianto

3.2 Metode Penyelesaian Magang Industri Secara Umum

Dalam melakukan Penyelesaian Magang Industri Secara Umum maka diperlukan metode penyelesaian yang analitis dan matematis. Pada sub bab ini akan akan dibahas secara lebih terkait dengan metologi terkait penyelesaian magang.

3.2.1 Flowchart Peyeleasaan Magang Industri PT. Komatsu Remanufacturing Asia

Berikut ini pada gambar 3.1 dibawah merupakan Flowchart penyelesaian magang industri PT. Komatsu Remanufacturing Asia.



Gambar 3.1 Flowchart Pelaksanaan Magang Industri di PT. KRA

3.2.2 Penjelasan Diagram Alir

1. Start

Menandakan dimulainya proses pengerjaan hasil yang didapat dan penyusunan laporan magang

2. Studi Literatur

Melakukan Studi Literatur dengan cara membaca jurnal ilmiah dan artikel pendukung terkait factor yang berpengaruh pada *Lead Time* Produksi serta metode untuk mencari akar permasalahan, metode penyelesaian dan mencari desain sebagai referensi dalam perancangan sebuah *tool*.

3. Pelaksanaan Magang

Pada tahap ini mahasiswa melaksanakan kegiatan magang yang terjun langsung dilapangan, dalam hal ini melakukan study pada proses produksi engine assembly, melakukan pengamatan pada area proses produksi engine assembly dan study pada proses *machining*. Selain itu mahasiswa juga mempelajari kegunaan tool yang digunakan saat proses pengerjaan *assembly* dan mempelajari sistem *engine* pada proses *engine assembly* serta pada proses *machining* mempelajari alat ukur yang digunakan pada proses *machining*.

4. Penentuan Topik dan Luaran Magang di PT Komatsu Remanufacturing Asia

Dalam tahap ini, mahasiswa menentukan topik pembahasan yang akan dimuat dalam laporan magang, dimana dalam laporan tersebut akan diserahkan kepada pihak perusahaan (presentasi) dan pihak departemen sebagai penilaian. Berdasarkan Buku Pedoman pelaksanaan Magang, luaran yang diharapkan untuk mahasiswa ialah mampu membuat SOP Alat/Teknis, desain/analisis dari tugas khusus serta Membuat Video Pengenalan Industri.

5. Pencarian Data dan Observasi di Lapangan

Setelah menentukan topik dan luaran magang, maka mahasiswa melakukan pencarian data dan Observasi guna menunjang kebutuhan dalam penyelesaian tugas khusus luaran magang di PT Komatsu Remanufacturing Asia.

6. Analisa Terhadap Proses Pemindahan Engine Yang Memakan Waktu Lama Dengan Menggunakan Overhead Crane

Pada proses ini merupakan suatu Outputan dari tahap sebelumnya dengan mahasiswa mampu menganalisa peristiwa yang terjadi saat proses pemindahan *engine* yang memakan waktu lama dengan menggunakan *Overhead Crane*.

7. Perancangan Kereta Engine Stand Dengan Menggunakan Penggerak Motor Guna Mengurangi Lead Time Aktivitas Support Pada Area Engine Assembly

Pada proses ini merupakan suatu Outputan dari tahap sebelumnya dengan mahasiswa mampu membuat perancangan design 3D Kereta *Engine Stand* Dengan Menggunakan Penggerak Motor Guna mengurangi *Lead Time* Aktivitas *Support* Pada Area *Engine Assembly*.

8. Presentasi di PT Komatsu Remanufacturing Asia

Pada tahap ini melakukan Presentasi hasil yang dilakukan saat magang kepada pihak PT Komatsu Remanufacturing Asia. Pada saat presentasi hal yang dibahas ialah sesuai dengan luaran yang di tetapkan sesuai dengan Buku Pedoman Magang Departemen Teknik Mesin Industri ITS.

9. Penyusunan Laporan Magang

Melakukan penyusunan laporan magang secara keseluruhasn.

10. Finish

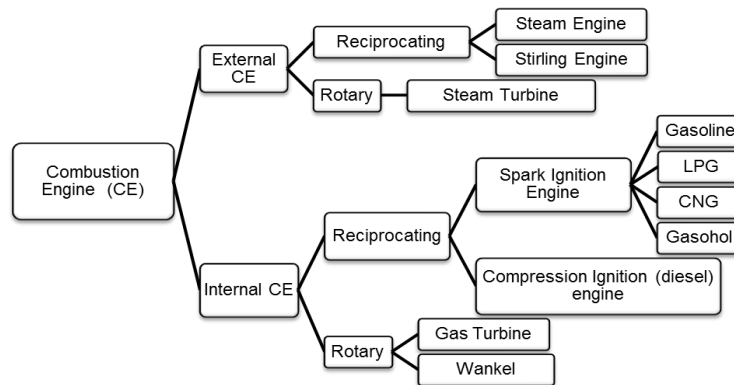
Menandakan berakhirnya proses pengerjaan yang didapat dan laporan magang.

BAB IV HASIL MAGANG

4.1 Penjelasan Hasil Kegiatan Magang

4.1.1 Definisi dan Klasifikasi Engine

Engine adalah suatu alat yang menghasilkan tenaga melalui suatu proses tertentu, dimana proses thermis diubah menjadi tenaga mekanis. Klasifikasi dari *engine* sesuai dengan diagram dibawah ini:

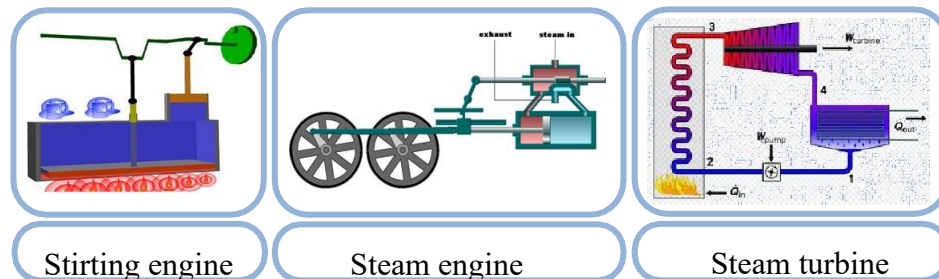


Gambar 4.1 Bagan Klasifikasi *Engine*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Combustion engine dapat merubah energi panas atau energi kimia dalam bahan bakar menjadi energi mekanis, *Combustion engine* dibagi menjadi dua yaitu Internal dan eksternal *combustion engine*.

1. Eksternal Combustion Engine

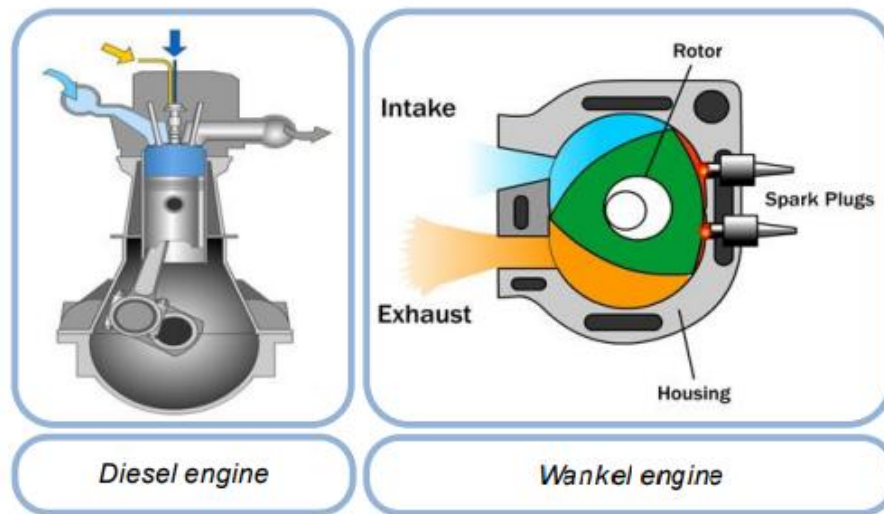
Tipe eksternal combustion engine yang menghasilkan energi mekanis atau tenaga membakar udara dan bahan bakar disebelah luar mesin dalam suatu ketel uap (boiler) atau (turbine).



Gambar 4.2 External Combustion Engine
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

2. Internal Combustion Engine

Tipe internal combustion engine yang menghasilkan energi mekanis atau tenaga dengan membakar udara dan bahan bakar didalam mesin sendiri pada suatu ruang bakar.



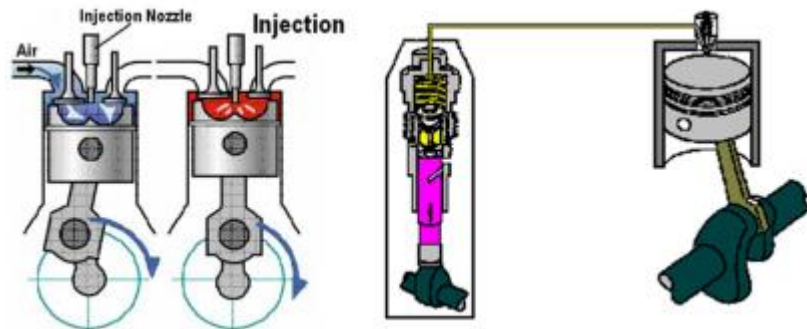
Gambar 4.3 Internal Combustion Engine
 (Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa diesel engine merupakan tipe internal combustion engine dimana penyalan campuran udara bahan bakarnya disebabkan oleh panas yang ditimbulkan pada waktu compression stroke atau pada saat compression.

4.1.2 Perbedaan Diesel Engine dan Gasoline Engine

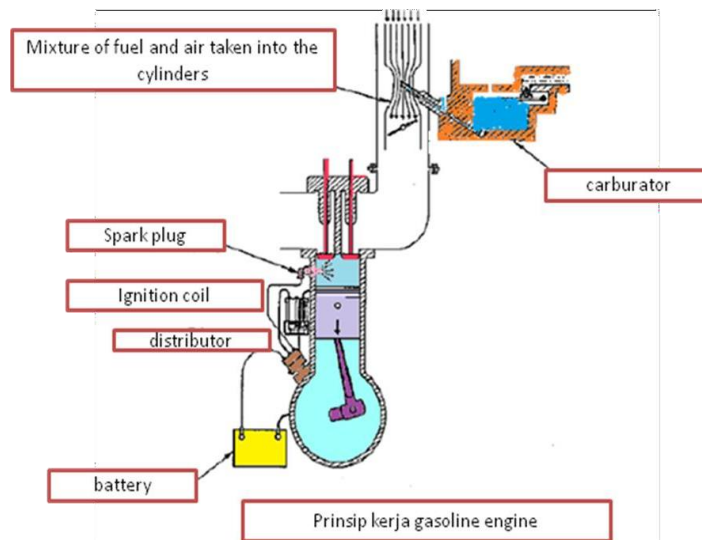
Diesel engine dan gasoline engine merupakan jenis engine internal combustion dengan bahan bakar yang berbeda. Perbedaan inilah yang menjadi dasar perbedaan struktur dan system penyalan sehingga engine dapat bekerja.

Pada diesel engine udara yang terhisap ke dalam ruang bakar dikompresi sehingga mencapai tekanan dan temperatur yang tinggi. Kemudian bahan bakar (fuel) diinjeksikan dan dikabutkan ke dalam ruang bakar. Sehingga terjadi pembakaran sesaat setelah terjadi pencampuran dengan udara.



Gambar 4.4 Diesel Engine
 (Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Sedangkan pada gasoline engine udara dan bahan bakar yang tercampur didalam carburator, terhisap ke dalam ruang bakar dan dikompresikan hingga mencapai tekanan dan temperatur tertentu. Pada akhir langkah kompresi, spark plug memercikan api sehingga terjadi pembakaran.



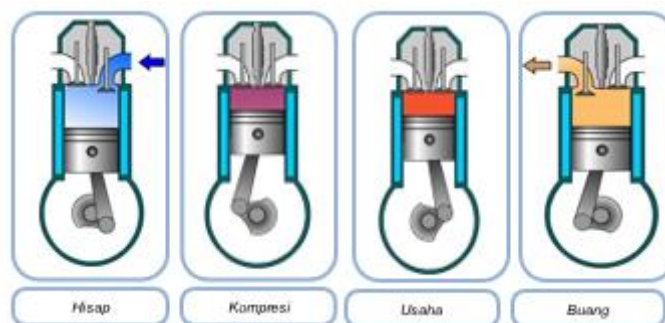
Gambar 4.5 Gasoline engine
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

4.1.3 Engine 4 Langkah dan 2 Langkah

4.1.3.1 Prinsip Kerja Engine 4 Langkah

Engine 4 langkah adalah engine yang membutuhkan 4 langkah piston untuk menghasilkan 1 kali pembakaran. Empat langkah yang dimaksud adalah langkah hisap (*intake*), kompresi (*compression*), usaha (*power*), dan buang (*exhaust*). Berikut adalah gambar keempat langkah tersebut.

1. Prinsip Kerja diesel engine 4 langkah



Gambar 4.6 Diesel Engine 4 Langkah
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

a. Langkah hisap (*Intake*)

Piston bergerak dari *Top Dead Center (TDC)* ke *Bottom Dead Center (BDC)*. *Intake valve* terbuka dan *Exhaust valve* tertutup, udara murni masuk ke dalam silinder melalui *intake valve*.

b. Langkah kompresi (*compression*)

Udara yang berada di dalam silinder dimampatkan oleh piston yang bergerak dari *Bottom Dead Center (BDC)* ke *Top Dead Center (TDC)*, dimana kedua valve intake

dan exhaust tertutup. Selama langkah ini tekanan naik $30\text{-}40\text{kg/cm}^2$ dan temperatur udara naik $400 - 500^{\circ}$ Celcius.

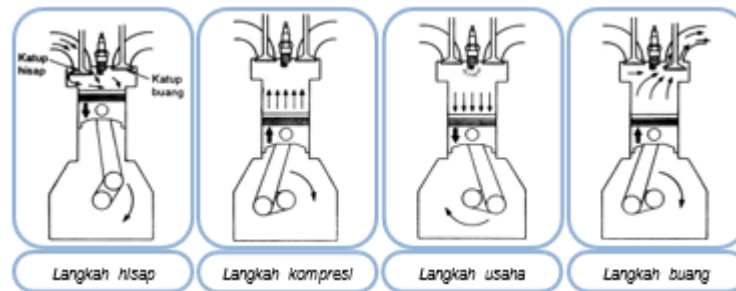
c. Langkah usaha (*Power*)

Pada langkah ini, *intake valve* dan *exhaust valve* masih dalam keadaan tertutup, partikel-partikel bahan bakar yang disemprotkan oleh *nozzle* akan bercampur dengan udara yang mempunyai tekanan dan suhu tinggi, sehingga terjadilah pembakaran yang menghasilkan tekanan dan suhu tinggi. Akibat dari pembakaran tersebut, tekanan naik $80\text{-}110\text{ kg/cm}^2$ dan temperatur menjadi $600\text{-}900^{\circ}\text{C}$.

d. Langkah buang (*Exhaust*)

Exhaust valve terbuka sesaat sebelum piston mencapai *Bottom Dead Center* sehingga gas pembakaran mulai keluar. Piston bergerak dari BDC ke TDC mendorong gas buang keluar seluruhnya.

4X Langkah Piston = 2X Putaran Crankshaft = 1X Usaha



Gambar 4.7 Gasoline Engine 4 Langkah
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

2. Prinsip Kerja gasoline engine 4 langkah

a. Langkah hisap (*Intake Stroke*)

Piston bergerak dari *Top Dead Center (TDC)* ke *Bottom Dead Center (BDC)*. Intake valve terbuka dan exhaust valve tertutup, udara bersih yang tercampur di karburator terhisap masuk ke dalam ruang bakar

b. Langkah kompresi (*Compression Stroke*)

Campuran udara dan bahan bakar dimampatkan oleh piston yang bergerak dari *Bottom Dead Center (BDC)* ke *Top Dead Center (TDC)* sehingga tekanan dan temperatur campuran tersebut naik.

c. Langkah kerja (*Power Stroke*)

Beberapa derajat sebelum mencapai *Top Dead Center*, campuran udara dan bahan bakar tersebut diberi percikan api oleh busi, sehingga terjadi pembakaran. Akibatnya, tekanan naik menjadi $30 - 40\text{ kg/cm}^2$ dan temperature pembakaran menjadi 1500°C . Tekanan tersebut bekerja pada luasan piston dan menekan piston menuju ke *Bottom Dead Center*.

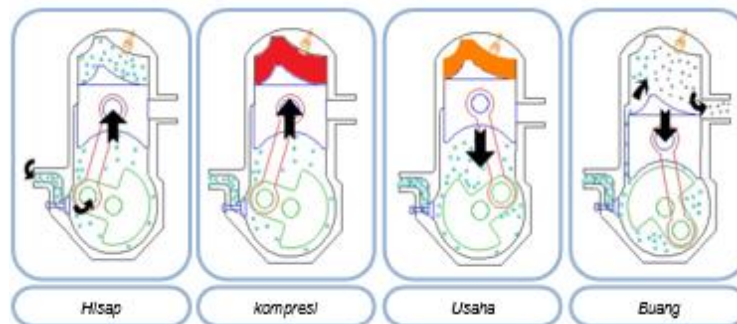
d. Langkah buang (*Exhaust Stroke*)

Exhaust valve terbuka sesaat sebelum piston mencapai *Bottom Dead Center* sehingga gas pembakaran mulai keluar. Piston bergerak dari BDC ke TDC mendorong gas buang keluar seluruhnya.

$$4X \text{ Langkah Piston} = 2X \text{ Putaran Crankshaft} = 1X \text{ Usaha}$$

4.1.3.2 Prinsip Kerja Engine 2 Langkah

Engine 2 langkah adalah engine yang membutuhkan 2 langkah piston untuk menghasilkan 1 kali pembakaran. Proses *intake*, *compression*, *power*, *exhaust* dilakukan secara lengkap dalam 2 langkah piston (*upward and downward*). Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut.



Gambar 4.8 Prinsip Kerja *Gasoline Engine 2* Langkah
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

Saat langkah *upstroke* atau gerakan piston keatas dari *Bottom Dead Center* dan titik mati atas terjadi 2 proses sekaligus, yaitu langkah hisap dilanjutkan kompresi. Langkah *intake* terjadi karena terdapat kevacuman pada ruang *crankshaft* (*crankcase*), menyebabkan membran *valve* terbuka. Terbukanya membran *valve* mengakibatkan campuran udara dengan bahan bakar masuk kedalam *crankcase*. Semakin mendekati *Top Dead Center*, piston akan menutup lubang pembuangan (*exhaust*) mengakibatkan udara terjebak dan akan terus ditekan oleh piston, sehingga terjadilah proses kompresi.

Adanya ledakan atau pembakaran mengakibatkan piston terpaksa bergerak turun dari *Top Dead Center* menuju *Bottom Dead Center* atau dikenal dengan langkah usaha. Pergerakan ini mengakibatkan udara dalam *crankcase* tertekan dan membran *valve intake* tertutup. Saat lubang pembuangan (*exhaust*) mulai terbuka, udara sisa pembakaran akan didorong oleh udara yang berasal dari ruang *crankcase*, saat inilah langkah *exhaust* terjadi.

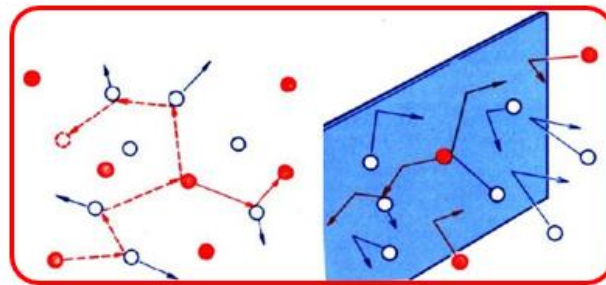
$$4X \text{ Langkah Piston} = 1X \text{ Putaran Crankshaft} = 1X \text{ Usaha}$$

4.1.4 Prinsip Dasar Pembakaran Pada Diesel Engine

4.1.4.1 Sifat Molekul

Udara merupakan gabungan dari molekul-molekul oksigen, nitrogen dan elemen lainnya. Yang memiliki 21% oksigen (O_2) dan 79% nitrogen (N_2). Molekul-molekul tersebut dapat dilukiskan berbentuk bola yang tidak dapat dilihat karena ukurannya sangat kecil. Jutaan molekul-molekul yang terkandung di udara, selalu bergerak kesegala arah dan

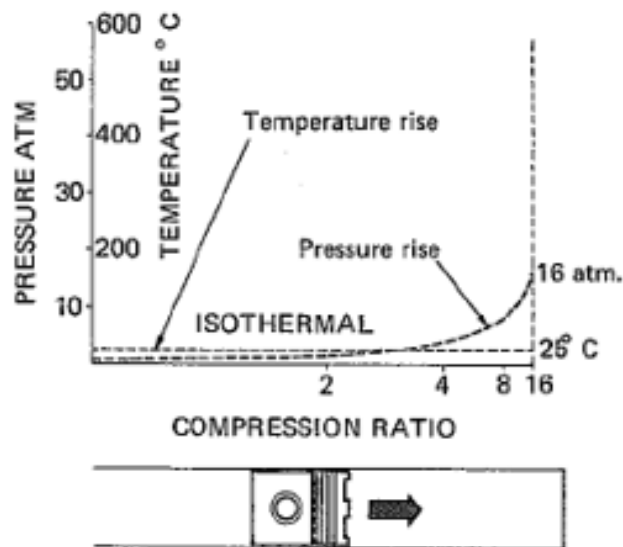
bertumbukan satu sama lain. Kecepatan gerak molukel ini sangat dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperaturnya, maka semakin cepat gerak molekul tersebut.



Gambar 4.9 Pergerakan Molekul-molekul Udara
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4.1.4.2 Isothermal

Jumlah energi panas yang terkandung dalam udara pada kondisi normal, setiap udara panas atau dingin, mempunyai jumlah energi panas yang dapat diukur. Udara yang terjebak di dalam silinder, jika dikompresi maka volume ruangan akan berkurang. Pengurangan volume ini menyebabkan perubahan 2 kondisi. Misalkan: Udara yang terjebak di dalam silinder ditekan.



Gambar 4.10 Isothermal
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

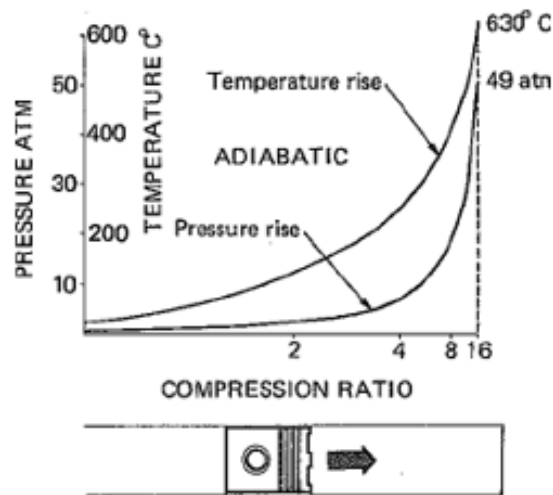
Pada kondisi tersebut temperatur udara di dalam silinder relatif tetap (constant) karena panas yang terjadi merambat melalui dinding silinder. Pada kondisi ini juga, tekanannya naik, tapi kenaikannya sesuai (proportional) dengan besarnya compression ratio.

Dalam keadaan ini fuel yang disempotkan ke ruang bakar tidak akan terbakar karena panas yang dibutuhkan untuk proses ignition atau penyalaan fuel tidak tercapai. Sehingga

engine tidak dapat running. Dan kondisi inilah yang dinamakan dengan kondisi isothermal (temperatur konstan).

4.1.4.3 Adiabatic

Jika udara yang terjebak di dalam silinder, dikompresi dengan kecepatan tinggi, maka tidak ada kesempatan bagi panas yang timbul (terkandung dalam udara yang terkompresi), untuk merambat melalui dinding silinder dengan jumlah besar, sehingga temperatur naik dengan tiba-tiba. Dan akibatnya tekanan naik lebih tinggi dari tekanan yang dihasilkan oleh isothermal compression. Kondisi ini disebut dengan adiabatic compression.



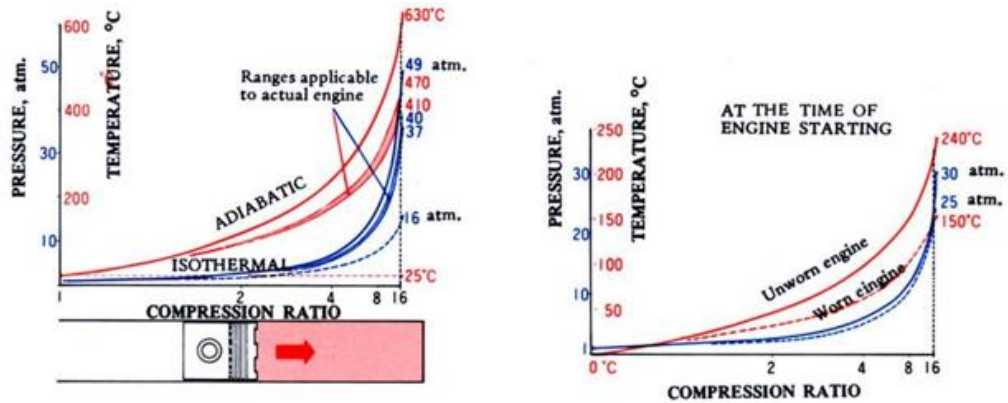
Gambar 4.11 Adiabatic
(Sumber : Basic Mechanic Course)

Gambar dibawah, memberikan perbandingan antara *isothermal compression* dan *adiabatic compression*, saat temperatur udara 25 °C tekanan 1 atm, ditekan sampai 1/16 volume (*compression ratio 1:16*). Dengan kondisi *isothermal compression*, tekanan naik menjadi 16 atm dan temperatur 25 °C. Dengan kondisi *diabatic compression*, temperaturnya naik sampai 630 °C dan tekanan naik sampai 49 atm. Contoh ini dianggap bahwa tidak ada kebocoran udara, jika udara (tekanan kompresi) bocor, maka harga tersebut menjadi lebih rendah.

Pada pengoperasian engine yang sebenarnya kebocoran tekanan kompresi dan panas tak dapat dihindari, sehingga di dalam kenyataan, kondisi yang seperti ini adalah termasuk kondisi antara *isothermal compression* dan *adiabatic compression*. Engine yang berputar dengan kecepatan tinggi dinyatakan bekerja pada kondisi adiabatic compression.

Sebagai contoh, engine berputar 2000 rpm, setiap langkah kompresi dilaksanakan selama 1,5/1000 detik. Jadi hampir tidak ada kesempatan untuk udara yang termampatkan, bocor keluar melalui valve atau ring piston. Panas akibat kompresi tidak dapat hilang dengan mudah karena engine adalah panas saat beroperasi dengan kecepatan tinggi. Tekanan dan temperatur saat kompresi berkisar 37 atm — 40 atm dan 410 °C - 470 °C. Pada waktu menghidupkan engine yang masih dingin, kondisinya adalah lebih mendekati isothermal.

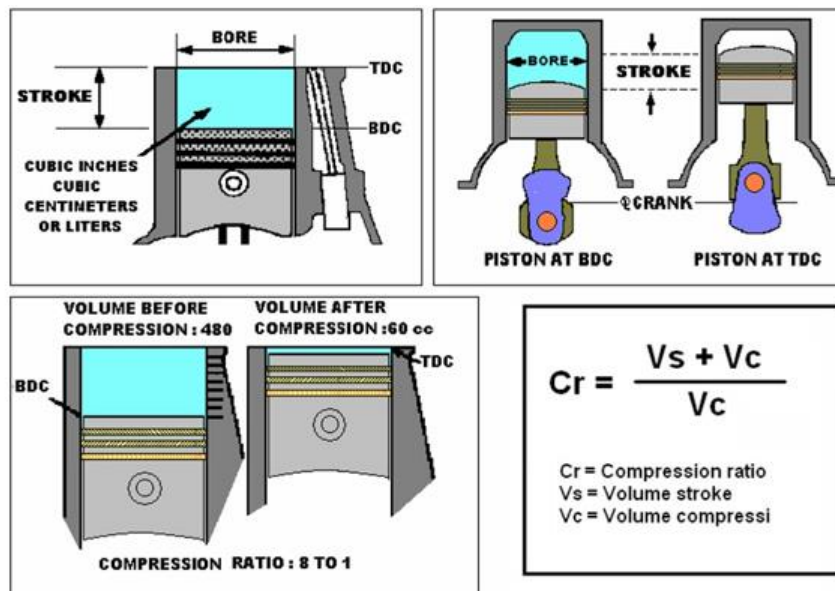
(Lihat gambar). Hal ini dikarenakan komponen engine menyerap panas hasil kompresi dengan cepat dan kecepatan kompresi yang masih rendah, sehingga udara yang terkompresi cenderung bocor.



Gambar 4.12 Perbandingan *Isothermal* dan *Adiabatic*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

4.1.4.4 Compression Ratio

Compression ratio adalah sebuah nilai yang merepresentasikan rasio volume *combustion chamber*, yaitu volume *combustion chamber* saat piston berada pada Bottom Dead Center dibandingkan volume *combustion chamber* saat piston berada titik mati atas.



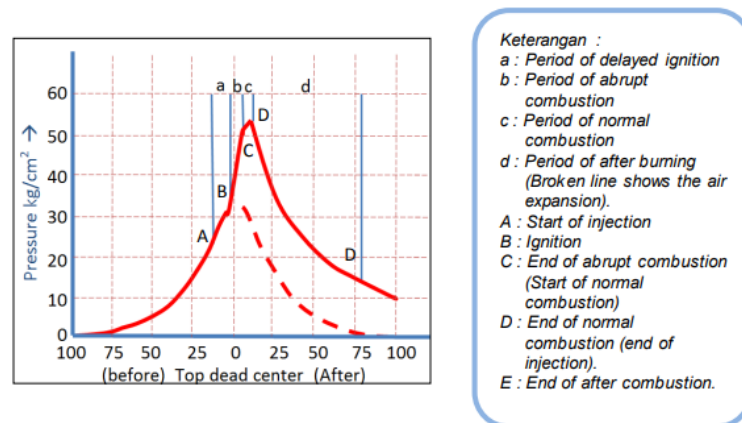
Gambar 4.13 *Compression Ratio*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

Compression ratio (CR) berbeda-beda pada setiap *engine*. CR yang besar dibutuhkan *engine* untuk mengkonversi lebih banyak tenaga dari campuran udara-bahan bakar yang

disediakan karena thermal efficiency-nya yang lebih tinggi. Tetapi CR yang besar akan mengakibatkan *knocking* atau detonasi pada *engine gasoline* apabila menggunakan fuel dengan nilai oktan yang lebih rendah.

4.1.4.5 Proses Terjadinya Pembakaran Dalam Engine

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya engine bisa menghasilkan pembakaran salah satunya adalah dari pergerakan piston yang menyebabkan tekanan naik dan berakibat pada kenaikan suhu. Selanjutnya dari kenaikan suhu ini akan menjadi sumber penyalan bagi fuel yang di semprotkan. Berikut adalah diagram yang menggambarkan tekanan dalam ruang bakar akibat pergerakan piston :



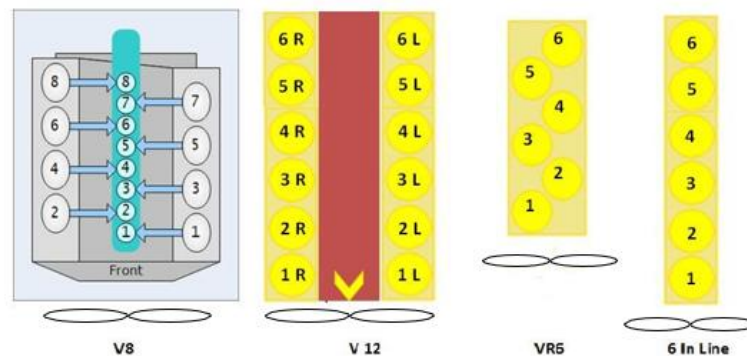
Gambar 4.14 Diagram Pembakaran Dalam Engine
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

1. Periode penundaan penyalan (*Period of delayed ignition*)
 Periode ini dimulai dari bahan bakar disemprotkan dan dikabutkan sampai mulai terbakarnya. Bahan bakar mulai disemprotkan pada titik A kedalam udara yang bertemperatur tinggi dan bertekanan, beberapa derajat sebelum piston berada pada titik mati atas pada langkah kompresi, terjadi percampuran dengan udara dan mulai terbakar di titik B.
2. Periode perambatan penyalan (*Period of abrupt combustion*)
 Pada akhir langkah pertama, campuran akan terbakar di beberapa tempat dalam silinder. Sehingga pembakaran mulai di beberapa tempat. Nyala api ini akan merambat dengan kecepatan tinggi seolah-olah campuran terbakar sekaligus, hal ini menyebabkan tekanan dalam silinder naik. Oleh karena itu periode ini sering disebut pembakaran letup.
3. Periode pembakaran langsung (*Period of normal combustion*)
 Akibat nyala api di dalam silinder, maka bahan bakar yang diinjeksikan langsung terbakar, pembakaran langsung ini dapat dikontrol dari jumlah bahan bakar yang diinjeksikan.
4. Periode pembakaran lanjut (*Period of After burning*)

Injeksi berakhir dititik D, tetapi bahan bakar belum terbakar semua. Jadi walaupun injeksi telah berakhir. Pembakaran masih tetap berlangsung bila pembakaran lanjut ini terlalu lama, temperatur gas buang akan tinggi menyebabkan efisiensi panas turun.

4.1.4.6 Firing Order

Firing order adalah rangkaian atau urutan penyaluran tenaga dari setiap *cylinder* pada *engine multi cylinder* (jumlah *cylinder* lebih dari satu). Ini diperoleh dari urutan penyaluran busi (*spark plugs*) yang tepat pada *gasoline engine*, atau dari urutan *fuel injection* pada *diesel engine*. Sebagai contoh *engine* dengan 4 *Cylinder*, mempunyai *firing order* (FO) = 1 — 3 - 4 - 2, maka proses pembakaran dimulai dari *Cylinder* No.1, dilanjutkan *Cylinder* No.3; No.4 dan No.2. FO didesain untuk meminimalisir getaran, memperhalus putaran sehingga memperpanjang umur *engine* khususnya *crankshaft*. Urutan pembakaran didapatkan dari desain *crankshaft*, *camshaft* serta urutan injeksi bahan bakar. Ketiga komponen ini harus memiliki desain dan susunan yang sinkron. *Crankshaft* merupakan komponen yang menentukan pergerakan piston, bersamaan dengan itu *camshaft* menentukan pergerakan *valve*, sedangkan komponen *fuel system* menentukan kapan *fuel* harus diinjeksikan pada masing-masing *cylinder*. Secara umum penomoran urutan *cylinder* adalah sebagai berikut:

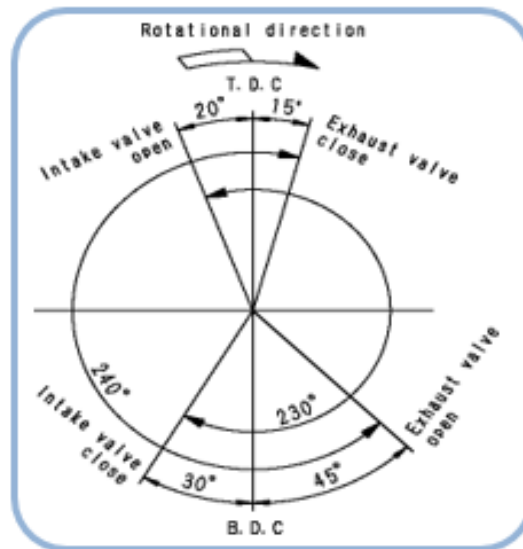


Gambar 4.15 Penomoran Urutan *Cylinder*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

4.1.4.7 Valve Timing

Valve timing yang digambarkan disam menunjukkan waktu terbaik yang dihasilkan oleh sudut *crankshaft* sesuai posisi piston yang mana terjadi *valve intake* dan *exhaust* terbuka atau tertutup.

Pembangkitan aliran udara pada saluran *intake* dan *exhaust* harus diperhitungkan untuk mengurangi hambatan terutama pada saluran *intake*. Juga untuk *valve intake / exhaust* ditentukan waktu yang tepat saat terbuka dan tertutupnya. Sehingga menjamin efektivitas pembakaran *fuel*.



Gambar 4.16 Valve Timing Engine 6 D 125 Series
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Pada umumnya *valve timing* disel seperti dibawah ini :

1. *Intake valve* awal terbuka pada $10^0 - 40^0$ Before Top Dead Center (BTDC).
2. *Exhaust valve* awal terbuka pada $40^0 - 70^0$ Before Bottom Dead Center (BBDC).
3. *Intake valve* tertutup pada $20^0 - 50^0$ After Bottom Dead Center (ABDC).
4. *Exhaust valve* tertutup pada $10^0 - 40^0$ After Top Dead Center (ATDC).

Untuk mendapatkan *valve timing* yang paling baik adalah dengan melakukan pengujian berbagai kondisi baik dalam putaran *engine*, waktu penyemprotan bahan bakar serta konstruksi dari *valvenya*. juga diperhatikan apakah *engine* tersebut memakai *turbocharger* atau tidak.

Di dalam daerah *overlap* terjadi kedua *valve intake* dan *exhaust* masih terbuka. Kesalahan pemasangan timing gear atau penyetulan *valve* akan membuat bekerjanya *valve* tidak pada waktu yang tepat. Juga kerusakan *timing gear*, cam atau tappet dan kebengkokan pada *camshaft* atau *push rod* akan merubah *valve timing* yang terbaik. Sebagai contoh, berikut adalah *setting valve* pada engine 6 D 125 series dengan FO = 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4.

1. *Valve intake* terbuka = 20^0 B T D C (*Before top dead center*)
2. *Valve intake* menutup = 30^0 A B D C (*After bottom dead center*)
3. *Valve exhaust* membuka = 45^0 B B D C (*Before bottom dead center*)
4. *Valve exhaust* menutup = 15^0 A T D C (*After top dead center*)

4.1.5 Cylinder Head

Cylinder Head adalah komponen yang berada di bagian paling ujung dari sebuah engine dan merupakan tempat dudukan beberapa komponen seperti *nozzle*, *valve mechanism* dan air system. *Cylinder head* menahan tekanan pembakaran, mengendalikan panas dalam ruangan (dengan system pendinginan) dan tempat duduknya mekanisme valve

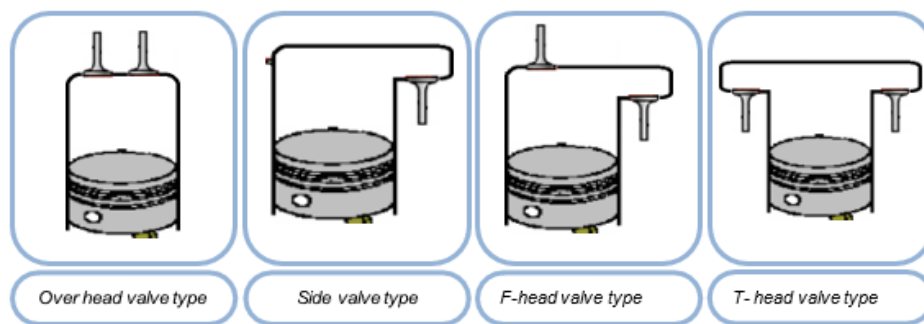
intake/exhaust dan mekanisme penyemprotan bahan bakar. *Cylinder head* membutuhkan beberapa syarat antara lain sebagai berikut :

1. Dapat menahan tekanan pembakaran dan konsentrasi panas.
2. Mempunyai efek pendinginan yang tinggi.
3. Dapat mencegah kebocoran tekanan pembakaran secara keseluruhan.
4. Dapat mengalirkan udara intake dan exhaust dengan lancar setiap saat.
5. Dapat mencampur udara dengan bahan bakar secara sempurna setiap saat.

Dengan demikian *cylinder head* harus dilengkapi dengan mekanisme yang lengkap dan mempunyai kekuatan yang tinggi dan tahan terhadap panas yang tinggi. Untuk itu perlu dilakukan bermacam-macam test dan pengukuran pada *cylinder head*.

4.1.5.1 Klasifikasi *Cylinder Head*

Bentuk atau tipe dari *cylinder head* bermacam-macam, tergantung dari mekanisme yang terdapat didalamnya. Jika dilihat dari susunan valve, terdapat beberapa tipe ruang bakar sebagai berikut :



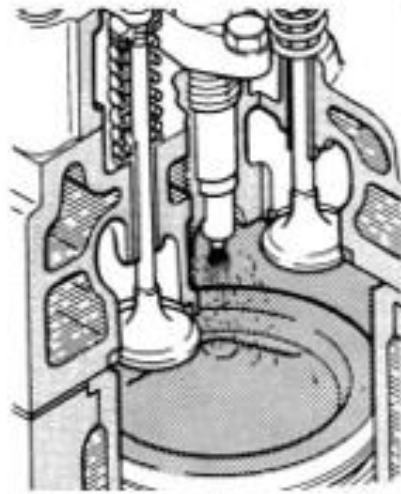
Gambar 4.17 Tipe Ruang Bakar Berdasarkan Letak *Valve*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Macam-macam struktur *cylinder head* dapat dilihat dari hal-hal berikut :

1. Struktur *cylinder head* berdasarkan tipe ruang bakar (*combustion chamber*)

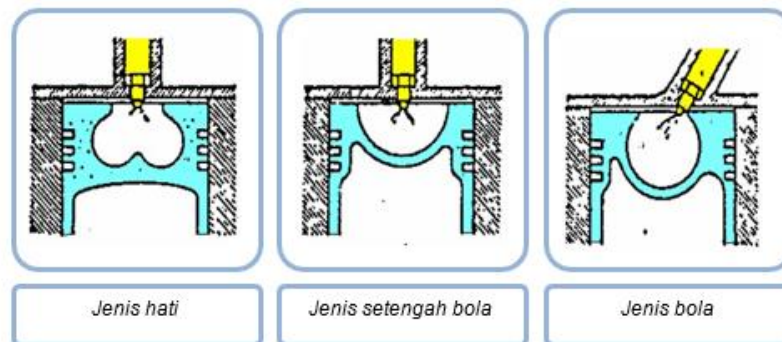
Combustion chamber adalah sebutan bagi ruang bakar pada *engine*. Sesuai dengan namanya, ruangan ini adalah ruang dimana terjadinya pembakaran, dimana udara bertekanan dan *fuel* dicampur sehingga terjadilah proses penyalaan (*ignition*). Secara garis besar *combustion chamber* terbagi menjadi dua yaitu *direct injection type* dan *pre combustion type*.

- a. *Direct Injection Type*, merupakan tipe *cylinder* yang mana injector langsung menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar utama.



Gambar 4.18 Direct Injection Type
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

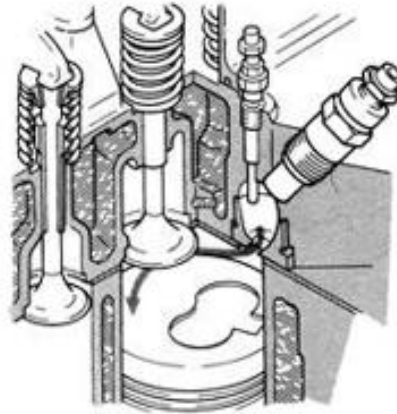
Pada gambar 4.18 terlihat bahwa *nozzle* atau *injector* langsung menyemprotkan fuel ke ruang bakar utama, tanpa adanya ruang bakar tambahan pada *cylinder head*. Tipe ini memungkinkan bentuk *cylinder head* yang lebih banyak digunakan. Terdapat beberapa bentuk ruang bakar jenis *direct combustion* sebagaimana terlihat pada gambar ini :



Gambar 4.19 Bentuk-bentuk Ruang Tipe Direct Combustion
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

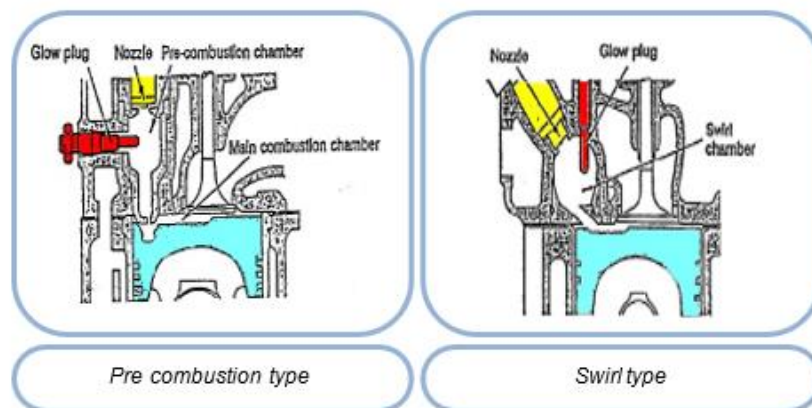
- b. *Pre Combustion Type*, merupakan ruang bakar tambahan selain ruang bakar utama. Bahan bakar disemprotkan ke dalam ruang bakar muka oleh injection nozzle. Sebagian bahan bakar yang tidak terbakar dalam ruang bakar muka didorong melalui saluran kecil antara ruang bakar muka dan ruang bakar utama kemudian terbakar seluruhnya di ruang bakar utama sehingga percampuran udara dan bahan bakar lebih baik.

- 1) Keuntungan :
 - a) Jenis bahan bakar yang dapat digunakan lebih luas, karena turbulensi yang baik maka percampuran udara dan bahan bakar lebih sempurna.
 - b) Perawatan pompa injeksi lebih mudah karena tekanan penyemprotan lebih rendah dan tidak terlalu peka terhadap perubahan saat injeksi.
- 2) Kerugian
 - a) Biaya pembuatan lebih mahal sebab perencanaan silinder head lebih rumit.
 - b) Membutuhkan motor starter yang besar.



Gambar 4.20 *Pre Combustion Type*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Gambar berikut adalah tipe- tipe *pre combustion chamber* yang ditunjukkan pada gambar 4.21 yang ada dibawah tersebut.



Gambar 4.21 *Tipe Pre Combustion Chamber*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

2. Berdasarkan Jumlah *Valve*

Berdasarkan jumlah *valvenya*, *cylinder head* dibagi menjadi dua, yaitu *two valve* dan *four valve*. *Two valve cylinder head*, hanya mempunyai satu *intake valve* dan satu *exhaust valve*. Untuk *four valve type cylinder head* mempunyai dua *intake valve* dan dua *exhaust valve*.

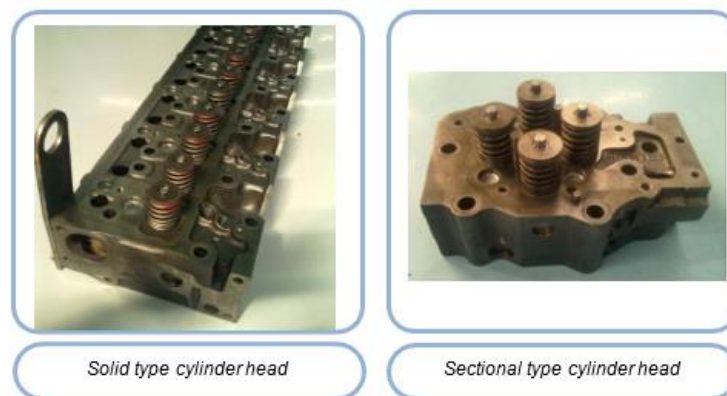
valve. Dalam langkah *intake*, udara harus masuk sebanyak mungkin dalam waktu tertentu untuk memperbaiki campuran udara dengan bahan bakar yang diinjeksikan.



Gambar 4.22 *Two Valve Type dan Four Valve Type Cylinder Head*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

3. Berdasarkan Ukuran *Engine*

Berdasarkan Berdasarkan ukuran *engine*, *type cylinder head* dibedakan menjadi 2 macam yaitu *solid type* dan *sectional type*. *Solid cylinder head* adalah istilah *cylinder head* bila satu blok *engine* hanya memiliki satu *cylinder head*. Untuk alat berat, banyak menggunakan *type sectional*, dikarenakan *engine* yang cukup besar, sehingga jika menggunakan tipe *solid*, maka *cylinder head*nya harus besar juga, sehingga lebih berat dalam pengangkatan. Selain itu dengan adanya tipe *sectional*, jika terjadi kerusakan hanya pada 1 *cylinder head* maka penggantian cukup pada *cylinder head* yang rusak, sehingga lebih hemat.



Gambar 4.23 *Solid & Sectional Cylinder Head*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4. Berdasarkan *Fuel System*

Berdasarkan *fuel system* terdapat *engine* yang menggunakan *nozzle* ada juga yang menggunakan *injector*. *Injector nozzle* dan *nozzle* merupakan komponen yang berfungsi untuk menyembrotkan bahan bakar yang dipasang pada *cylinder head*. Dimana perbedaan dari keduanya adalah jika *injector* didalamnya terdapat *injection pump*, sehingga suplai

fuel yang masuk ke injector belum bertekanan tinggi. Untuk membangkitkan tekanan yang tinggi untuk proses pengabutan fuel ke dalam ruang bakar, injector memerlukan sebuah rocker arm untuk memukulnya. Sehingga tipe ini membutuhkan 3 rocker arm dalam tiap cylinder, untuk intake valve, exhaust valve dan untuk injector.

4.1.5.2 *Cylinder Head Gasket*

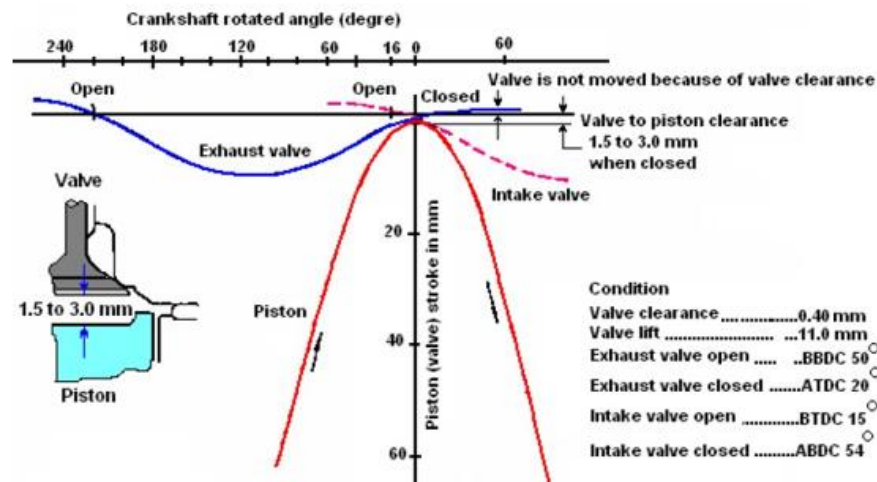
Cylinder head gasket berfungsi sebagai penyekat gas pembakaran dan air pendingin serta oil pelumas yang bersikulasi antara cylinder head dan cylinder block. Cylinder head gasket tidak hanya tahan terhadap pressure tinggi dan tahan terhadap panas tetapi juga tahan terhadap oil dan air. Juga ketebalan gasket dalam waktu tertentu dapat mempertahankan ketebalannya setelah bolt pengikat dikencangkan (jika ketebalan gasket berubah akan membuat kekencangan bolt pengikat berubah) Kebocoran air, gas dan oil bisa terjadi tidak hanya bocor keluar tetapi dapat bocor ke dalam engine.



Gambar 4.24 *Cylinder Head Gasket*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4.1.6 Valve System

Valve system merupakan sebuah system yang berfungsi untuk membuka dan menutup *valve* udara baik sisi intake maupun sisi exhaustnya. Pembukaan dan penutupan *valve* haruslah tepat pada waktunya, agar proses pembakaran berjalan dengan semestinya dan tidak terjadi kerusakan komponen akibat benturan komponen satu dengan yang lain.



Gambar 4.25 Pergerakan *Relative Piston* dan *Valve*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

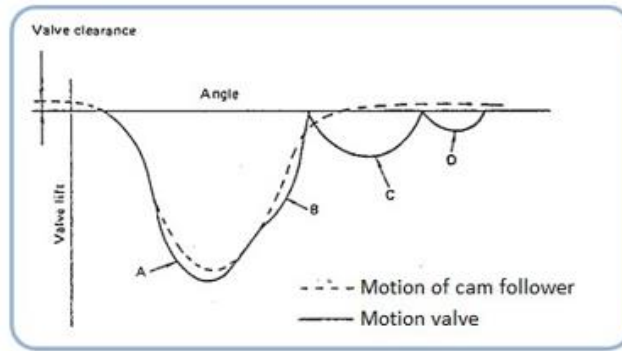
Gambar 4. 25 di atas menggambarkan pergerakan *relative* antara *piston* dan *valve*. Standard kerenggangan antara *piston head* dan *valve* bergantung model *engine*, tetapi pada umumnya hanya beberapa milimeter saja. Jika kecepatan putar *engine* naik tidak normal, *spring* akan bergetar, *valve jumping* atau *bouncing*. *Valve clearance* juga dapat menurunkan batasan maximal kecepatan *engine* yang diizinkan. Jadi sangat penting penyetelan *valve clearance* pada standard yang ditentukan.

1. *Valve Jumping*

Valve yang tidak sanggup mengikuti lajunya putaran dari cam dan tappet atau cam follower bisa tidak bersentuhan dengan cam (lihat gambar 4.25). Terpisahnya gerakan valve dengan cam membuat naiknya gaya hantakan pada permukaan cam. Sehingga mempercepat kerusakan atau bisa terjadi waktu penutupan valve terlambat dan terjadi benturan valve dengan piston.

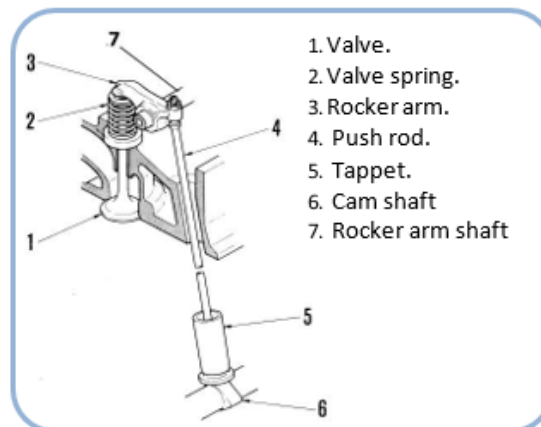
2. *Valve Bouncing*

Bouncing bisa terjadi karena adanya gaya *inertia* pada *valve mechanism* sehingga terjadi benturan pada *valve seat* berulang-ulang pada saat *valve* menutup, ini bisa merusak *valve seat* karena benturan-benturan *valve* pada *piston* dan akan menurunkan *power engine*.



Gambar 4.26 Pergerakan *Valve* Terhadap *Cam Follower*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

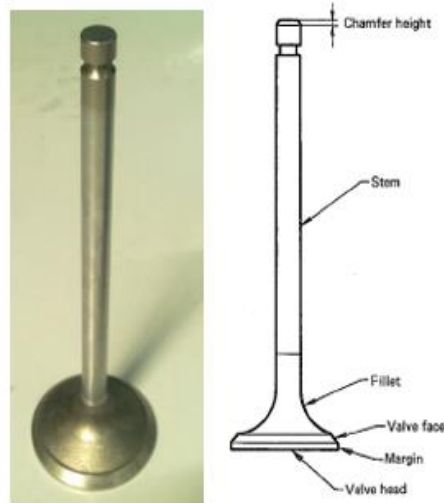
Dalam kinerjanya *valve* tidaklah bekerja sendiri, terdapat berbagai komponen yang menunjang kinerja dari *valve*, sehingga *valve* bisa terbuka dan tertutup dengan baik. Dimulai dari pergerakan *rotasi camshaft* yang diubah menjadi gerakan reciprocating push rod dengan bantuan tappet atau *cam follower* dan diterima oleh *rocker arm*, terakhir dilanjutkan ke *valve intake* atau *exhaust* seperti terlihat pada gambar 4.27 berikut:



Gambar 4.27 *Valve System*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

4.1.6.1 *Valve*

Terbuka dan tertutupnya *valve* secara teratur untuk memasukkan udara ke dalam ruang bakar dan membuang gas bekas pembakaran keluar. *Valve* sendiri terdiri dari *valve stem*, *valve spring* beserta *retainer*, *valve guide* dan *valve seat*.



Gambar 4.28 Valve

(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

4.1.6.2 Crosshead & Rocker arm

Crosshead adalah komponen yang berfungsi untuk menjembatani dua buah *valve* agar dapat terbuka secara bersamaan oleh satu *rocker arm* pada *engine* yang memiliki 4 *valve* tiap *cylinder*. Sebab, meskipun tiap *cylinder* memiliki 4 *valve*, *rocker arm* yang digunakan untuk membuka keempat *valve* hanya 2 saja, satu untuk *intake* dan satu lagi untuk *exhaust valve*. Terdapat dua macam bentuk *crosshead*, seperti terlihat pada gambar dibawah, yaitu yang dilengkapi dengan *adjuster nut* serta *crosshead guide* (gambar kiri) dan ada juga yang tanpa *adjuster* dan *guide* (gambar kanan).



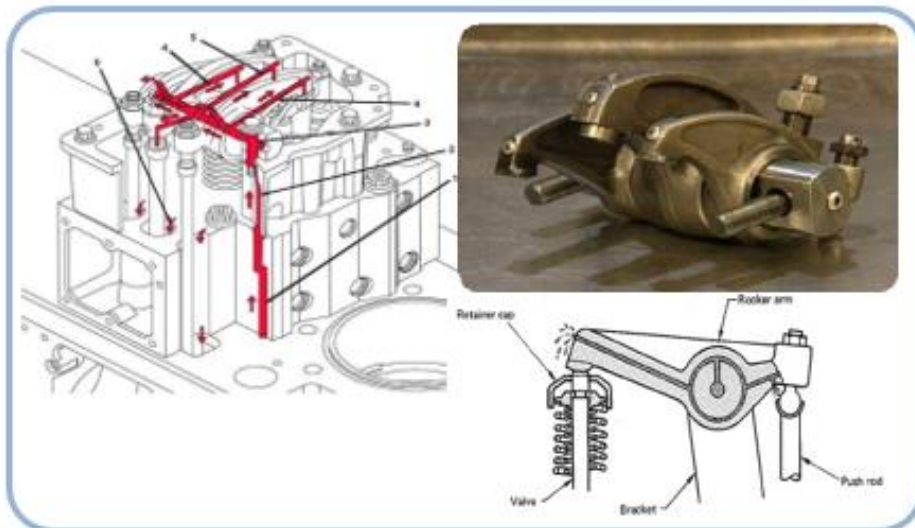
Gambar 4.29 Crosshead dan crosshead guide

(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Rocker arm merupakan komponen yang berfungsi untuk membuka *valve*, baik *intake* maupun *exhaust valve*. Dalam setiap *cylinder*, terdapat 2 buah *rocker arm*, masing- masing untuk *valve intake* dan *valve exhaust*. Khusus untuk *engine* yang menggunakan *injector*, akan terdapat sebuah *rocker arm* tambahan, untuk menekan *fuel* pada *injector*. *Oil* dari *cylinder block* mengalir melalui lubang tembusan yang ada pada *cylinder head* dan *rocker arm bracket* kemudian masuk ke *rocker arm shaft* dan melumasi seluruh *rocker arm*. Lubang *oil* yang terdapat pada *rocker arm* adalah untuk mengalirkan sebagian *oil* dari *rocker arm shaft* ke *valve stem*, *valve guide* dan *bushing*.



Gambar 4.30 *Rocker Arm & Rocker Arm Shaft*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)



Gambar 4.31 Pelumasan pada *Rocker Arm*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

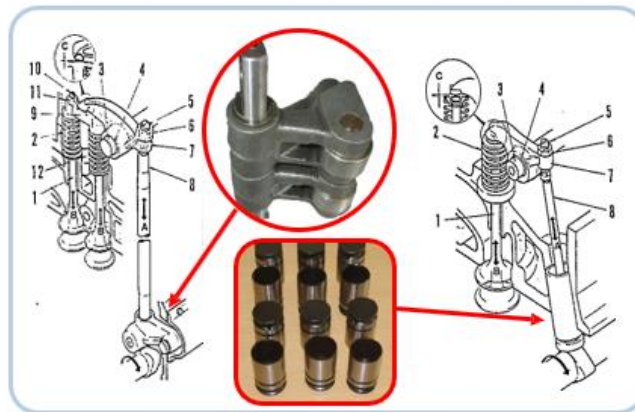
4.1.6.3 *Push Rod dan Tappet (Cam Follower)*

Push rod terbuat dari batang besi untuk mentransfer gerak *vertikal* dari *tappet* ke *rocker arm*. *Push rod* tidak bisa langsung duduk pada *cam shaft*. Dan untuk itu *push rod* memerlukan *tappet* atau *cam follower* sehingga dapat mentransfer gerakan *cam shaft* menuju *rocker arm*.

Tappet dan *cam follower* merupakan 2 buah komponen yang memiliki fungsi sama. Perbedaan terletak pada struktur dimana *cam follower* memiliki *roller* untuk mengurangi gesekan terhadap *cam shaft* dan terpasang pada *cam follower shaft* yang di mounting pada *cylinder block*.



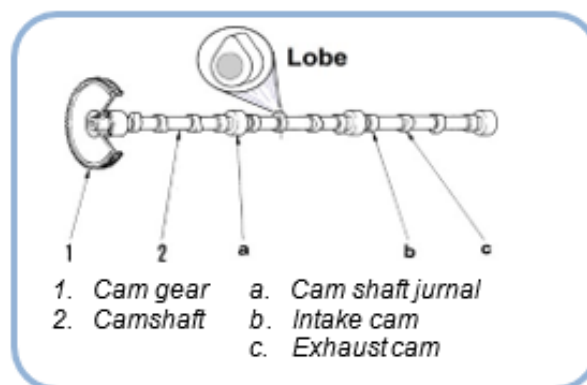
Gambar 4.32 Push Rod
 (Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)



Gambar 4.33 Cam Follower dan Tappet
 (Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

4.1.6.4 Camshaft

Cam *Camshaft* terdiri dari *cam gear* sebagai penggerak, *journal* yang didukung oleh *bushing* dan *cam lobe* sebagai pengontrol terbuka dan tertutupnya *valve*. Jadi *camshaft* berfungsi untuk membuka dan menutup *valve intake* dan *valve exhaust* sesuai waktu pemasukan udara, kompresi udara, ekspansi dan langkah pembuangan.



Gambar 4.34 Camshaft
 (Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

4.1.7 Cylinder Block

Cylinder block sebagai pemegang atau kedudukan komponen utama yang bergerak seperti *piston*, *connecting rod*, *crank shaft*, *cam shaft* dan lain - lainnya. *Cylinder block* baru bisa dikatakan *engine* bila dikombinasikan dengan *cylinder head* pada bagian atas *block* dan *oil pan* pada bagian bawah *block*, *timing gear*, *gear case*, *fly wheel* dan *housing* pada bagian belakang *block*. Saluran *oil* pelumas dan saluran air pendingin juga dilengkapi di dalam *cylinder block*.

4.1.7.1 Struktur Cylinder Block

Salah satu penentu *power engine* adalah berapa banyak *piston* yang digunakan. Semakin banyak jumlah dan semakin lebar diameter piston maka *power engine* semakin besar. Dilihat dari susunan pistonnya, diesel engine memiliki dua bentuk *cylinder block* yang umum digunakan, yang sering disebut dengan *inline engine* dan *V-engine*.



Gambar 4.35 *Cylinder Block Engine Inline Type dan V Type*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Pada bagian depan *cylinder block* terdapat komponen berupa gear yang ditutup lagi dengan front cover. Pada front cover terdapat sebuah penyekat yang sering disebut dengan front seal, yang menyekat celah antara front cover terhadap crank shaft, agar oli dalam engine tidak keluar melalui celah ini dan agar debu tidak masuk ke dalam engine.



Gambar 4.36 *Front Cover & Fron Seal*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4.1.7.2 Cylinder Liner

Cylinder liner dipasang di dalam *cylinder block* untuk memandu gerakan piston dan

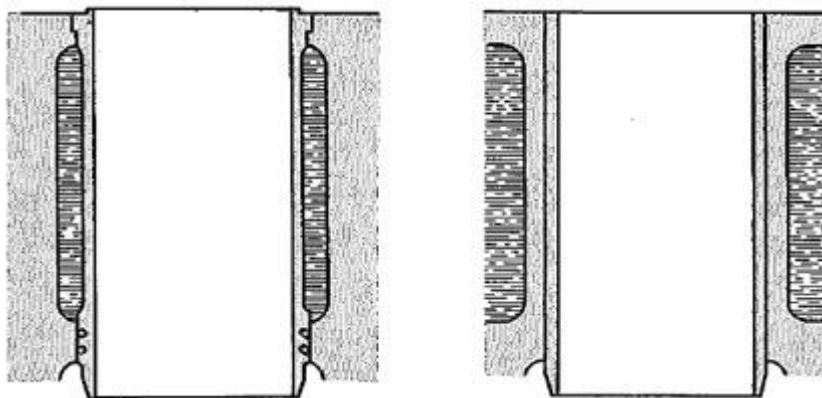
berfungsi sebagai ruang bakar. Keuntungan penggunaan liner adalah memudahkan penggantian tanpa perlu mengganti cylinder block jika liner aus. Liner harus kuat, tahan temperatur tinggi, tidak mudah aus, mampu menerima gaya besar dari piston, dan berukuran tepat untuk mengurangi gesekan dengan piston dan ring piston. Selain itu, liner harus efektif menyerap dan mentransfer panas, serta memiliki ketebalan sekitar 5-100 mm untuk efisiensi pendinginan yang optimal.

Cylinder liner diklasifikasikan menjadi dua jenis berdasarkan pendinginan:

1. *Wet type*, yang didinginkan langsung oleh air pada sisi luarnya, menawarkan pendinginan maksimal dan lebih sering digunakan; dan
2. *Dry type*, yang tidak langsung berhubungan dengan air pendingin. Pada tipe ini, panas dari liner diserap oleh cylinder block yang kemudian didinginkan oleh air.



Gambar 4.37 *Cylinder Liner*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)



Gambar 4.38 *Tipe Liner Wet dan Dry*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

Cylinder liner memiliki *honing pattern* di bagian dalam untuk menyimpan oli yang melumasi ring piston. Flange liner memiliki *protrusion* untuk menekan gasket cylinder head,

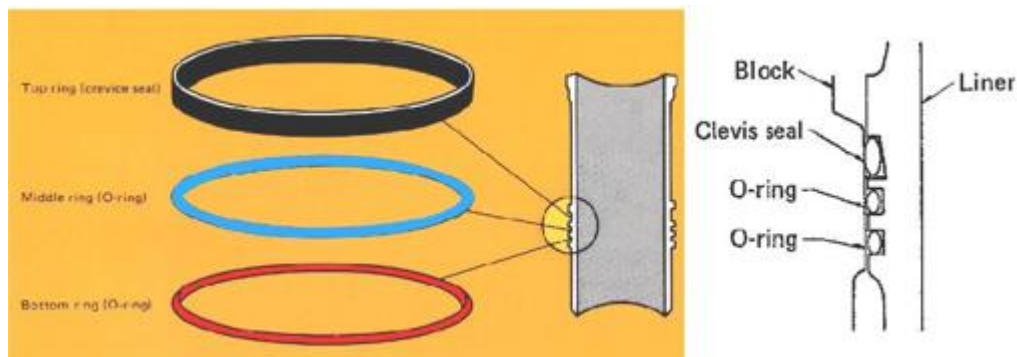
mencegah kebocoran kompresi. Pemasangan liner menggunakan *liner pusher* karena flange-nya press fit ke cylinder block. Bagian bawah liner memiliki *grove* untuk seal, dan *chamfer* di ujung bawahnya memudahkan pemasangan.



Gambar 4.39 Struktur Liner
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

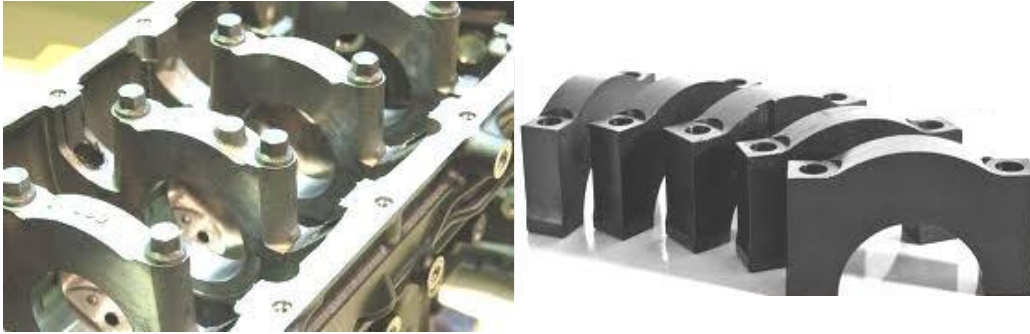
1. Cylinder Liner Seal Ring

Air Pendingin di sekitar *cylinder liner* disekat oleh *flange* di bagian atas dan seal ring di bagian bawah *liner*. Penyegelan harus mempertimbangkan pemuaiannya akibat panas. *Ring seal* harus mampu menahan variasi suhu, tekanan akibat gerakan piston, serta kontak dengan oli dan air. Tiga jenis seal yang digunakan adalah *clevis seal* untuk mencegah kebocoran air pendingin ke *crankcase*, dan dua *O-ring* untuk mencegah kebocoran oli ke *water jacket*.



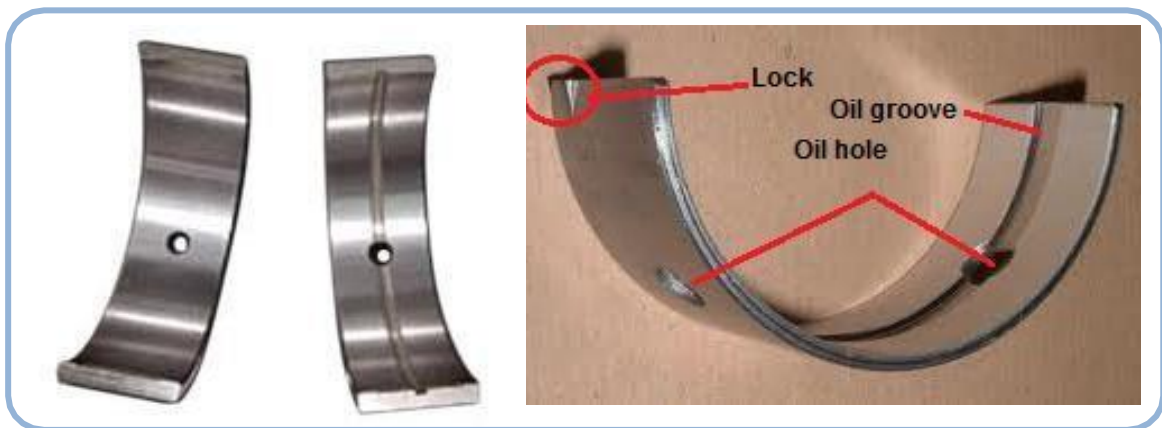
Gambar 4.40 Cylinder Liner Seal Ring
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Main bearing cap mengikat crankshaft pada cylinder block dan harus dipasang pada posisi yang benar karena bentuknya serupa dengan lainnya, namun pemasangan yang salah mengurangi presisi. Pada engine dengan beban berat, jumlah main bearing biasanya sama dengan jumlah piston ditambah satu.



Gambar 4.41 *Main Bearing Cap* dan Pemasangannya
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

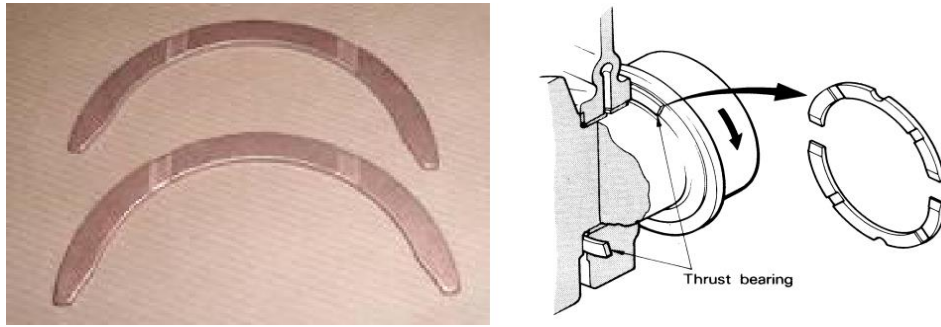
Main bearing atau *bushing* dipasang di antara crankshaft dan cylinder block serta main bearing cap untuk mengurangi gesekan dan keausan. Bearing ini harus kuat namun lebih lunak dari komponen utama. Main bearing memiliki lubang oli dan groove untuk menyalurkan oli dari cylinder block ke permukaan crankshaft, membentuk lapisan film yang mengurangi gesekan dan keausan pada main jurnal crankshaft.



Gambar 4.42 *Main Bearing*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Salah satu ujung main bearing memiliki *tonjolan pengunci* untuk mencegah putaran bearing terhadap cylinder block dan main bearing cap, sehingga pemasangannya tidak bisa dibalik. Main bearing dipasang dengan *press fit* ke cylinder block, sehingga permukaannya harus bebas dari oli dan partikel asing agar pemasangan presisi dan fungsional.

1. *Thurst Bearing*

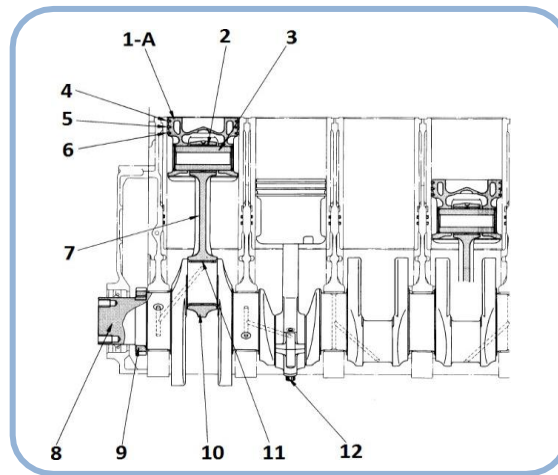


Gambar 4.43 *Trust Bearing*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Crankshaft memiliki *flywheel* di bagian belakang untuk penyaluran tenaga engine, yang menimbulkan beban aksial. Untuk mengatasi beban ini, crankshaft dilengkapi dengan *thrust bearing* pada kedua sisi main bearing, yang dipasang pada bearing belakang atau tengah sesuai kebutuhan.

4.1.8 Main Circulation Part

Main circulation part adalah komponen utama yang bergerak selama engine berjalan, akibat dari proses pembakaran. Komponen ini meliputi *piston* (bersama ring piston dan piston pin), *connecting rod* (bersama cap dan bushing), serta *crankshaft* (bersama *metals* dan *vibration damper*).



Gambar 4.44 *Main Circulation Part*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4.1.8.1 Piston

Piston adalah salah satu komponen yang langsung berhubungan dengan gas pembakar, menerima beban berat yang disebabkan tekanan pembakaran dan bergerak dengan kecepatan tinggi yang berulang-ulang. Selanjutnya piston menahan udara kompresi dan rapat dengan cylinder liner maka akan menderita beban gesek yang keras selama dalam pergerakan yang cepat. Oleh karena itu piston harus memiliki syarat-syarat dibawah ini :

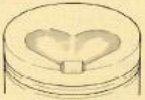

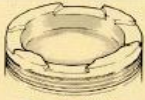

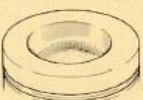
1. Memiliki kemampuan tahan terhadap panas dan mengendalikan panas.
2. Memiliki berat yang sedang (tidak menghasilkan inertia yang besar pada kecepatan tinggi).
3. Memiliki pemuaihan yang kecil dari akibat panas.
4. Memiliki kestabilan yang tinggi (faktor kelelahan material besar) tidak mudah aus dan mempunyai kekuatan yang besar.



Gambar 4.45 Piston
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

1. Struktur *Piston*

Bagian atas dari *piston* bekerja sama dengan *cylinder head* dan *cylinder liner* sebagai *combustion chamber*. Permukaan atas *piston* dibuat bermacam bentuk terjadi turbolensi udara yang masuk ke ruang bakar, sehingga udara dan bahan bakar bisa tercampur sempurna. Memilih permukaan piston top tergantung dari sistem pembakaran *type* dari *nozzle*, sudut penyemprotan bahan bakar dan sistem lainnya. Berbagai macam bentuk kepala piston yang dipakai pada *Komatsu engine* seperti dibawah ini.

Combustion system	Piston-head shape		
Pre-combustion chamber type	 Two-lobe shaped	 Three-lobe shaped	
Direct fuel-injection type	 Toroidal shallow bowl shape	 Toroidal shallow bowl shape	 Toroidal deep bowl shape

Gambar 4.46 Bentuk Kepala Piston
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Piston mempunyai struktur yang bervariasi, struktur dasar dari sebuah piston dapat ditunjukkan sebagai berikut ini

- a. *Piston Head*: Bagian piston yang menerima tekanan langsung dari pembakaran, sehingga harus kuat untuk menahan tekanan tersebut.

- b. *Ring Land*: Tempat dudukan untuk piston ring. Diesel engine umumnya memiliki 3 sampai 4 ring piston, terdiri dari 2 compression ring dan 1 sampai 2 oil ring.
- c. *Ring Groove*: Coakan pada piston yang menjadi tempat dudukan untuk ring piston. Top ring groove (ring land no.1) pada piston menerima suhu tinggi dan tekanan kuat dari ring piston, sering kali dilengkapi dengan ring straightened dari baja untuk menanggulangi tekanan tersebut.
- d. *Oil Drain Hole*: Lubang pada oil ring groove yang berfungsi sebagai jalur keluarnya oli yang disapu oleh piston, menuju ke oil pan setelah melewati lubang tersebut.
- e. *Piston Pin Mounting Hole*: Lubang tempat pemasangan piston pin.
- f. *Skirt*: Bagian bawah piston yang membantu pandu gerakan piston di dalam cylinder.
- g. *Valve Recess*: Bagian piston yang berbentuk cekungan sebesar katup (valve) yang berfungsi untuk memberi ruang pada katup saat terjadi pemuaihan.



Gambar 4.47 Struktur Piston
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

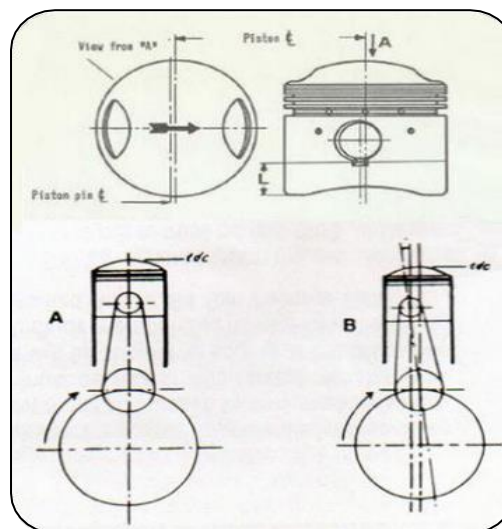
Jika piston overheat, terjadi pemuaihan berlebihan dan karbonisasi pada oli pelumas, menyebabkan macet, permukaan yang bergesekan melekat, dan keretakan atau pembakaran pada kepala piston. Untuk mencegah ini, panas dari gas pembakaran harus segera disebarkan. Beberapa engine dilengkapi dengan piston cooling nozzle pada cylinder block di bawah piston untuk mendinginkan piston dari permukaan bawah menggunakan oli.



Gambar 4.48 *Piston Cooling Nozzle*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

2. *Piston Off Set*

Piston offset adalah pergeseran antara titik tengah piston pin dan crankshaft. Ini membantu crankshaft untuk berputar lebih efisien saat menerima tekanan dari piston dan mengurangi gesekan piston terhadap liner saat piston bergerak turun.

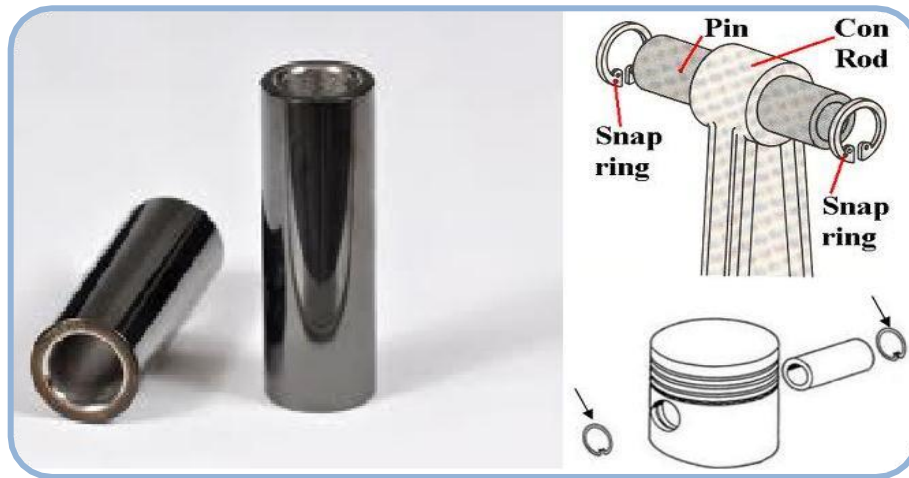


Gambar 4.49 *Piston Offset*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

3. *Piston Pin*

Piston pin menghubungkan connecting rod dengan piston dan dikunci oleh snap ring, berfungsi sebagai engsel untuk pergerakan connecting rod. Pin ini harus kuat dan tahan aus karena menanggung beban berulang dari tekanan pembakaran dan inerti pergerakan piston. Piston pin biasanya dibuat dari baja khusus berkarbon rendah dengan kekerasan

tinggi, dan permukaannya diperkeras dengan metode *induction quenching* atau *carbonizing*.



Gambar 4.50 Piston Pin dan Pemasanginya
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4. *Piston Ring*

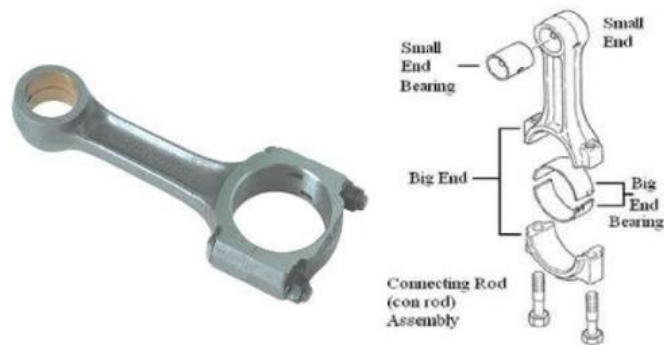
Piston ring berfungsi menahan tekanan gas kompresi dalam cylinder, menjaga ketebalan oil film pada dinding cylinder, dan mentransfer panas dari piston ke cylinder liner. Piston biasanya memiliki 3 sampai 4 piston ring: *ring kompresi* di bagian atas untuk mencegah kebocoran gas, *ring tengah* sebagai cadangan ring kompresi dan membersihkan oli dari liner saat piston turun, dan ring oil di bagian bawah untuk menjaga oil film pada *cylinder liner*.



Gambar 4.51 *Piston Ring*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4.1.8.2 *Conecting Rod*

Connecting rod menghubungkan piston dengan crankshaft, mengubah gerakan reciprocating piston menjadi gerakan putar crankshaft. Rod ini harus kuat untuk menahan tekanan kompresi, tekanan pembakaran berulang, dan beban bending akibat inerti pada putaran tinggi. Untuk itu, connecting rod dibuat dari baja tempa khusus dengan kekuatan tinggi dan ketahanan kelelahan material yang besar.



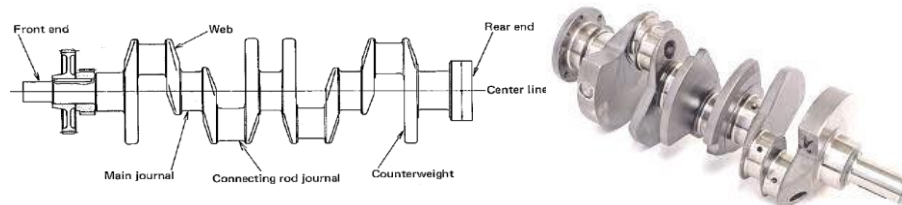
Gambar 4.52 *Connecting Rod*
 (Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4.1.8.3 *Crankshaft*

1. Struktur dan Fungsi *Crankshaft*

Crankshaft mengubah gerakan naik-turun piston menjadi gerakan putar dan mentransfer tenaga engine. Pada engine dengan beban sedang, *crankshaft* biasanya didukung oleh dua main journal untuk setiap dua piston. Pada engine dengan beban berat, *crankshaft* didukung oleh dua main journal untuk setiap piston.

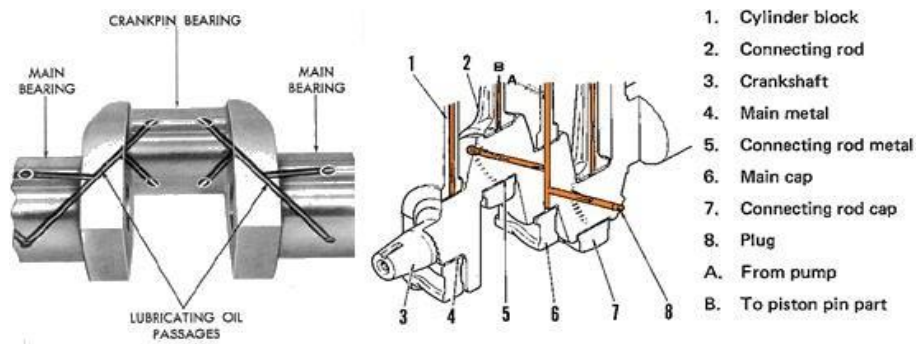
Karena *crankshaft* menanggung beban besar dari piston dan berputar dengan kecepatan tinggi, ia harus kuat dan tahan gesekan. Oleh karena itu, *crankshaft* biasanya dibuat dari besi tempa berkarbon tinggi, diperkuat dengan krom dan molybdenum, serta permukaan journal dikeraskan menggunakan induksi frekuensi tinggi.



Gambar 4.53 *Crankshaft*
 (Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

2. Pelumasan pada *crankshaft*

Saat *crankshaft* berputar, ia bergesekan pada crank journal dan crank pin. Meski dilengkapi dengan main bearing dan conrod bearing, *crankshaft* tetap memerlukan pelumasan oli untuk mengurangi keausan akibat gesekan.



Gambar 4.54 Pelumasan Pada *Crankshaft*
 (Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

Main bearing memiliki *oil hole* untuk menyalurkan oli dari cylinder block ke permukaan kontak antara main bearing dan crankshaft. Crank journal juga memiliki lubang yang mengalirkan oli ke crank pin, untuk melumasi permukaan kontak antara *conrod bearing* dan *connecting rod*.

1. *Undersize* dan *Oversize Crankshaft*

Crankshaft yang aus pada crank pin dan crank journal dapat menyebabkan peningkatan *clearance* dengan *bearing*, mengurangi tekanan oli. Saat *overhaul*, masalah ini bisa diatasi dengan memperbesar (*oversize*) atau memperkecil (*undersize*) diameter crank pin dan crank journal sesuai batasan ukuran yang diijinkan.

Crankshaft yang telah diperbesar (*oversize*) atau diperkecil (*undersize*) tidak dapat lagi menggunakan bearing standar. Oleh karena itu, perlu disesuaikan dengan ukuran ketebalan bearing yang tersedia. Biasanya, ukuran bearing *undersize* dan *oversize* adalah 0,25 mm, 0,50 mm, 0,75 mm, dan 1,00 mm, yang dipilih sesuai dengan kondisi *crankshaft* setelah proses *overhaul*.

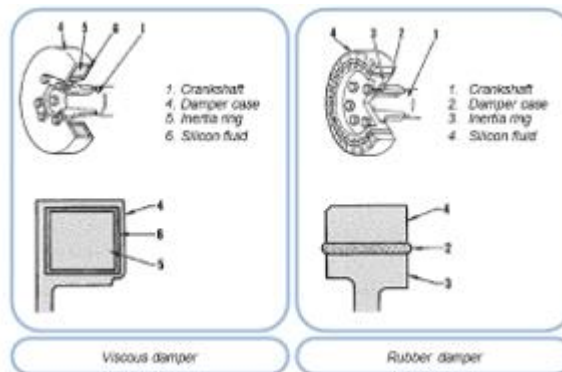
2. *Vibration Damper Crankshaft*

Crankshaft menerima gaya puntir dari tekanan pembakaran yang dihasilkan di dalam *cylinder*, yang menyebabkan getaran. Getaran ini bisa bergetar lebih kuat jika resonansi terjadi antara getaran *crankshaft* dan tekanan pembakaran, mengganggu gerakan *crankshaft*. Untuk mengatasi masalah ini, dipasanglah *vibration damper* pada crankshaft.



Gambar 4.55 *Vibration Damper*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Vibration damper dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan bahan yang digunakan, yaitu *rubber damper* dan *viscous damper* dengan *silicon oil high viscosity*. Keduanya memanfaatkan inerti pemberatnya dan *crankshaft* untuk mengimbangi getaran atau perbedaan kecepatan, dengan cara mengubah gaya puntir menjadi gaya gesekan.



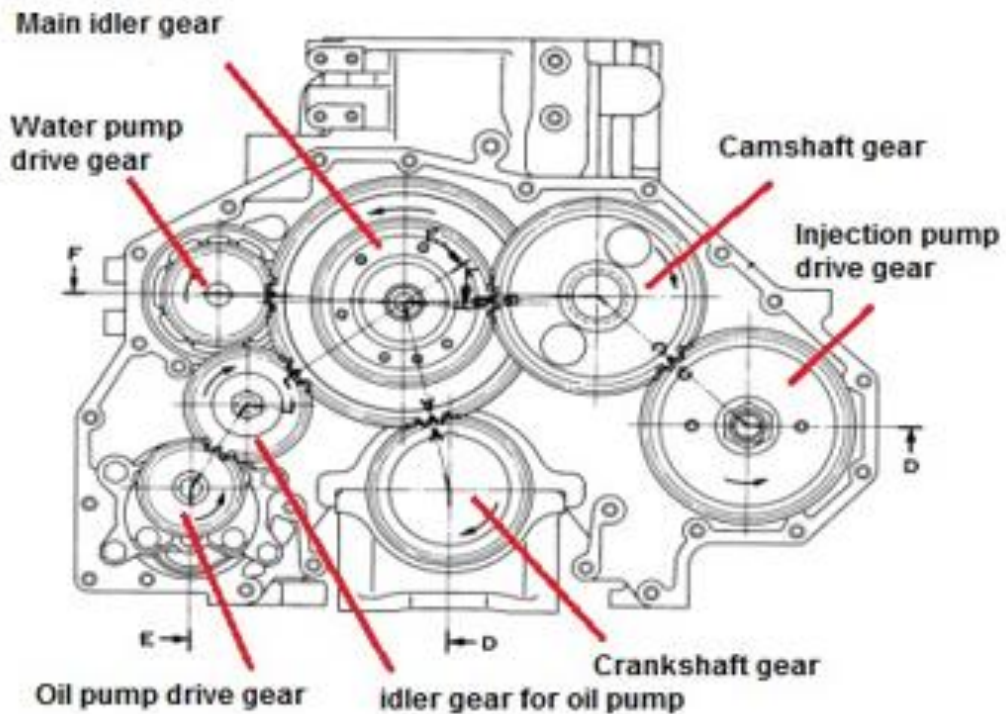
Gambar 4.56 *Vibration Damper Type*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4.1.8.4 *Timing Gear*

Timing gear adalah gigi penghubung yang menghubungkan *crankshaft* dengan komponen *engine* lainnya untuk mentransfer tenaga putar. Jumlah gigi dan susunannya bervariasi tergantung pada model *engine*. *Timing gear* terdiri dari beberapa gigi penggerak yang berputar bersama dengan *crankshaft gear*. Putaran dari *crankshaft gear* biasanya diarahkan melalui idler gear untuk mereduksi kecepatan putaran dan mencapai perbandingan putaran yang diinginkan. Pada beberapa tipe mesin, *timing gear* dapat digantikan oleh *timing belt* atau *timing chain*.

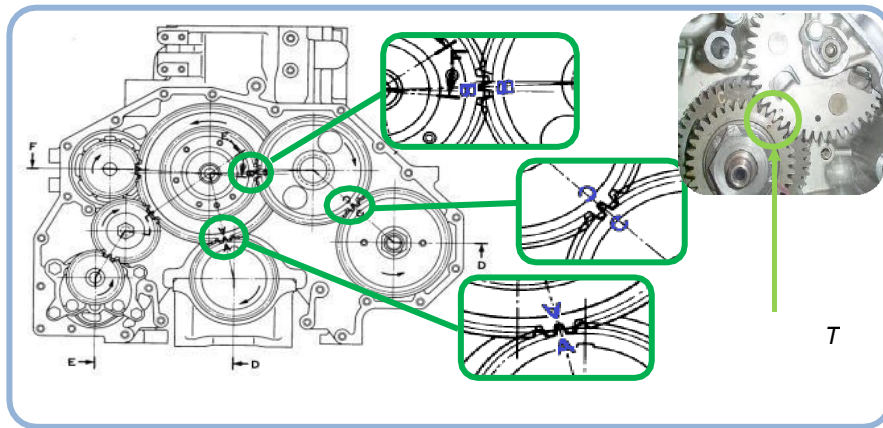


Gambar 4.57 Contoh *Timing Gear*, *Timing Belt*, *Timing Chain*
 (Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)



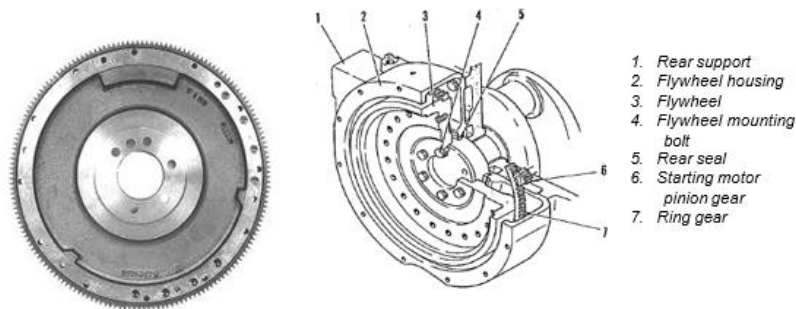
Gambar 4.58 Contoh *Timing Gear Engine 6D125 Series*
 (Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

Timing gear menentukan ketepatan gerakan komponen-komponen *engine* seperti *camshaft* untuk menggerakkan *valve* secara tepat sesuai dengan gerakan *piston*. Pemasangan *gear* harus akurat untuk mencegah tabrakan antara *piston* dan *valve* serta memastikan injeksi bahan bakar tepat waktu. Tanda yang sudah ada pada gear memudahkan pemasangan dengan pasangannya yang sesuai, Sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.59 Contoh *Timing Mark* Pada *Timing Gear*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

4.1.8.5 *Flywheel*



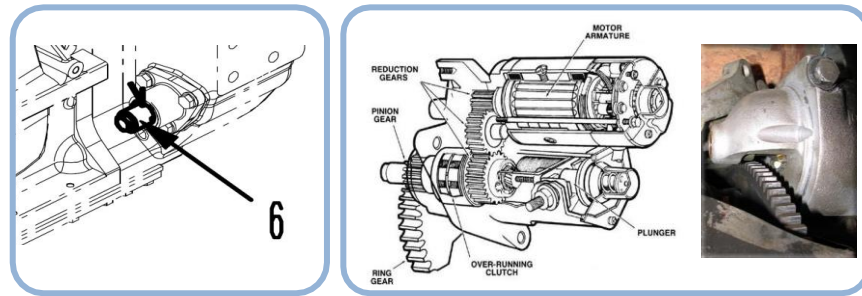
Gambar 4.60 *Flywheel*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

Flywheel terpasang di belakang *crankshaft* untuk mentransfer putaran dari engine ke power train atau komponen lain. *Flywheel* menyediakan energi yang stabil dalam sistem yang sumber energinya tidak kontinu, mengimbangi variasi torsi dari langkah pembakaran pada setiap silinde.

Inertia besar pada *flywheel* menyebabkan variasi torsi dari *crankshaft* menjadi hampir konstan pada putaran *flywheel*. Ini memungkinkan *flywheel* untuk mengimbangi ketidakraturan gerak putar dari *crankshaft*, sehingga output dari *engine* memiliki torsi yang kontinu dan stabil.

1. *Ring Gear*

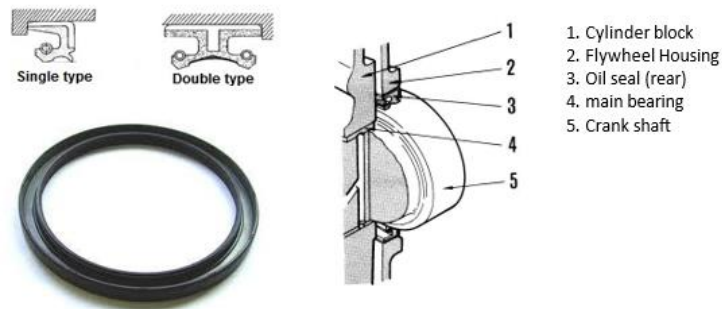
Flywheel memiliki *ring gear* yang terpasang di sekitar lingkarannya. *Ring gear* berfungsi untuk memfasilitasi putaran *engine* saat di-start dengan menggunakan pinion gear dari starting motor. Selain itu, *ring gear* juga dapat digunakan untuk memutar *engine* secara manual dengan menggunakan *barring device*, meskipun tidak semua *engine* dilengkapi dengan alat ini.



Gambar 4.61 *Barring Device dan Starting Motor Pada ring Gear*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

2. Rear Seal

Rear seal pada bagian belakang *engine* mencegah kebocoran oli antara *crankshaft* dan *flywheel housing*. Terdapat dua jenis seal: *single lip type* dan *double lip type*. Disarankan menggunakan *double lip type seal* untuk keamanan, namun perlu hati-hati saat pemasangan agar tidak terlipat keluar dan menyebabkan kebocoran. Saat pengujian *engine*, sebaiknya gunakan *single lip type seal*, dan ganti dengan *double lip type seal* setelah selesai pengujian.



Gambar 4.62 *Rear Seal dan Letaknya*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

3. Flywheel Housing

Flywheel housing dipasang di bagian belakang *cylinder block* untuk memisahkan bagian dalam *engine* dengan komponen luar serta melindungi putaran dari *flywheel*. *Bracket* pada bagian belakang *engine* terhubung dengan *flywheel housing*, baik dipasang langsung atau dicetak menjadi satu dengan housing itu sendiri, untuk memperkuat dan memudahkan pemasangan *engine* ke chasis.



Gambar 4.63 *Flywheel Housing*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

4.1.9 *Macam – Macam System Dalam Diesel Engine*

Agar komponen-komponen dalam diesel engine dapat bekerja, sehingga bisa berlangsung pembakaran, harus dilengkapi dengan berbagai system yang mendukung pembakaran dalam engine. Macam-macam system yang dimaksud antara lain adalah sebagai berikut:

1. *Fuel system*

Merupakan system yang bekerja untuk mengatur jumlah fuel dan waktu kapan fuel harus diinjeksikan ke dalam ruang bakar sehingga fuel dapat terbakar.

2. *Intake dan exhaust system*

Merupakan system yang bekerja dalam engine untuk menyediakan udara yang cukup untuk proses pembakaran dalam ruang bakar serta membuang udara sisa pembakaran.

3. *Lubricating system*

Merupakan system yang bekerja dalam engine untuk melumasi seluruh komponen dalam engine sehingga komponen-komponen engine tidak mudah aus akibat gesekan selama bekerja

4. *Cooling system*

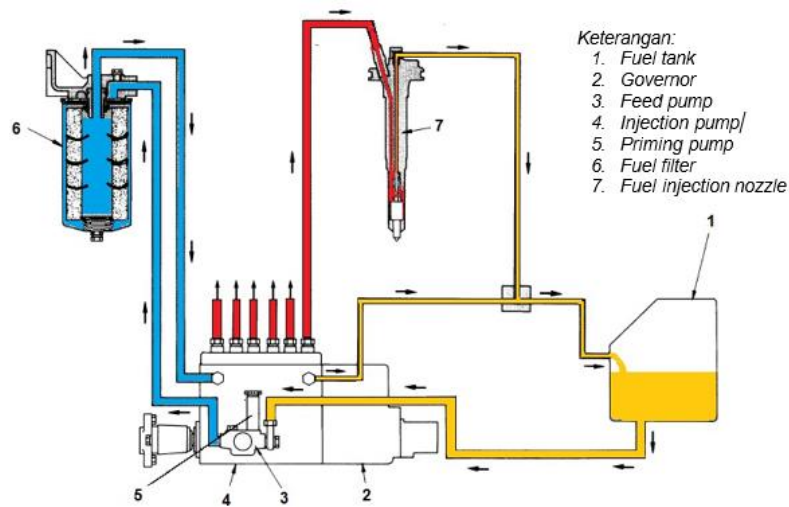
Merupakan system yang bekerja dalam engine untuk menjaga suhu kerja engine agar komponen-komponen engine tidak terlalu panas atau over heat.

5. *Starting dan charging system*

Merupakan system yang bekerja untuk melakukan start awal untuk menghidupkan engine, melibatkan komponen-komponen elektrik dengan sumber tegangan dari battery. Serta melakukan charging (pengisian kembali) battery saat engine telah bekerja (running). Untuk system starting dan charging akan dibahas dalam materi electric system.

4.1.9.1 *Fuel Injection Pump*

Fuel injection pump (FIP) merupakan salah satu sistem injeksi bahan bakar pada diesel engine. Dari segi sistem kontrol, ada yang menggunakan mekanikal dan ada juga yang menggunakan elektrik. Secara umum sistem injeksi FIP dapat dilihat pada gambar berikut.



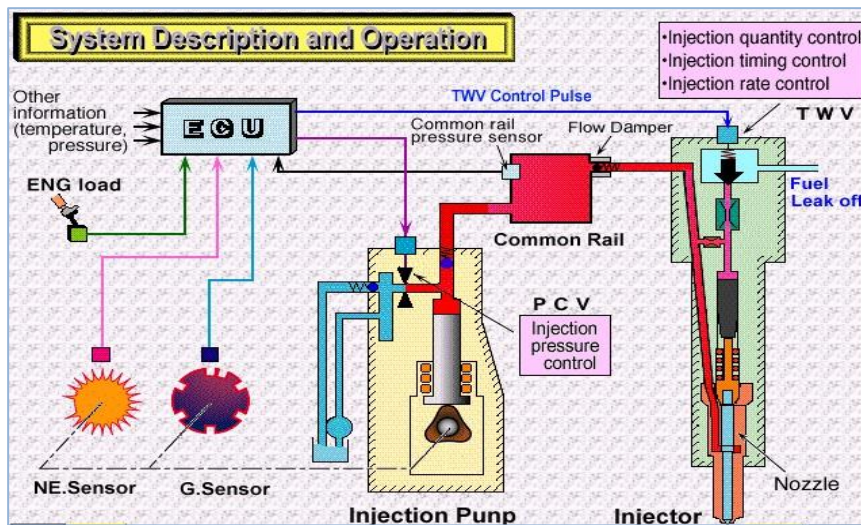
Gambar 4.64 Grafik FIP Engine
 (Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Aliran bahan bakar dalam Fuel Injection Pump (FIP) dimulai dari fuel tank, dihisap oleh feed pump, disaring melalui fuel filter, kemudian dipompa oleh fuel injection pump menuju nozzle untuk disemprotkan ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut. Sesuai dengan gambar diatas sistem FIP terdiri dari beberapa komponen yaitu:

1. *Fuel tank* sebagai penampung *fuel*
2. *Feed pump* dan *priming pump*
3. *Fuel filter*
4. *Fuel Injection pump* (*injection pump* dan *governor*)
5. *Fuel injection nozzle*

4.1.9.2 Common Rail Injection (CRI) dan High Pressure Common Rail (HPCR)

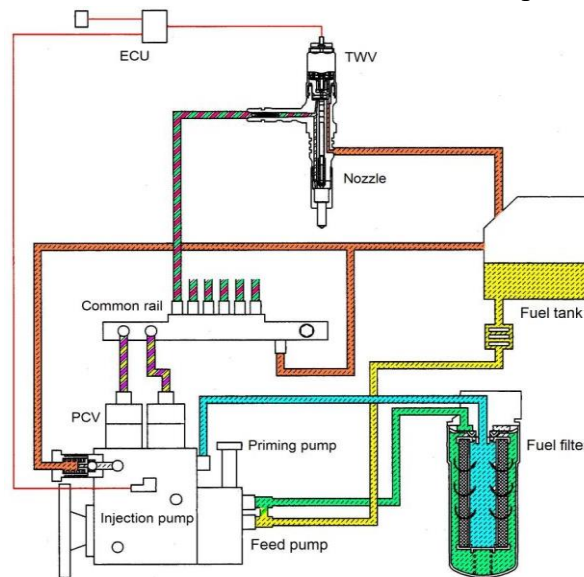
CRI dan HPCR merupakan *fuel system* yang banyak digunakan. Keduanya memiliki kesamaan dalam struktur dan fungsi. Sedangkan yang membedakan adalah tekanan yang bekerja, dimana HPCR memiliki tekanan kerja lebih besar dibandingkan CRI. Berikut adalah diagram yang menggambarkan system CRI.



Gambar 4.65 Common Rail Fuel System
(Sumber : Basic Mechanic Course2011)

Sistem *Common Rail Injection* (CRI) pada mesin diesel menggunakan sensor seperti *common rail pressure sensor*, sensor kecepatan mesin, sudut akselerator, suhu air pendingin, dan lainnya untuk mengontrol injeksi bahan bakar. *Electronic Control Unit* (ECU) mengatur valve seperti *pressure control valve* (PCV) dan *two-way valve* (TWV) untuk mengatur jumlah, waktu, dan tekanan penyemprotan bahan bakar, memastikan operasi mesin optimal dan efisiensi pembakaran yang tinggi.

Sistem *Common Rail Injection* (CRI) memiliki keuntungan berupa tekanan injeksi tinggi (hingga 1400 kg/cm²), kontrol awal injeksi yang fleksibel, kemampuan untuk injeksi split (tahap-tahap), dan memenuhi standar emisi gas buang. Namun, kelemahannya adalah konstruksi yang kompleks dan mahal, serta sensitivitas terhadap kualitas bahan bakar.

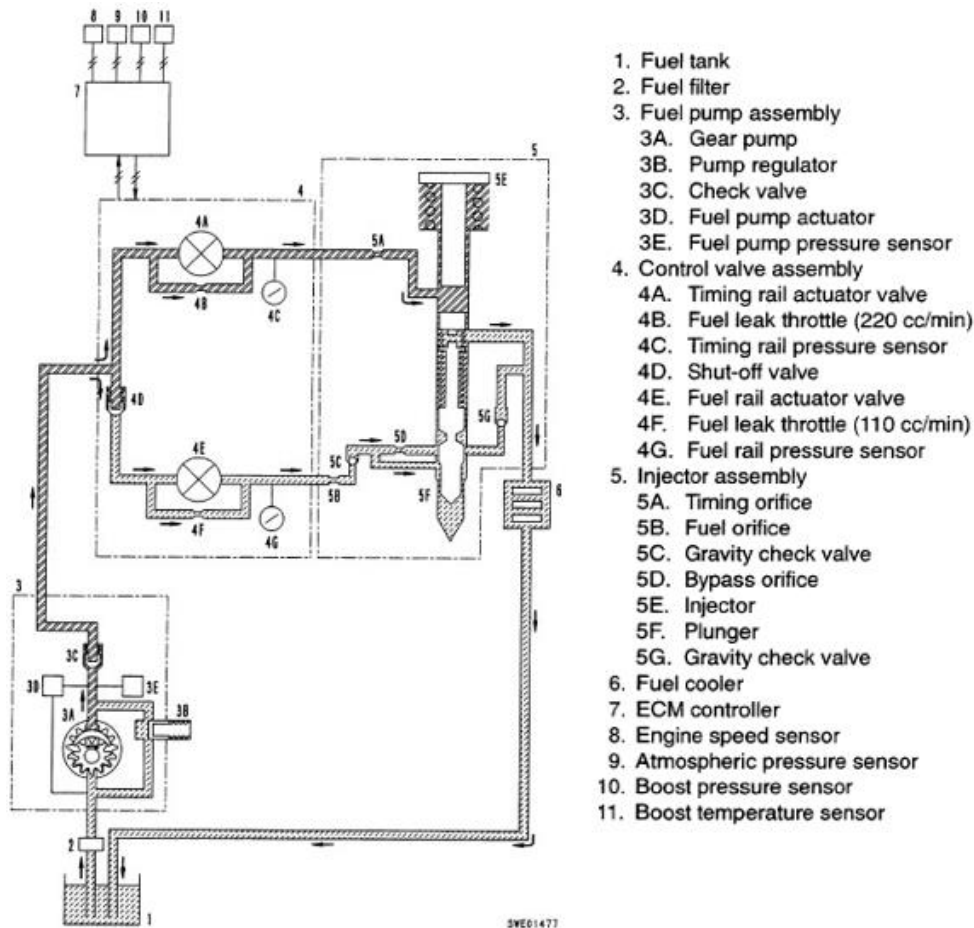


Gambar 4.66 Fuel Line Common Rail Fuel System
(Sumber : Basic Mechanic Course. 2011)

Gambar 4. 66 menunjukkan diagram aliran *fuel* dalam sistem CRI, dimana *fuel* dari *fuel tank* dihisap oleh *feed pump* yang selanjutnya dipompakan ke *fuel filter*. Dari *fuel filter*, *fuel* mengalir menuju *injection pump* untuk dipompakan ke *common rail* sehingga akan terdapat stand by *pressure* pada *common rail*. Kemudian TWV pada *nozzle* akan diaktifkan oleh ECU sehingga *nozzle* akan terbuka dan *fuel* diinjeksikan.

4.1.9.3 High Pressure Injection (HPI)

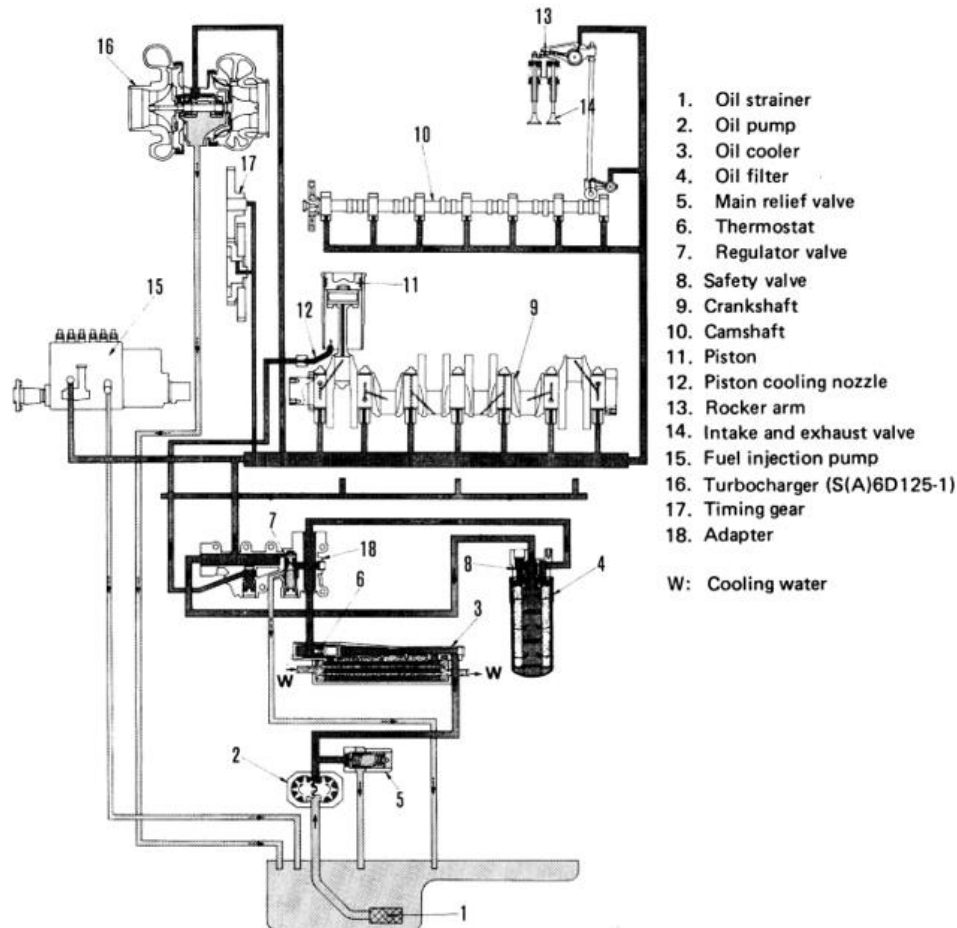
hisap oleh *fuel pump* melewati *fuel filter* dan dipompakan *fuel pump* yang selanjutnya dialirkan ke *electronic control valve assembly* (ECVA). Didalam ECVA akan diatur kuantitas dan timing injeksi berdasarkan perintah dari *electronic control modul* (ECM). Dan terakhir output ECVA masuk ke *injector* untuk diinjeksikan menggunakan pukulan rocker arm yang digerakan oleh *camshaft*. Berikut adalah diagram aliran *fuel* pada sistem HPI.



Gambar 4.67 High pressure injection fuel system
 (Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

4.1.9.4 Lubrication System

Lubrication system adalah sebuah system dalam diesel engine mensirkulasikan oli ke seluruh bagian engine, untuk membersihkan, mendinginkan dan melumasi komponen-komponen engine sehingga terhindar dari keausan.



Gambar 4.68 Sistem Pelumasan
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Oli dari *oil pan* dihisap oleh oil pump selanjutnya dialirkan ke *oil cooler*, jika tekanan berlebih maka akan didrain melalui *main relief valve*. Didalam *oil cooler* oli didinginkan oleh *water coolant* dari *cooling system*. Oli akan diteruskan ke *regulator valve* melewati oil filter untuk proses penyaringan, yang selanjutnya masuk ke *main gallery*. *Regulator valve* menjaga tekanan oli dalam *main gallery* agar selalau konstan. Dari *main gallery* oli akan didistribusikan ke semua komponen engine yang membutuhkan

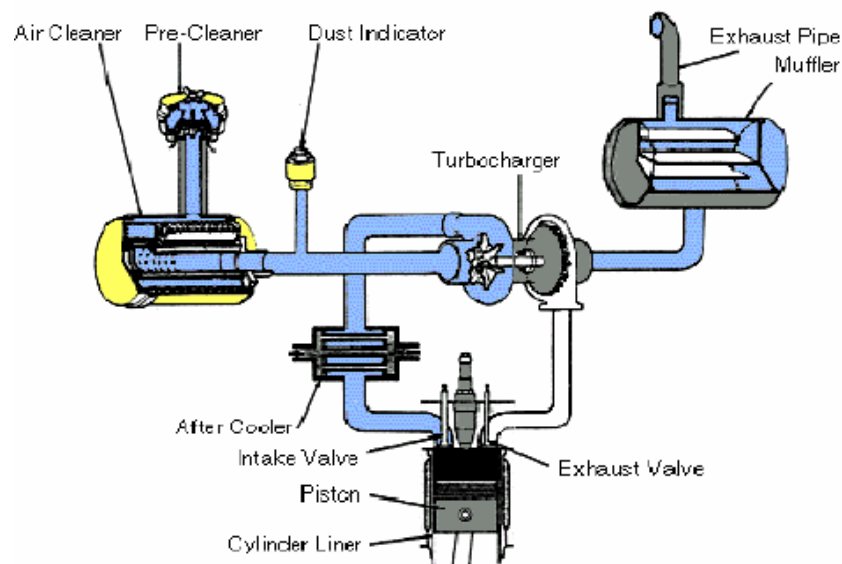
4.1.9.5 Intake and Exhaust System

Intake system merupakan system yang berfungsi untuk menyalurkan udara ke dalam ruang bakar untuk proses pembakaran. Sedangkan *exhaust system* merupakan sistem yang berfungsi untuk membuang udara sisa pembakaran dari engine. Berdasar pada cara

memenuhi kebutuhan udara untuk proses pembakaran, air system pada engine dibagi menjadi:

1. *Natural aspirated* dimana kebutuhan udara dipenuhi berdasar pada hisapan piston, sehingga udara yang masuk kedalam ruang bakar tidak terlalu banyak.
2. *Supercharger* dimana kebutuhan udara disuplay dengan sebuah blower yang digerakan oleh crankshaft engine melalui tali atau rantai. Supercharger dapat menyerap sebanyak sepertiga tenaga crankshaft mesin dan dalam banyak aplikasi kurang efisien daripada turbocharger.
3. *Turbocharger* dimana kebutuhan udara disuplay dengan sebuah blower yang digerakan turbin yang dorong oleh udara keluaran engine (exhaust). Sistem ini merupakan sistem paling efisien dibandingkan dengan sistem natural aspirated dan supercharger. Secara suplai udara, turbocharger mampu menyuplai udara dalam jumlah yang besar, namun hanya sedikit pembebanan terhadap engine.

Berikut adalah skema air system menggunakan turbocharger.

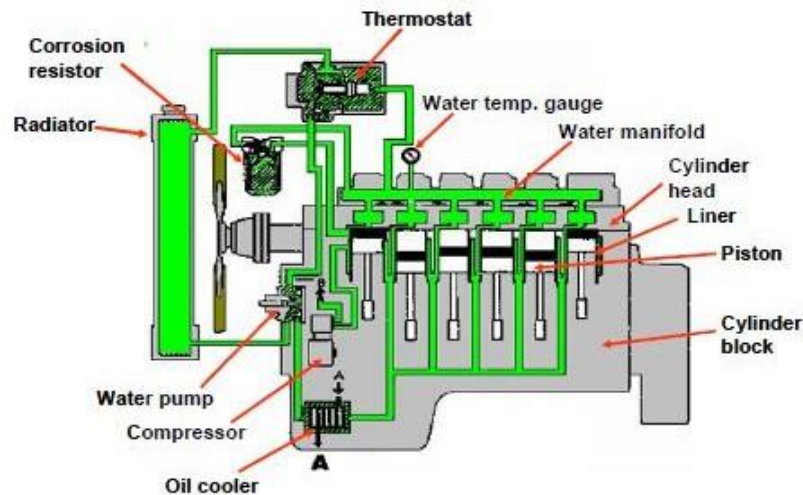


Gambar 4.69 Intake Exhaust System
(Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Udara masuk ke *engine* pertama kali melalui *pre cleaner*, yang selanjutnya akan disaring oleh *air cleaner*. Udara yang bersih selanjutnya akan masuk ke ruang bakar jika *valve intake* telah terbuka. Masuknya udara ke dalam ruang bakar disebabkan oleh kevacuman ruang bakar saat piston bergerak turun atau dorongan *blower turbocharger* yang diputar bersama turbin yang diputar oleh udara *exhaust*. Setelah proses pembakaran (*power*) berakhir yang ditandai oleh terbukanya *valve exhaust*, udara sisa pembakaran akan keluar dari ruang bakar akibat dorongan piston dan akan keluar melalui *muffler*.

4.1.9.6 Cooling System

Adanya pembakaran pada saat *engine* bekerja akan menimbulkan panas yang dapat berakibat *engine* rusak. Selain itu *engine* memerlukan temperatur tertentu agar *engine* bisa bekerja maksimal. Untuk itulah pada *engine* diperlukan cooling sistem, agar temperatur *engine* tetap pada temperatur kerjanya yaitu 70 °C — 90 °C . Berikut adalah skema umum dari *cooling system* pada *diesel engine*.



Gambar 4.70 *Cooling System*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

Water pump memompakan *coolant* dari radiator menuju system. *Coolant* dari system menuju ke *thermostat*, dimana jika suhu *coolant* masih dibawah suhu kerja *engine* maka *coolant* akan dikembalikan ke *water pump*, namun jika suhu *coolant* diatas suhu kerja *engine* maka *thermostat* akan membuka dan mengalirkan *coolant* menuju radiator untuk didinginkan oleh radiator fan.

4.1.10 Standar Pengukuran Komponen

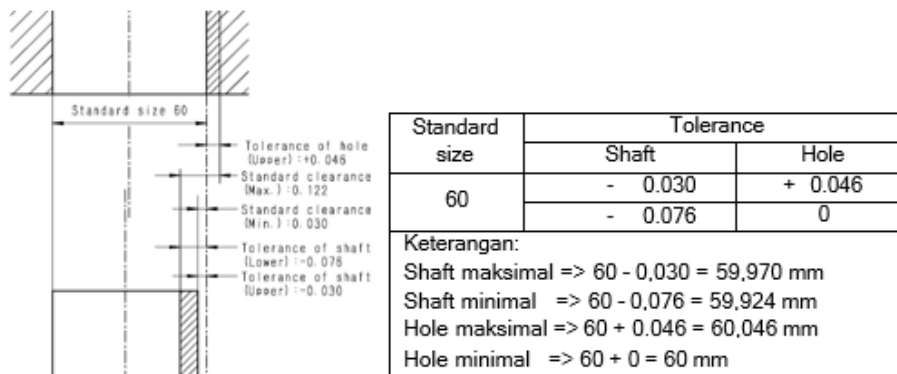
Pada saat melakukan *overhaul diesel engine*, pengukuran yang teliti diperlukan untuk memastikan performa optimal. Istilah penting meliputi *clearance* (celah antara komponen yang bergerak), *tolerance* (rentang ukuran yang diperbolehkan), *wear limit* (batas maksimum keausan), *surface finish* (kehalusan permukaan), *runout* (ketidaksejajaran permukaan berputar), dan *alignment* (posisi relatif komponen). Semua pengukuran ini harus sesuai dengan spesifikasi untuk memastikan bahwa *engine* dapat beroperasi secara normal dan efisien setelah *overhaul*. Dalam pengukuran terdapat beberapa istilah sebagai berikut :

1. *Standar Size*

Merupakan ukuran yang digunakan sebagai patokan sebuah part yang diindikasikan oleh prinsipale

2. *Tolerance*

Merupakan penyimpangan ukuran terhadap ukuran standar yang masih dapat diterima dalam pengukuran.



Gambar 4.71 Tolerance
 (Sumber : Basic Mechanic Course, 2011)

Standard untuk *hole* dan *shaft* adalah 60 mm, namun jika keduanya dibuat dengan ukuran Standard maka shaft tidak akan masuk dan dapat bergerak dalam hole atau lubangnya, oleh karena itu harus ada celah antara lubang terhadap shaft. Dari gambar diatas dijelaskan celah minimal adalah 0,030 mm dan maksimal 0,122 mm. Sehingga shaft harus lebih kecil atau lubang harus diperlebar. Dari tabel diatas dapat diartikan bahwa ukuran shaft yang di terima (toleransi) adalah 59,924 – 59,970 mm, sedangkan ukuran hole yang diterima adalah 60 – 60,046 mm.

3. Standar Clearance

Merupakan ukuran celah sebagai patokan dalam melakukan assembly atau perakitan dari beberapa part, sebagai contoh celah antara shaft dengan lubangnya yang dibuat agar shaft dapat berputar dengan bebas.

4. Standar Interference

Merupakan perbedaan ukuran sebuah lubang antara ukuran Standard terhadap ukuran toleransi, dimana toleransi yang diberikan lebih kecil dari ukuran Standard. Dengan demikian shaft yang terpasang pada lubang ini tidak dapat berputar atau press fit terhadap lubangnya

5. Repair Limit

Merupakan batas ukuran sebuah part yang mengalami perubahan ukuran akibat perubahan bentuk atau keausan. Jika sebuah part telah mencapai ukuran repair limitnya maka part tersebut harus diganti atau diperbaiki

6. Clearance Limit

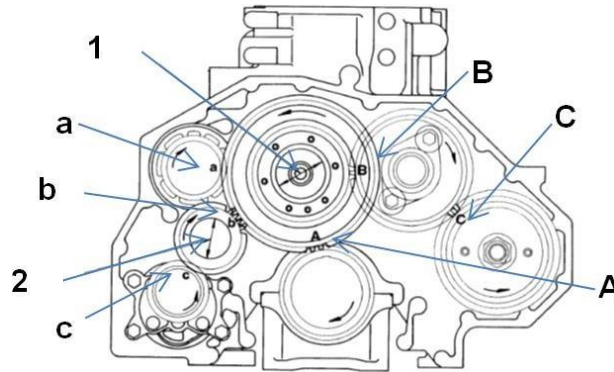
Merupakan celah maksimum yang diperbolehkan sebuah part untuk tetap digunakan. Jika celah sudah melebihi batasnya maka komponen terkait harus diganti atau diperbaiki.

7. Interference Limit

Merupakan batas maksimum dari perbedaan ukuran yang masih dibolehkan untuk tetap digunakan. Jika interferensi ukuran telah mencapai batasnya, maka part bersangkutan harus diperbaiki atau diganti

4.1.10.1 Pengukuran Pada *Timing Gear*

Pengukuran pada timing gear meliputi *backlash* tiap-tiap gear serta *end play idler gear*, baik main idler maupun oil pump idler gear



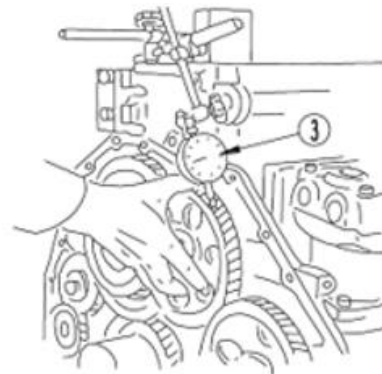
Gambar 4.72 *Maintenance Standar Timing Gear*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

No	Item	Measuring point	Criteria			Remedy
			Gears	Standard	Repair limit	
-	Backlash of each gear	A	Crankshaft gear and main idler gear (large)	0,140-0,425	0,6	Replace
		B	Main idler gear (small) and camshaft gear	0,125-0,395		
		C	Camshaft gear and FIP drive gear	0,125-0,395		
		a	Main idler (large) and water pump drive gear	0,155-0,440		
		b	Main idler gear (large) and oil pump idler gear	0,130-0,405		
		c	Oil pump idler gear and oil pump drive gear	0,080-0,390		
		1	End play of main idler gear	Standard 0,05 - 0,17		
2	End play of oil pump idler gear	0,05-0,21	0,4			

*Maintenance Standard timing gear pada engine SAA6D125-1

Gambar 4.73 *Tabel Maintenance Standard timing gear*
(Sumber : *Basic Mechanic Course, 2011*)

Gambar dibawah adalah contoh pengukuran *End Play* dari sebuah *Idler Gear* dan *Backlash* menggunakan *Dial Indikator*



Gambar 4.74 Pengukuran *Timing Gear*
(Sumber : *Basic Mechanic Course*, 2011)

4.2 Perancangan Kereta Engine Stand Dengan Menggunakan Penggerak Motor Guna Mengurangi *Lead Time* Proses Aktivitas Support Pada Area Engine Assembly PT. Komatsu Remanufacturing Asia

4.2.1 Permasalahan

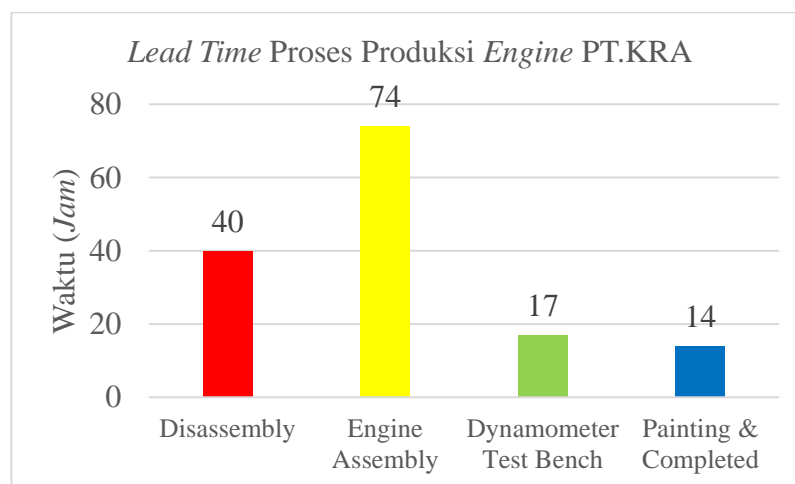
Pada era globalisasi saat ini, persaingan dalam dunia industri menjadi semakin ketat dan kuat terutama pada perusahaan manufaktur. Oleh karena itu, suatu industri dituntut untuk selalu menjadi yang terdepan dalam persaingan industri agar tidak ditinggalkan oleh konsumen. Hal ini membuat perusahaan manufaktur berlomba-lomba untuk memberikan layanan yang terbaik pada konsumen. Pada hakikatnya, perusahaan manufaktur menggunakan material yang cukup banyak dan tentunya hal ini akan mengakibatkan perusahaan tersebut mempunyai *waste* (pemborosan) yang tidak sedikit dalam proses produksi (Utama et al, 2016). Menurut Hines & Rich (1997) *waste* pada umumnya terdiri dari tujuh jenis yaitu, *overproduction* (produksi berlebih), *waiting* (menunggu), *motion* (pergerakan), *transportation* (transportasi), *unnecessary process* (proses yang tidak perlu), *inventory* (persediaan), dan *defect* (cacat). Tidak hanya pada masalah material perusahaan manufaktur juga harus menjaga kualitas produk dan proses produksinya agar perusahaan mendapatkan kepercayaan dari konsumen. Hal itu dapat menciptakan produk yang baik dan berkualitas dengan keseimbangan lini produksi yang baik. Keterlambatan produksi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti *waiting time*, serta kerusakan mesin produksi yang kerap kali menjadi sumber permasalahan dan menghambat proses produksi

Pada Industri manufaktur, terdapat proses remanufaktur, dimana barang yang sudah habis masa pakai diubah menjadi barang yang baru melalui berbagai prosedur. Menurut Steinhilper, proses remanufaktur merupakan proses mengubah barang bekas menjadi barang baru untuk mengurangi jumlah barang bekas, mengurangi biaya perusahaan, dan meningkatkan keuntungan.

Salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang remanufaktur adalah PT Komatsu Remanufacturing Asia (KRA). PT KRA terletak di Kota Balikpapan Kalimantan Timur, Indonesia yang memiliki *Plant* penempatan produksi, yaitu di Kawasan Balikpapan Plant yang berlokasi di Jl. Pulau Balang No. 99 RT. 36 Karang Joang Balikpapan. Proses produksi di PT KRA berupa pengkondisian atau peremajaan ulang dari komponen alat berat berlabel

Komatsu dengan unit berupa *engine*, *power train*, dan *cylinder*. Adapun tahapan-tahapan yang dibagi dalam 5 area pada proses remanufaktur *engine* di PT KRA Balikpapan Plant meliputi: (1) *disassembly*, (2) *engine assembly*, (3) *dyno test*, (4) *painting*, dan (5) *completion*.

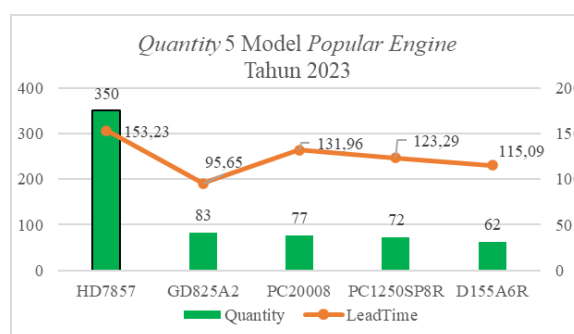
Berdasarkan hasil diskusi dengan salah satu karyawan departemen Engineering dan salah satu supervisor departemen produksi, 5 area yang ada pada proses produksi *engine*, area *engine assembly* merupakan area yang memiliki lead time tertinggi. Pada area ini, aktivitas yang terdapat di dalamnya dapat dikatakan sangat banyak dan meskipun memiliki *man power* yang terbilang cukup, tetapi masih memerlukan perbaikan pada segi aktivitas dalam usaha mengurangi *lead time*. Standar lead time pada area proses produksi *engine assembly* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4.75 Diagram Batang *Lead Time* Proses Produksi *Engine Assembly*
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia, 2023)

Pada gambar 4.75 diagram batang dapat diketahui terdapat 4 area proses produksi *engine* yang berada pada PT Komatsu Remanufacturing Asia dimana dari gambar 4 diagram batang diketahui area proses produksi yang memiliki lead time tertinggi berada pada area produksi *engine assembly* sekitar 74 jam dalam produksinya. Area proses produksi *engine assembly* juga mempengaruhi kritikal proses dimana tahap produksi dimulai pada *engine assembly*.

Untuk memperoleh keuntungan yang setinggi mungkin, perusahaan remanufaktur membutuhkan waktu kerja yang sangat singkat. Oleh karena itu *lead time* merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan pada proses remanufaktur dalam pemenuhan target produksi.



Gambar 4.76 Total Produksi *Engine* PT KRA
(Sumber : PT. Komatsu Remanufacturing Asia, 2023)

Lean manufacturing merupakan metode untuk mengoptimalkan performansi dari sistem dan proses produksi karena mampu mengidentifikasi, mengukur, menganalisis dan mencari solusi perbaikan atau peningkatan performansi secara komprehensif (Daonil, 2012). Pendekatan *lean* berfokus pada efisiensi tanpa mengurangi efektivitas proses seperti peningkatan operasi yang bernilai tambah, mereduksi *waste*, serta memenuhi kebutuhan *customer* (Hines & Taylor, 2000).

Dengan menggunakan prinsip *lean manufacturing*, masalah yang terdapat pada PT KRA dapat diperbaikisecara berkelanjutan dengan meminimalkan *wasted* dan meningkatkan nilai tambah untuk memenuhi nilai pelanggan

Permasalahan yang ditemukan pada proses produksi engine assembly yaitu waktu proses salah satunya dari aktivitas *support* ketika ingin memindahkan engine pada proses selanjutnya yaitu dengan menggunakan *overhead crane*. Penyebab dari permasalahan ini yaitu aktivitas *support* yang masih menggunakan *overhead crane* dimana berdasarkan pengamatan *overhead crane* sering kali digunakan pada aktivitas *support* namun adanya keterbatasann pada jumlah *overhead crane*, maka akibatnya harus saling menunggu ketika mekanik ingin memindahkan engine yang sudah selesai pada tahap pengerjaan dan belum adanya alat khusus untuk memindahkan engine dengan waktu yang tidak begitu lama. Rata rata waktu yang dibutuhkan dalam proses ini 9 – 19 menit dalam sekali perpindahan. Akibat dari permasalahan ini yaitu menyebabkan *Lead Time* yang begitu lama pada aktivitas support

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang ditemukan, maka diajukan pemecahan masalah berupa “Perancangan Kereta Engine Stand Dengan Menggunakan Penggerak Motor Guna Mengurangi *Lead Time* Aktivitas Support Pada Area Engine Assembly di PT Komatsu Remanufacturing Asia” dengan tujuan untuk mengurangi *Lead Time* proses aktivitas support dan mencapai target produksi dengan meminimalisir *waste*.

4.2.2 Persoalan

Persoalan pada studi kasus yang dilakukan ini adalah:

1. Bagaimana meminimasi *waste* dan *lead time* pada proses produksi engine assembly.
2. Bagaimana perancangan kereta engine stand.
3. Bagaimana analisa factor keamanan pada perancangan kereta engine stand menggunakan *Software inventor*.

4.2.3 Maksud dan Tujuan

Tujuan dalam studi kasus yang dilakukan adalah:

1. Mengetahui akar permasalahan terjadinya *lead time* yang lama pada proses produksi *engine assembly*.
2. Memberikan rekomendasi perbaikan pada proses produksi *engine assembly*.
3. Menurunkan *lead time* aktivitas *support* pada proses produksi *engine assembly*.
4. Mendesain dan membuat *prototype* kereta *engine stand* 3D.
5. Mengetahui perancangan dan analisa factor keamanan (*safety factor*) pada perancangan kereta *engine stand* menggunakan *inventor*.
6. Mengetahui Gaya-Gaya yang terjadi pada kereta *engine stand*.

4.2.4 Kemanfaatan

1. Perusahaan dapat mengetahui *lead time* aktivitas *support* serta akar penyebab dari masalah yang terjadi pada proses produksi *engine assembly*.
2. Perusahaan mendapatkan rekomendasi perbaikan yang diusulkan sehingga dapat mengurangi *lead time* aktivitas *support* pada proses produksi *engine assembly*.
3. Mahasiswa dapat memperoleh pengetahuan dan pengalaman dalam perancangan. Serta dapat membuat sebuah peralatan baru maupun memodifikasi dari peralatan yang sudah ada.
4. Mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang sudah diperoleh selama masa perkuliahan dan melatih keterampilan dalam bidang perancangan dengan menggunakan *software* 3D

4.2.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari studi kasus ini terbagi atas batasan dan asumsi. Berikut ini adalah batasan dan asumsi yang digunakan:

4.2.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam studi kasus ini adalah sebagai berikut:

1. Area yang dijadikan sebagai tempat objek amatan hanya area produksi *engine assembly*.
2. Studi kasus ini sampai pada tahap penyusunan rekomendasi perbaikan.
3. Pembuatan gambar dengan *software inventor* untuk 3D dan 2D.
4. Berfokus pada gambar desain dan analisa factor keamanan.
5. Tidak membahas tentang sambungan pada perancangan kereta *engine stand*.
6. Tidak membahas tentang perbandingan antara setelah dilakukannya *improvement*.

4.2.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam studi kasus ini adalah:

1. Proses produksi *engine assembly* tidak berubah selama penelitian berlangsung,
2. Asumsi yang belum ditentukan akan dijelaskan pada sub bab selanjutnya

4.2.6 Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori

Pada tinjauan pustaka ini akan dijelaskan mengenai teori dan metode yang akan digunakan dalam studi kasus ini. Teori ini bersumber dari berbagai literatur seperti jurnal, buku, artikel dan lain sebagainya

4.2.6.1 Lean manufacturing

Lean manufacturing merupakan konsep dari *Toyota Production System* untuk meningkatkan nilai tambah serta menghilangkan atau mengurangi waste dan mengurangi pekerjaan yang tidak perlu atau tidak bernilai tambah, dengan biaya yang lebih rendah, kualitas yang lebih tinggi dan *lead time* yang lebih pendek. *Lean Manufacturing* harus dipahami pada tiga tingkat yang berbeda, terdapat filosofi, yang mendorong tujuan dan budaya *lean* seperti aspek-aspek dasar dari kontrol kualitas yang dibangun, strategi, taktik, serta *skill* yang digunakan dalam pengendalian kualitas (Wilson, 2010).

Lean manufacturing adalah suatu pendekatan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) yang terjadi pada proses produksi, atau aktivitas yang tidak bernilai tambah (*non-value added*) melalui peningkatan terus menerus (*continues improvement*) dengan cara mengalirkan produk (*material, work in process, output*) dan informasi menggunakan sistem tarik (*pull system*) dan internal dan eksternal untuk mengejar keunggulan dan kesempurnaan (Gaspersz, 2007). *Lean* berfokus pada identifikasi dan eliminasi aktivitas-aktivitas yang tidak bernilai tambah dalam desain, produksi atau operasi dan *supply chain management* yang langsung berkaitan dengan konsumen (Womack & Jones, 2003).

Lean manufacturing merupakan implementasi *lean* di dalam bidang manufaktur. Fokus utama dari *lean manufacturing* adalah menghindari kegiatan yang dapat menimbulkan *waste, delay*, dan persediaan yang dapat mengkonsumsi sumber daya tetapi tidak menambah nilai pelanggan (Ruffa, 2008). Penerapan *lean manufacturing* diharapkan mampu menghasilkan nilai tambah bagi produk yang menghasilkan nilai bagi konsumen (*customer value*). Sehingga produsen diharapkan dapat memperkecil *gap* antara sesuatu yang diinginkan oleh konsumen dengan apa yang dihasilkan oleh produ

4.2.6.2 Waste (pemborosan)

Prinsip utama dari pendekatan *lean* adalah pengurangan atau peniadaan pemborosan (*waste*). *Waste* adalah segala sesuatu yang tidak bernilai tambah. *Waste* harus dihilangkan guna meningkatkan nilai produk k dan selanjutnya meningkatkan customer value (Åhlström, 1998). Menurut Hines, et al (2008), *waste* adalah *non-value adding activities* dalam sudut pandang pelanggan. maka sangatlah penting untuk mengetahui apakah *waste* itu dan dimana ia berada. Ada 7 macam *waste* yang didefinisikan menurut (Shigeo,1989) yaitu.

1. Overproduction

Adalah *waste* dalam memproduksi yang terlalu banyak melebihi kebutuhan atau terlalu cepat diproduksi yang mengakibatkan inventory yang berlebih.

2. Defect

Adalah *waste* yang dapat berupa kesalahan yang terjadi saat proses pengerjaan atau bisa berupa kesalahan dokumentasi, permasalahan pada kualitas produk yang dihasilkan, dan performansi pengiriman yang buruk.

3. *Unnecessary Inventory*

Adalah *waste* yang berupa penyimpanan barang yang berlebih, serta delay informasi produk atau material yang mengakibatkan peningkatan biaya dan penurunan kualitas pelayanan terhadap konsumen.

4. *Unnecessary Process*

Adalah *waste* yang disebabkan oleh proses produksi yang tidak tepat karena prosedur yang salah atau penggunaan peralatan atau mesin yang tidak sesuai.

5. *Excessive transportation*

Adalah *waste* yang berupa pemborosan waktu, tenaga dan biaya yang dikarenakan pergerakan yang berlebihan dari pekerja, aliran informasi atau produk atau material produk.

6. *Excessive transportation*

Adalah *waste* yang berupa penggunaan waktu yang tidak efisien. Dapat berupa ketidakaktifan dari pekerja, informasi, material atau produk dalam periode waktu yang cukup panjang sehingga menyebabkan aliran yang terganggu dan memperpanjang lead time.

7. *Unnecessary motion*

Adalah *waste* yang berupa penggunaan waktu yang tidak memberikan nilai tambah untuk produk maupun proses. Waste jenis ini biasanya 14 terjadi pada aktivitas tenaga kerja di pabrik, terjadi karena kondisi lingkungan kerja dan peralatan yang tidak ergonomis

4.2.6.3 Value Stream Mapping (VSM)

Womack & Jones (2002) menyebutkan bahwa VSM merupakan proses pemetaan secara visual aliran informasi dan material yang bertujuan untuk menyiapkan metode dan *performance* yang lebih baik dalam usulan *future state map*. Sehingga informasi mengenai aliran informasi dan fisik dalam sistem dapat diketahui dengan menggunakan metode ini. *Tools* ini digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas yang *value added* dan *non-value added* pada industri manufaktur, sehingga mempermudah untuk mencari akar permasalahan pada proses.

Menurut Liker and Meier (2006), *value stream mapping* adalah alat teknis untuk merancang sistem *lean* serta membuat gambar yang menekankan terjadinya *waste*, dengan adanya VSM dapat membantu melihat rantai terkait proses. VSM mampu membantu dalam visualisasi proses produksi dengan melihat *flow* atau aliran proses serta membantu untuk mengidentifikasi *waste* dan sumber dari *waste* melalui *value stream* (Rother and Shook, 2009). Tool ini mampu menunjukkan *error* dalam suatu gambaran pada *current state system* dan digunakan untuk membuat kondisi yang ideal pada *future state system*.

Terdapat tiga aktivitas pada *value stream mapping* yaitu *value adding activity*, *non value adding activity*, dan *necessary non value adding*. Berikut adalah penjelasan dari ketiga aktivitas tersebut:

1. *Value Adding Activity*: Aktivitas yang memberikan nilai tambah kepada produk yang dihasilkan dari sudut pandang konsumen seperti aktivitas perakitan, proses pemotongan, dan lainnya.
2. *Non Value Adding Activity*: Aktivitas yang tidak memiliki nilai tambah bagi konsumen yang harus dihilangkan karena menyebabkan pemborosan sehingga produksi tidak berjalan secara efektif dan efisien seperti waktu menunggu, *work in process* (WIP), dan lainnya.
3. *Necessary Non Value Adding*: Aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi konsumen, tetapi diperlukan dalam proses produksi seperti pemindahan material atau barang setengah jadi, pemindahan *tools*, dan lainnya. Penghilangan aktivitas ini sulit dilakukan kecuali adanya perubahan prosedur.

Value stream mapping terdiri dari 2 tipe (Nash and Poling, 2008), yaitu :

1. *Current State map*

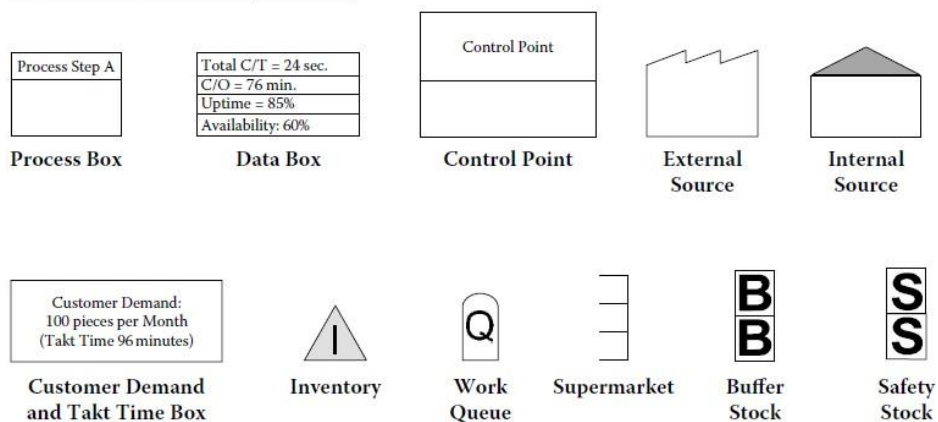
Merupakan konfigurasi *value stream* produk saat ini (kondisi *existing*), menggunakan simbol dan terminologi spesifik untuk mengidentifikasi *waste* dan area untuk perbaikan atau peningkatan (*improvement*).

2. *Future state map*

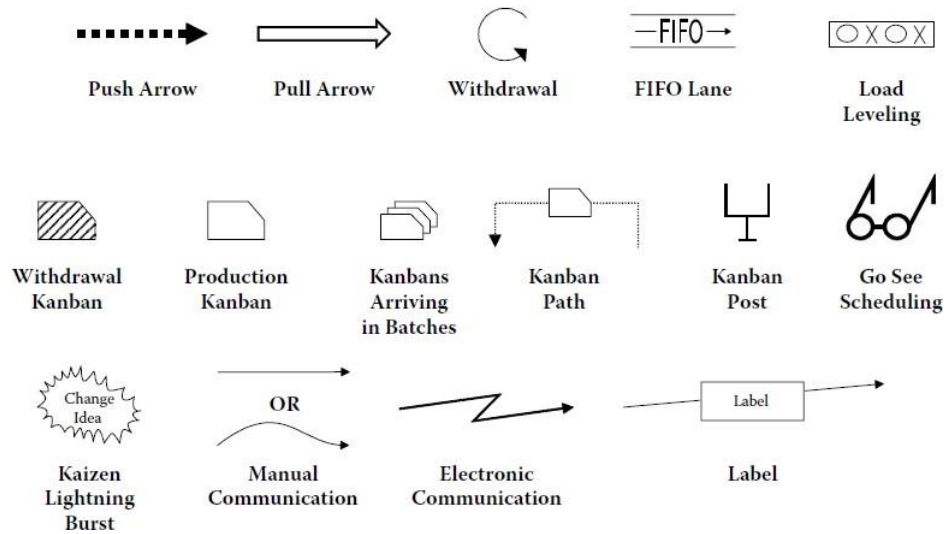
Merupakan konfigurasi *value stream* untuk transformasi *lean* yang diinginkan di masa yang akan datang setelah perbaikan telah dibuat.

Dasar *icon* yang digunakan pada VSM dikombinasikan dengan *icon* pada *flowchart* dan bentuk unik untuk memvisualisasikan berbagai tugas dan fungsi dalam sebuah map (Nash and Poling, 2008). Berikut ini merupakan icon pada VSM :

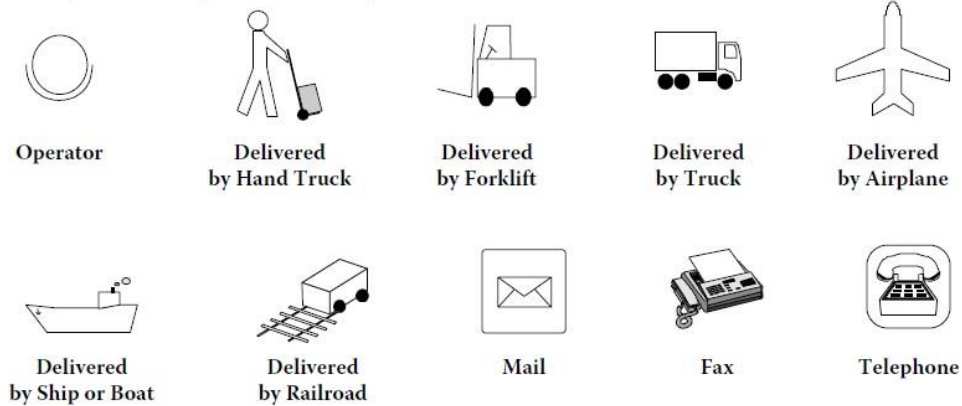
Process, Entities, Inventory, and Data



Flow, Communication, Signals, and Labels



People and Transportation (delivery method)



Gambar 4.77 Basic Icon Pada VSM

(Sumber : Nash & Poling, 2008)

4.2.6.4 Manufacturing Lead Time

Manufacturing lead Time merupakan total waktu keseluruhan aktivitas yang bernilai tambah maupun tidak bernilai tambah. *Manufacturing lead time* (MLT) adalah total keseluruhan waktu yang diperlukan unruk memproduksi suatu *part* atau produk dari awal hingga akhir produksi. Terdapat empat komponen *manufacturing lead time*, yaitu:

1. *Waktu proses*: Waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi atau mengadakan barang sesuai dengan pesanan pembelian yang diterima.
2. *Waktu Tunggu*: Waktu yang dibutuhkan antara pengadaan bahan baku atau bahan pembantu hingga mulainya proses produksi.
3. *Waktu Pengangkutan/Transportasi* : Waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan barang dari stasiun kerja satu ke stasiun kerja lainnya.
4. *Waktu Inpeksi* : Waktu yang diperlukan pelanggan untuk memeriksa kualitas produk sesuai spesifikasi dan ketidaksesuaia permintaan.

4.2.6.5 Root Cause Analysis (RCA)

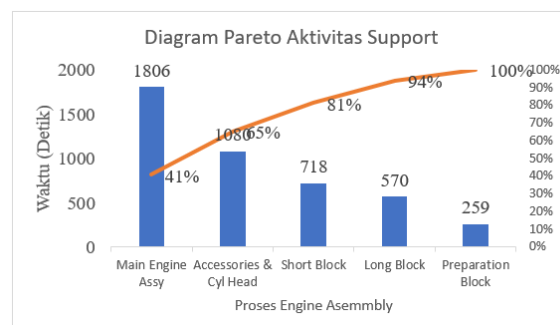
Root Cause analysis merupakan tools yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah atau untuk mengidentifikasi peluang peningkatan dengan cara mencari akar permasalahan (Barsalau, 2015) . Tujuan dari penggunaan RCA adalah untuk mengetahui akar penyebab masalah atau kejadian dengan mengidentifikasi akar-akar penyebab masalah tersebut. RCA dapat membantu perusahaan untuk mengidentifikasi apa (*what*), bagaimana (*how*) dan mengapa (*why*) suatu masalah bisa terjadi serta mencegah masalah tersebut datang kembali (Rooney, James dan Heuvel, 2004).

4.2.6.6 Diagram Pareto

Diagram Pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto (1848-1923). Diagram pareto ini merupakan suatu gambaran yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut ranking tertinggi hingga terendah. Diagram ini juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah. (Ariani, 2004). Sebuah diagram batang yang didasarkan pada prinsip Pareto, yang menyatakan ketika beberapa faktor mempengaruhi suatu situasi, segelintir faktor mengakibatkan sebagian besar dampak. Prinsip Pareto menggambarkan sebuah fenomena dimana 80 persen variasi yang diamati dalam proses sehari-hari dapat dijelaskan dengan hanya 20 persen dari penyebab variasi.

Sebuah diagram Pareto memberikan fakta-fakta yang dibutuhkan untuk menetapkan prioritas. Mengatur dan menampilkan informasi untuk menunjukkan kepentingan relatif dari berbagai masalah atau penyebab masalah. Pada dasarnya diagram Pareto merupakan bentuk khusus diagram batang vertikal yang menempatkan suatu hal (*item*) dengan berurutan (dari tertinggi ke terendah) relatif terhadap suatu efek yang dapat diukur kepentingannya: frekuensi, biaya, waktu.

Mengurutkan suatu *item* dalam urutan frekuensi menurun memudahkan kita untuk memisahkan masalah-masalah dari masalah utama yang menyebabkan munculnya sebagian besar dampak. Dengan demikian, diagram Pareto membantu tim untuk memfokuskan upaya mereka di perbaikan masalah yang memiliki potensi dampak terbesar.

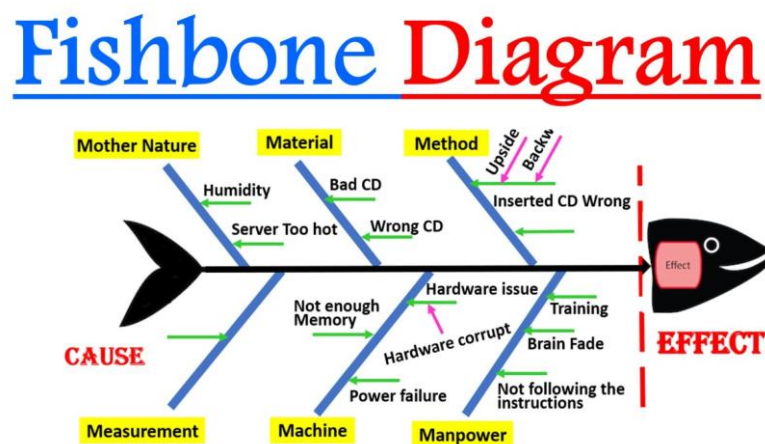


Gambar 4.78 Contoh Diagram Pareto
(Sumber : Pengolahan Data Pribadi)

4.2.6.7 Fishbone Diagram

Diagram *Fishbone* merupakan salah satu tools dari *root cause analysis* yang digunakan untuk mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari suatu masalah dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi brainstorming. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, kategori yang paling umum digunakan adalah: (1) *man* (orang), yaitu semua orang yang terlibat dari sebuah proses; (2) *method* (metode), yaitu bagaimana proses dilakukan, seperti prosedur, peraturan dan lain-lain; (3) *material*, yaitu semua bahan-bahan yang diperlukan untuk menjalankan proses; (4) *machine* (mesin), yaitu semua mesin, peralatan, komputer dan lain-lain yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan; (5) *measurement* (pengukuran), yaitu cara pengambilan data dari proses yang dipakai untuk menentukan kualitas proses; (6) *environment* (lingkungan), yaitu kondisi di sekitar tempat kerja, seperti suhu udara, tingkat kebisingan, kelembaban udara, dan lain-lain. (Handes, Susanto, Novita, & Wajong, 2013). Adapun kegunaan dari Diagram fishbone ialah:

1. Membantu menentukan akar penyebab masalah dan ada banyak penyebab yang berkontribusi terhadap akibat
2. Mendorong partisipasi team
3. Format yang mudah dibaca untuk diagram hubungan sebab dan akibat
4. Indikasi variasi kemungkinan penyebab
5. Meningkatkan pengetahuan tentang proses
6. Menampilkan grafis hubungan masing-masing penyebab dan akibat
7. Membantu untuk mengidentifikasi area untuk dilakukan perbaikan.



Gambar 4.79 Contoh Fishbone Diagram

(Sumber : <https://kwikkiangie.ac.id/>)

4.2.6.8 Engine Stand

Engine stand adalah suatu kerangka besi yang digunakan sebagai dudukan *engine* sementara pada saat dilakukan pengerjaan *overhaul engine*, agar mesin bisa terhindar dari bahaya terbalik atau terguling sebelum mesin dipasang pada unit dan setelah mesin diturunkan dari unit (Jensen dan Chenoweth, 1991:29).

Menurut saya, *engine stand* adalah kerangka besi yang terstruktur yang digunakan sebagai penopang atau dudukan *engine* pada saat proses produksi *Engine Assembly* maupun *Engine Disassembly*. Terdapat dua jenis *engine stand* yaitu:

1. Statik

Engine stand statik adalah dudukan *engine* yang tidak dapat digerakan ataupun dipindahkan. Umumnya *engine stand* tipe statik akan sangat memakan waktu yang banyak saat melakukan proses produksi *engine assembly*. Hal ini dikarenakan adanya sub proses yang berbeda area dan harus menggunakan alat bantu *overhead crane* saat memindahkan *engine*.

2. Dinamis

Engine stand tipe dinamis adalah dudukan *engine* yang dapat diputar pada bagian yang terpasang pada *engine* dan dapat dipindahkan, dikarenakan menggunakan roda pada bagian bawahnya.

4.2.6.9 Perancangan

Perancangan adalah sebuah proses untuk mendefinisikan sesuatu yang akan dikerjakan dengan menggunakan teknik yang bervariasi serta didalamnya melibatkan deskripsi mengenai arsitektur serta detail komponen dan juga keterbatasan yang akan dialami dalam proses pengerjaannya (Soctam Rizky, 2011: 140).

Dalam merancang suatu struktur, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Kekakuan suatu bahan sama dengan pentingnya dengan derajat lebih kecil, sifat seperti kekerasan, ketangguhan merupakan penetapan pemilihan bahan. Beberapa sifat yang menentukan kualitas bahan struktur antara lain :

1. Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa terjadi kerusakan
2. Elastisitas (*elasticity*) adalah kemampuan bahan untuk kembali ke ukuran dan bentuk asalnya, setelah gaya luar dilepas. Sifat ini sangat penting pada semua struktur yang mengalami beban berubah-ubah
3. Kekakuan (*stiffness*) adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk.
4. Keuletan (*ductility*) adalah sifat dari bahan yang memungkinkan bisa dibentuk secara permanen melalui perubahan bentuk yang besar tanpa terjadi kerusakan. Sifat ulet sangat diperlukan untuk bahan yang mengalami beban secara tiba-tiba.

4.2.6.10 Perencanaan dan Gambar Teknik

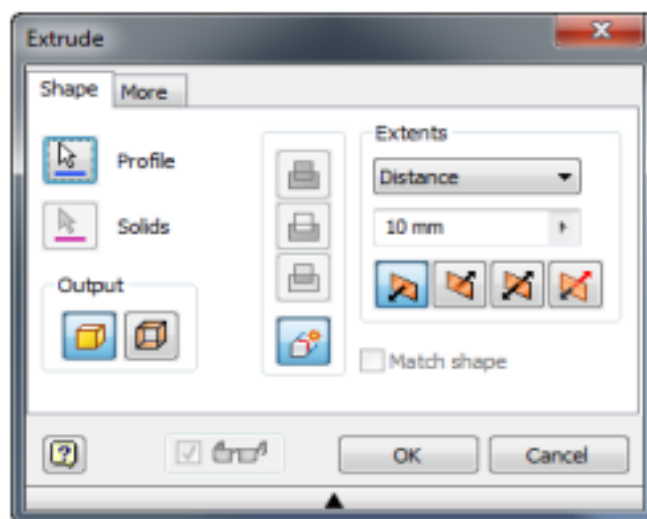
Perencanaan produksi suatu produk bagian yang sangat besar dan sangat menentukan kualitas produk. Perencanaan merupakan kegiatan awal dari rangkaian kegiatan sampai ke proses pembuatan produk sehingga dalam tahap ini juga ditentukan apa yang harus dilakukan dan bagaimana cara melakukannya termasuk merencanakan tahapan pembuatan produk agar mendapatkan kualitas yang bagus juga ditentukan disini, apabila pada tahap

perencanaan sudah ditentukan kemudian dilanjutkan ke tahap perancangan, dimana pada tahap perancangan akan dimulai dengan eksplorasi bentuk desain. Sedangkan untuk proses desain itu sendiri adalah kemampuan untuk menggabungkan gagasan, prinsip-prinsip ilmiah, sumber daya, dan sering produk yang telah ada dalam penyelesaian suatu masalah, kemampuan untuk menyelesaikan masalah dalam desain ini merupakan hasil pendekatan yang terorganisasi dan teratur atas masalah tersebut (Giesecke, 1999:6)

Menurut Harsokusoerno (1999: 2) gambar hasil rancangan produk adalah hasil akhir proses perancangan dan sebuah produk barulah dibuat setelah dibuat gambar-gambar rancangannya, gambar rancangan produk berupa gambar teknik yang dibuat pada kertas dua dimensi yang distandarkan. Dalam bentuk modern, gambar rancangan produk berupa informasi digital yang disimpan dalam memori komputer.

4.2.6.11 Metode Pembentukan Model 3D dari 2D

Metode yang paling umum untuk membentuk 3D solid dari gambar 2D adalah dengan cara meng-*extrude* suatu profil yang terletak pada sebuah bidang datar 2D. Dengan demikian gambar 2D yang semula terletak pada bidang datar tersebut sekarang mempunyai tebal dan menjadi model 3D solid.



Gambar 4.80 *Extrude*
(Sumber : Autodesk Inventor Professional)

Gambar 2D yang ada dibentuk menjadi solid, bisa berasal dari file yang telah dibuat oleh CAD (*softcopy*). Tidak ada perbedaan dalam proses pembentukan dari model *solid* dari bentuk kedua sumber tadi. Sampai saat ini beberapa CAD berbasis Pc dapat membentuk model 3D *solid* dari bentuk geometri, kemudian diberi ketebalan secara manual. Sedangkan beberapa fitur lain yang ada pada model tersebut (seperti lubang, *fillet*, dan sebagainya) ditambahkan kemudian pada model dasar *solid* tadi dengan operasi boolean atau operasi *feature*.

4.2.6.12 Sifat -sifat material

Secara garis besar material mempunyai sifat-sifat yang mencirikan, pada bidang teknik mesin umumnya sifat tersebut dibagi menjadi tiga sifat. Sifat –sifat itu akan mendasari dalam pemilihan material, sifat tersebut adalah:

1. Sifat mekanik
2. Sifat fisik
3. Sifat teknologi

Dibawah ini akan dijelaskan secara terperinci sifat – sifat material tersebut

1. Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu faktor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu. Untuk mendapatkan sifat mekanik material, biasanya dilakukan pengujian mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya bersifat merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut. Setiap material yang diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau spesimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapatkan pada material uji yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam membuat spesimen. Sifat mekanik tersebut meliputi antara lain: kekuatan tarik, ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekerasan, ketahanan aus, kekuatan impak, kekuatan mulur, kekeuatan leleh dan sebagainya.

Sifat-sifat mekanik yang perlu diperhatikan:

- a. Tegangan (σ) yaitu gaya diserap oleh material selama berdeformasi persatuan luas.
- b. Regangan (ϵ) yaitu besar deformasi persatuan luas.
- c. Modulus (E) elastisitas yang menunjukkan ukuran kekuatan material.
- d. Kekuatan yaitu besarnya tegangan untuk mendeformasi material atau kemampuan material untuk menahan deformasi.
- e. Kekuatan luluh (σ_y) yaitu besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mendeformasi plastis.
- f. Kekuatan tarik (σ_u) adalah kekuatan maksimum yang berdasarkan pada ukuran mula.
- g. Keuletan yaitu besar deformasi plastis sampai terjadi patah
- h. Ketangguhan yaitu besar energi yang diperlukan sampai terjadi perpatahan.
- i. Kekerasan yaitu kemampuan material menahan deformasi plastis lokal akibat penetrasi pada permukaan.

2. Sifat Fisik

Sifat penting yang kedua dalam pemilihan material adalah sifat fisik. Sifat fisik adalah kelakuan atau sifat-sifat material yang bukan disebabkan oleh pembebanan

seperti pengaruh pemanasan, pendinginan dan pengaruh arus listrik yang lebih mengarah pada struktur material. Sifat fisik material antara lain : temperatur cair, konduktivitas panas dan panas spesifik. Struktur material sangat erat hubungannya dengan sifat mekanik. Sifat mekanik dapat diatur dengan serangkaian proses perlakuan fisik. Dengan adanya perlakuan fisik akan membawa penyempurnaan dan pengembangan material bahkan penemuan material baru.

3. Sifat Teknologi

Selanjutnya sifat yang sangat berperan dalam pemeliharaan material adalah sifat teknologi yaitu kemampuan material untuk dibentuk atau diproses. Produk dengan kekuatan tinggi dapat dibuat dengan proses pembentukan, misalnya dengan pengerolan atau penempaan. Produk dengan bentuk yang rumit dapat dibuat dengan proses pengecoran. Sifat-sifat teknologi diantaranya sifat mampu las, sifat mampu cor, sifat mampu mesin dan sifat mampu bentuk. Sifat material terdiri dari sifat mekanik yang merupakan sifat material terhadap pengaruh yang berasal dari luar serta sifat-sifat fisik yang ditentukan oleh komposisi yang dikandung oleh material itu sendiri. Bahan lebih lengkap mengenai sifat material dapat.

4.2.6.13 Konsep Tegangan dan Regangan

Tegangan dan Regangan merupakan salah satu bagian dari mata kuliah *Mekanika kekuatan material* adalah cabang ilmu teknik yang mempelajari perilaku material dibawah berbagai kondisi beban. Ilmu ini melibatkan analisis tegangan, regangan, deformasi dan kriteria kegagalan material. Pengetahuan ini sangat penting untuk merancang struktur yang kuat, aman dan efisien. Berikut adalah beberapa konsep dasar dalam mekanika kekuatan material:

1. Tegangan (*Stress*)

Tegangan adalah gaya internal per satuan luas yang dialami oleh material Ketika terkena beban eksternal. Dinyatakan dalam Pascal (Pa). Pada suatu bidang yang dikenai suatu gaya akan terdapat dua jenis tegangan yang mempengaruhi bidang tersebut, yaitu tegangan normal dan tegangan geser.

Tegangan normal adalah tegangan yang tegak lurus terhadap permukaan benda yang ditimbulkan oleh gaya aksial dan momen lentur. Sedangkan tegangan geser adalah tegangan yang sejajar terhadap permukaan benda yang ditimbulkan oleh gaya geser, gaya puntir dan torsi. Bila benda tersebut mendapat gaya tersebut maka akan menghasilkan tegangan pada material benda tersebut.

- a. Tegangan normal terbagi menjadi dua macam yaitu tegangan tarik dan tegangan tekan. Tegangan tarik adalah tegangan normal yang menghasilkan suatu tarikan (*tension*) pada permukaan suatu benda, sehingga menimbulkan tegangan pada benda. Sedangkan tegangan tekan adalah tegangan normal yang menghasilkan suatu dorongan (*compression*) pada permukaan benda yang mendapat tegangan.

1) Tegangan Normal (σ): Tegangan yang bekerja tegak lurus terhadap penampang.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ adalah tegangan normal (Pa atau N/m^2)

F adalah gaya (N)

A adalah luas penampang (m^2)

2) Tegangan Geser (τ): Tegangan yang bekerja sejajar dengan penampang.

$$\tau = \frac{F_{\text{geser}}}{A}$$

Keterangan:

τ adalah tegangan geser (Pa atau N/m^2)

F_{geser} adalah gaya geser (N)

A adalah luas penampang (m^2)

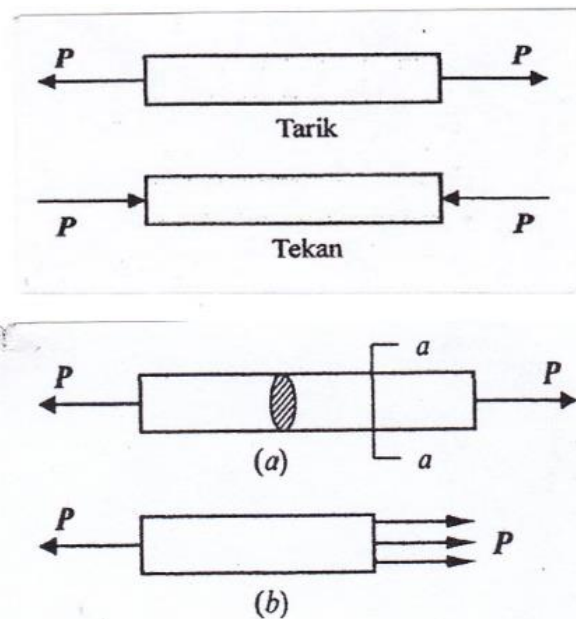
$$\tau = \frac{V}{A}$$

Keterangan:

τ adalah tegangan geser (Pa atau N/m^2)

V adalah komponen yang sejajar dengan bidang elementer (N)

A adalah luas penampang (m^2)



Gambar 4.81 Pembebanan Batang Secara Aksial
(Sumber : Mulyati, ST., MT, 2012)

2. Regangan Normal (*Strain*)

Regangan adalah perubahan panjang per satuan panjang yang dialami oleh material akibat tegangan.

Regangan dinyatakan sebagai pertambahan panjang per satuan panjang, tegangan pada suatu titik dihitung setelah regangan diukur. Hukum Hooke menyatakan bahwa dalam batas-batas tertentu, tegangan pada suatu bahan adalah berbanding lurus dengan

regangan, dimana semakin besar tegangan yang didapat maka semakin besar regangannya.

a. Regangan Normal (ϵ): Regangan akibat tegangan normal.

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Keterangan:

ϵ adalah regangan normal (tanpa satuan)

ΔL adalah perubahan panjang (m)

L_0 adalah panjang awal (m)

b. Regangan Geser (γ): Regangan akibat tegangan geser,

$$\gamma = \frac{\Delta x}{h}$$

Keterangan:

γ adalah regangan geser (tanpa satuan)

Δx adalah perpindahan sejajar (m)

h adalah tinggi material (m)

Hubungan tegangan dan regangan dapat ditulis sebagai:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Keterangan:

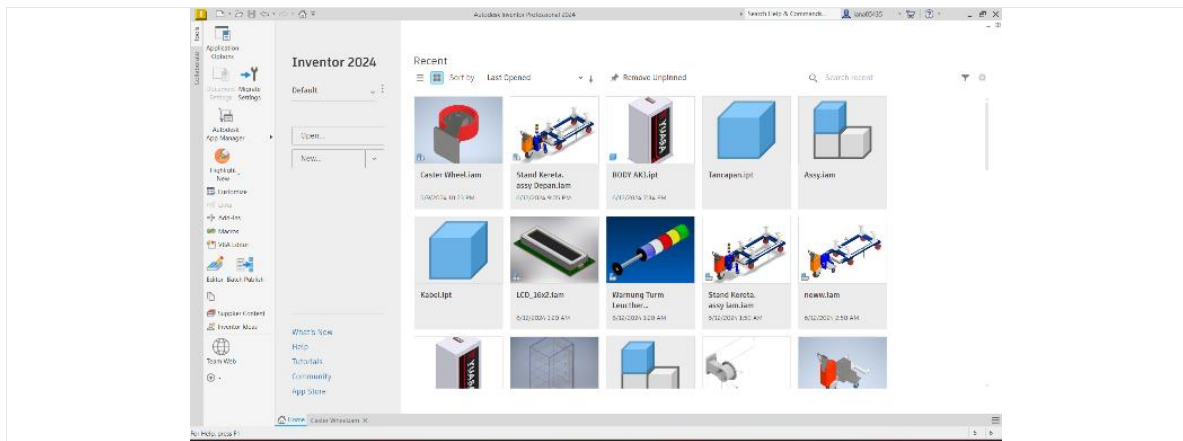
E adalah Modulus elastis (Gpa)

σ adalah Tegangan Normal (N/m^2) (Mpa)

ϵ adalah Regangan

4.2.6.14 *Inventor*

Autodesk Inventor Professional merupakan aplikasi CAD yang dikhususkan untuk mendesain gambar 3D untuk pemodelan mekanis, simulasi, visualisasi gambar, dan dokumentas. Aplikasi satu ini memungkinkan integrasi data dalam bentuk 3D sebagai representasi virtual. Pengguna dapat menentukan bentuk, kesesuaian, dan fungsi sebelum membuat desainnya. Kemudian, Autodesk Inventor mencakup alat parametrik, pengeditan langsung, pemodelan bentuk padat, serta kemampuan menerjemahkan multi-CAD dalam gambar komputer standar DWG, sehingga dapat menggambar desain geometris. Banyak engineer memakai aplikasi Autodesk Inventor ini karena software ini sudah terintegrasi dengan berbagai fitur yang memungkinkan mereka membuat desain mekanis seperti dapat mendesain prototype virtual, mendesain rangka mesin, tabung mesin, kabel, harness, rendering. Lalu, Autodesk Inventor juga dapat melakukan analisa dan simulasi, menghitung pra-produksi manufaktur, mengatur tata letaknya, dan masih banyak fitur unggulan lainnya.



Gambar 4.82 Tampilan Menu Home Pada Autodesk Inventor
(Sumber : Autodesk Inventor Professional)

4.2.6.15 Analysis

Pengertian dan definisi Analisa atau Analisis, adalah suatu usaha untuk mengamati secara detail sesuatu hal atau benda dengan cara menguraikan komponen-komponen pembentuknya atau penyusunnya untuk dikaji lebih lanjut. Selain itu ada beberapa ahli pula yang memberikan pengertian analisis menurut sudut pandang mereka. Seperti pengertian analisis menurut Anne Gregory, menurutnya analisis merupakan bagian awal dari sebuah perencanaan.

4.2.6.16 Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Dalam proses pembuatan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar 0,2% hingga 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur penguat dalam struktur baja. Dalam pengaplikasiannya baja karbon sering digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan alat-alat perkakas, komponen mesin, struktur bangunan, dan lain sebagainya. Menurut pendefinisian ASM handbook vol.1:148 (1993), baja karbon dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimiakarbon dalam baja yakni sebagai berikut:

2. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam struktur baja kurang dari 0,3% C. Baja karbon rendah ini memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi akan tetapi memiliki sifat kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Pada umumnya baja jenis ini digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, bodi mobil, dan lain-lainya.

2. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon sedang merupakan baja karbon dengan persentase kandungan karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C. Baja karbon ini memiliki kelebihan bila dibandingkan

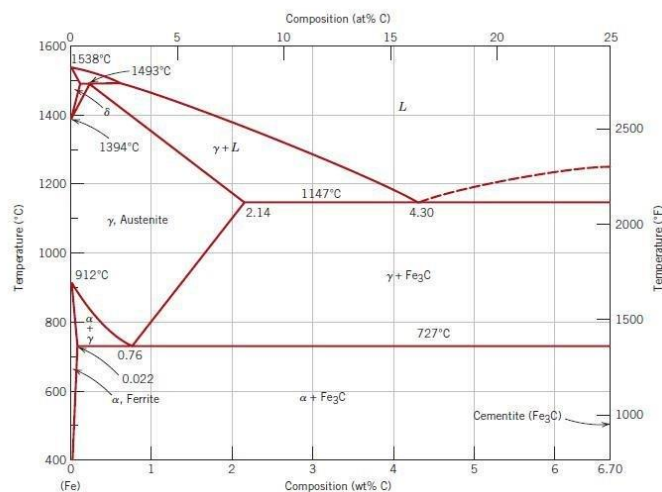
dengan baja karbon rendah, baja karbon sedang memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Besarnya kandungan karbon yang terdapat dalam besi memungkinkan baja untuk dapat dikeraskan dengan 11 memberikan perlakuan panas (heat treatment) yang sesuai. Baja karbon sedang biasanya digunakan untuk pembuatan poros, rel kereta api, roda gigi, baut, pegas, dan komponen mesin lainnya.

2. Baja Karbon Sedang (Medium Carbon Steel)

Baja karbon tinggi adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,6% C – 1,4% C. Baja karbon tinggi memiliki sifat tahan panas, kekerasan serta kekuatan tarik yang sangat tinggi akan tetapi memiliki keuletan yang lebih rendah sehingga baja karbon ini menjadi lebih getas. Baja karbon tinggi ini sulit diberi perlakuan panas untuk meningkatkan sifat kekerasannya, hal ini dikarenakan baja karbon tinggi memiliki jumlah martensit yang cukup tinggi sehingga tidak akan memberikan hasil yang optimal pada saat dilakukan proses pengerasan permukaan. Dalam pengaplikasiannya baja karbon tinggi banyak digunakan dalam pembuatan alat-alat perkakas seperti palu, gergaji, pembuatan kikir, pisau cukur, dan sebagainya

4.2.6.17 Diagram Fasa Fe-C

Diagram fasa adalah diagram yang menampilkan hubungan antara temperatur dengan kadar karbon, dimana terjadi perubahan fasa selama proses pendinginan dan pemanasan. Diagram fasa Fe-C merupakan diagram yang menjadi parameter untuk mengetahui segala jenis fasa yang terjadi didalam baja, serta untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang terjadi di dalam baja paduan dengan berbagai jenis perlakuan.



Gambar 4.83 Diagram Fasa Fe-C
(Sumber : Calister, 2007)

Berdasarkan gambar diagram fasa Fe-C dapat terlihat bahwa pada temperatur 727 °C terjadi transformasi fasa austenite menjadi fasa perlit. Transformasi fasa ini dikenal sebagai reaksi eutektoid, dimana fase ini merupakan fase dasar dari proses perlakuan panas pada baja. Kemudian pada temperatur 912 °C hingga 1394 °C merupakan daerah besi gamma (γ -

Fe) atau austenite, pada kondisi ini biasanya austenite memiliki struktur kristal FCC (Face Centered Cubic) bersifat stabil, lunak, ulet, dan mudah dibentuk. Besi gamma ini dapat melarutkan unsur karbon maksimum hingga mencapai 2,14% C pada temperatur 1147 °C. Untuk temperatur dibawah 727 °C besi murni berada pada fase ferit (α -Fe) dengan struktur kristal BCC (Body Centered Cubic), besi murni BCC mampu melarutkan karbon maksimumsekitar 0,02% C pada temperatur 727 °C.

Sedangkan besi delta (δ -Fe) terbentuk dari besi gamma yang mengalami perubahan struktur dari FCC ke struktur BCC akibat peningkatan temperatur dari temperatur 1394 °C sampai 1538 °C, pada fase ini besi delta hanya mampu menyerap karbon sebesar 0,05%C

4.2.6.18 Penomoran Baja Karbon dan Baja Paduan Menurut SAE-AISI

Dua digit pertama menunjukkan jenis baja seperti baja karbon, baja manganese, baja nickel, dll.Pada material SAE-AISI 1020, dua digit pertama menunjukkan angka 10.Sesuai tabel material sistem SAE-AISI, angka 10 berarti baja karbon. Dua digit di belakang menunjukkan kandungan karbon dalam peratus persen atau seperseratus persen.Pada contoh dua digit di belakang menunjukkan angka 20. Oleh karena itu kandungan karbon yang ditambahkan sebesar 20/100% atau 0,20% (aktualnya 0,17-0,23% karbon). Jadi dapat disimpulkan bahwa material SAE-AISI 1020 merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,20%.

Contoh lain:

1. Material SAE-AISI 1040 merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,40%.
2. Material SAE-AISI 1095 merupakan baja karbon dengan kandungan karbon 0,95%.
3. Material SAE-AISI 1340 merupakan baja manganese dengan kandungan karbon 0,40%
4. Pada contoh lain yang ketiga, ditunjukkan bahwa material SAE-AISI 1340 merupakan baja manganese dengan kandungan karbon 0,40%. Dua digit pertama menunjukkan angka 13, di mana itu merupakan penomoran untuk baja manganese dengan kandungan manganese 1,75%. Agar dapat mengetahui makna dari angka pada dua digit pertama, anda membutuhkan tabel material sistem SAE-AISI.

Contoh tambahan:

1. Material SAE-AISI 2320 merupakan baja nickel dengan kandungan karbon 0,20%.
2. Material SAE-AISI 4140 merupakan baja chromium molybdenum dengan kandungan karbon 0,40%.

Tabel 4.1 Kandungan unsur pada AISI 1020

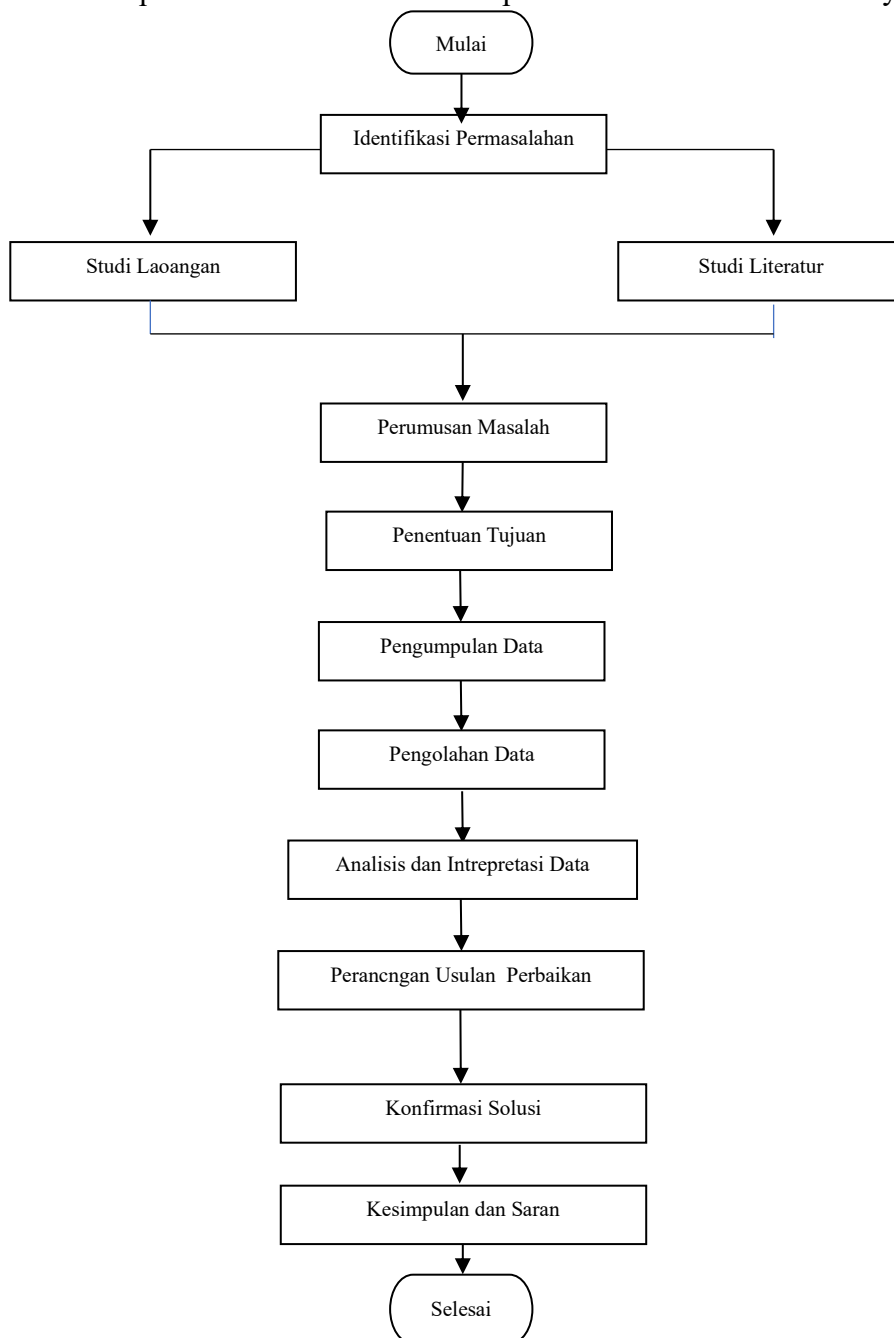
Unsur	Jumlah Persentase (%)
<i>Karbon, C</i>	0,17 - 0,230%
<i>Iron, F</i>	99,08 - 99,53%
<i>Mangnese, M</i>	0,30 - 0,60%
<i>Phosphorus, P</i>	≤ 0,040%
<i>Sulfur, S</i>	≤ 0,05%

4.2.7 Metodologi Penelitian Studi Kasus

Program magang industri yang ditempuh mencetak mahasiswa yang berpikir secara sistematis dan lebih dapat menyederhanakan teori dasar yang sudah didapatkan pada saat perkuliahan di kampus, selain itu juga berusaha menerapkan ilmu dari mata kuliah yang telah kami dapatkan Ketika berada dalam perkuliahan, Beberapa diantaranya K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja), Statika, CAD, Mekanika kekuatan material, Pesawat pengangkat, Manajemen Operasional dan beberapa mata kuliah yang saling terkolerasi.

4.2.7.1 Flowchart Penyelesaian dari Studi Kasus

Berikut merupakan Flowchart dari penelitian Studi Kasus yang digunakan



Gambar 4.84 Flowchart Penyelesaian Studi Kasus

4.2.7.2 Survei Lapangan dan Studi Literatur

Survei lapangan yang digunakan saat magang di PT. Komatsu Remanufacturing Asia yaitu berbentuk observasi dan mengidentifikasi permasalahan yang kemudian dilakukan analisis terkait permasalahan tersebut dengan menentukan topik pembahasan tugas. Setelah dilakukan survei lapangan, selanjutnya adalah pemberian materi oleh mentor dan pembimbing lapangan terkait metode pengambilan data pada proses *Engine Assembly* yang berfokus pada *Lead Time Produksi* dan telah kembali melalui studi literatur terkait dengan hasil survei lapangan yang telah dilakukan dan kemudian dikemas menjadi suatu analisis untuk meminimalisasi *Lead Time Produksi* pada proses *Engine Assembly* dan juga memberikan alternatif solusi untuk meminimalisasinya *Lead Time* proses *Engine Assembly*.

4.2.7.3 Pengambilan Data Pada Lapangan

Tahapan pengambilan data untuk memenuhi parameter analisis melalui simulasi dapat dipaparkan melalui beberapa urutan berikut ini:

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal dalam melakukan penelitian adalah melakukan identifikasi permasalahan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada objek amatan penelitian. Identifikasi masalah dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung pada kondisi perusahaan amatan, melakukan brainstorming terhadap permasalahan yang ada sesuai dengan kondisi perusahaan amatan, Dalam hal ini, menemukan adanya *permasalahan* yang terjadi pada proses produksi *Engine Assembly* yang dapat menyebabkan bertambahnya waktu produksi pada proses *Engine Assembly*.

Dalam mengidentifikasi permasalahan, dilakukan studi lapangan dan studi literatur untuk menentukan permasalahan yang akan diselesaikan serta metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan untuk mengetahui kondisi permasalahan dalam perusahaan dalam saat memproduksi *Engine Assembly* dan data yang diperlukan untuk mendukung penyelesaian masalah yang terjadi pada objek yang diamati. Informasi terkait hal tersebut diperoleh melalui pengamatan, wawancara dan pengambilan data secara langsung.

3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi terkait dengan permasalahan yang diperoleh selama melakukan studi lapangan dan penentuan solusi terbaik dalam memecahkan masalah tersebut. Studi literatur dalam penelitian diperoleh dari berbagai sumber meliputi Jurnal dan materi perkuliahan yang berkaitan dengan permasalahan yang terjadi pada objek yang diamati.

4.2.7.4 Pengambilan dan Pengolahan Data Aktual

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data terkait dengan proses yang ada di perusahaan. Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang akan digunakan sebagai hasil terhadap pengolahan data dan tahap perbaikan. Data yang diambil pada tahap ini berupa data primer maupun data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil

secara langsung dengan melakukan pengambilan data waktu dan peristiwa pada saat proses perpindahan *Cylinder Block Engine* ke proses selanjutnya. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh dari hasil laporan Perusahaan.

Data primer yang digunakan adalah :

1. Alat yang digunakan, Waktu perpindahan *Cylinder Block Engine* dengan menggunakan *Overhead Crane* dan proses-proses yang dilakukan.
2. Waktu Proses Perpindahan *engine* dengan *Overhead Crane*.

Berdasarkan identifikasi permasalahan dengan studi lapangan dan studi literatur yang telah dilakukan, maka dilakukan perumusan masalah dalam penelitian laporan magang. Rumusan masalah yang digunakan adalah bagaimana mengurangi waktu proses aktivitas support pemindahan *Cylinder Block Engine* pada proses selanjutnya yang berada dalam proses *Engine Assembly*.

Data Sekunder yang digunakan adalah :

1. Waktu Proses Produksi

4.2.7.5 Tahap Analisis dan Interpretasi

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan sebelumnya. Analisis tersebut meliputi analisis terhadap hasil *Lead Time* penggunaan *Overhead Crane* pada proses *Engine Assembly* dan analisis akar penyebab *Lead Time* penggunaan *Overhead Crane* dengan menggunakan metode *5 Why's*

4.2.7.6 Tahap Perancangan Usulan Perbaikan

Tahap perancangan usulan Tahap perancangan usulan perbaikan menjelaskan *improvement* atau rekomendasi perbaikan dari hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Proses tindakan perbaikan dari solusi yang diberikan adalah dengan menyiapkan data pendukung untuk dapat dilakukan proses selanjutnya. Data yang dibutuhkan untuk melakukan proses perbaikan adalah dimensi mesin yang diinginkan, kebutuhan komponen, material yang tersedia.

4.2.7.7 Tahap Konfirmasi Solusi

Konfirmasi solusi bertujuan untuk mempresentasikan *improvement* yang diberikan berdasarkan pertimbangan analisis permasalahan yang ada dan kebutuhan lapangan. Proses konfirmasi solusi yang dilakukan pada proses dimulai dengan mempresentasikan *improvement* yang ingin diberikan untuk mengurangi *lead Time* proses produksi dan meningkatkan capaian produksi di departemen *engine assembly*.

4.2.7.8 Tahap Kesimpulan dan Saran

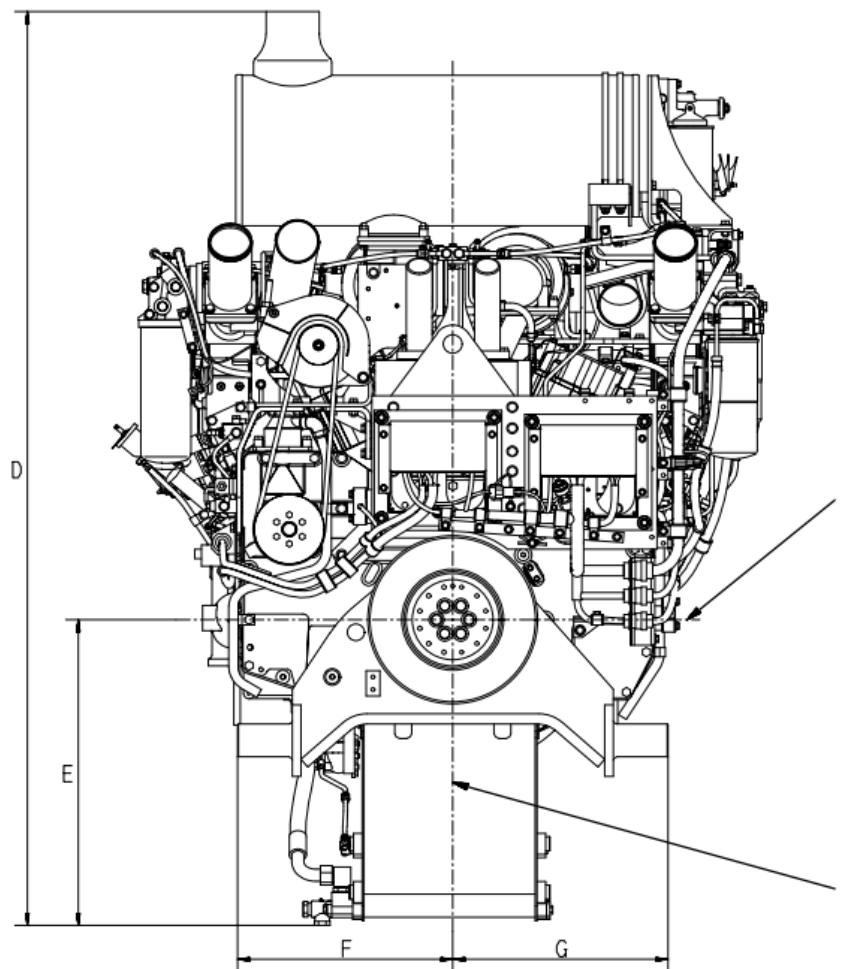
Pada tahap ini dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian Tugas Akhir yang dapat menjawab tujuan penelitian. Sedangkan saran dilakukan agar dapat memperbaiki penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

4.2.8 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai *engine* serta proses untuk memproduksi *engine*. Dalam hal ini, data-data yang diperlukan adalah alur proses produksi *engine*, waktu produksi, identifikasi waste menggunakan waste assessment model dan identifikasi aktivitas dengan process activity mapping.

4.2.8.1 Komponen engine

Saat proses produksi engine assembly PT KRA memproduksi berbagai jenis tipe engine komatsu yaitu *engine* 12V140, *engine* 6D140 dan *engine* 6D170



Gambar 4.85 Engine

(Sumber: shop manual engine SAA12V140E-3)

1. *Cylinder head cover*

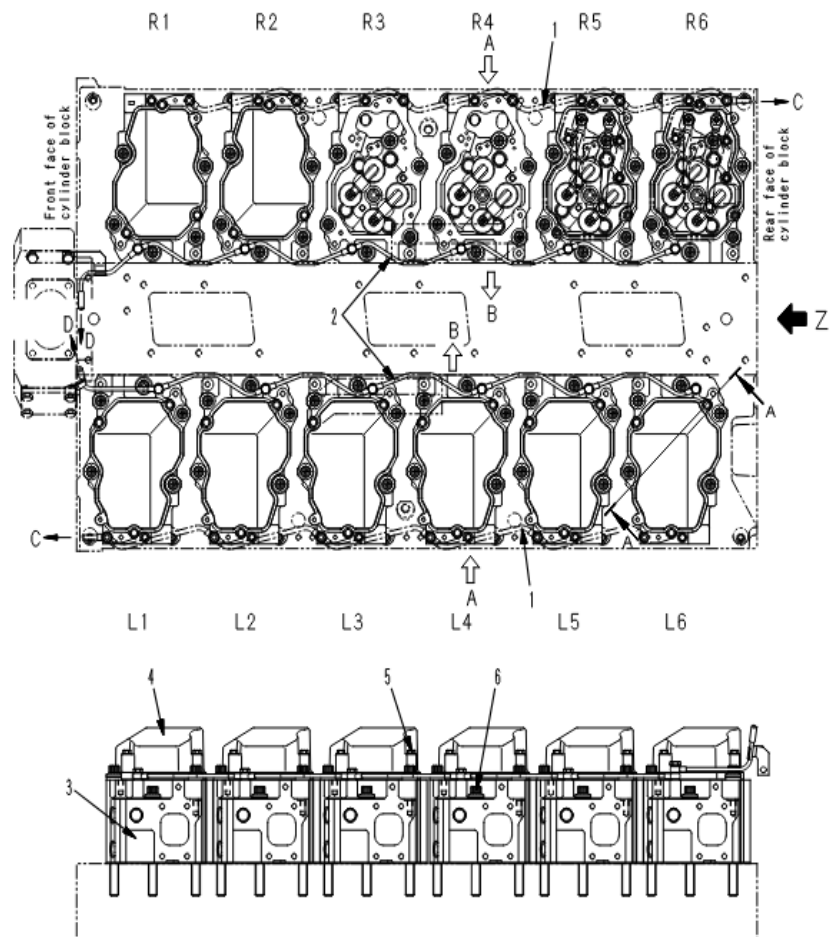
Cylinder head cover salah satu komponen mesin yang terletak pada bagian atas *cylinder head* dan di baut dengan *cylinder head*. Cover ini berperan untuk melindungi komponen atas dari *cylinder head* seperti katup yang bergerak pada saat mesin dinyalakan. *Cylinder head cover* biasanya terbuat dari besi paduan dan aluminium.

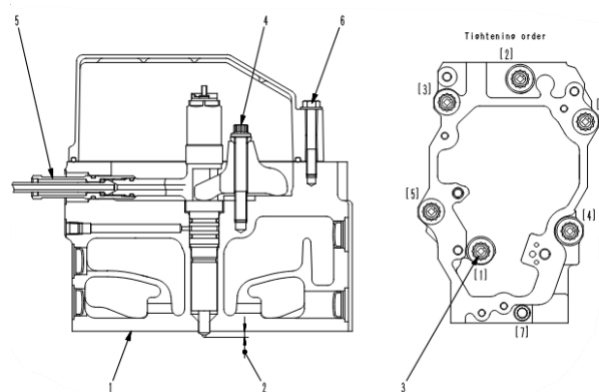
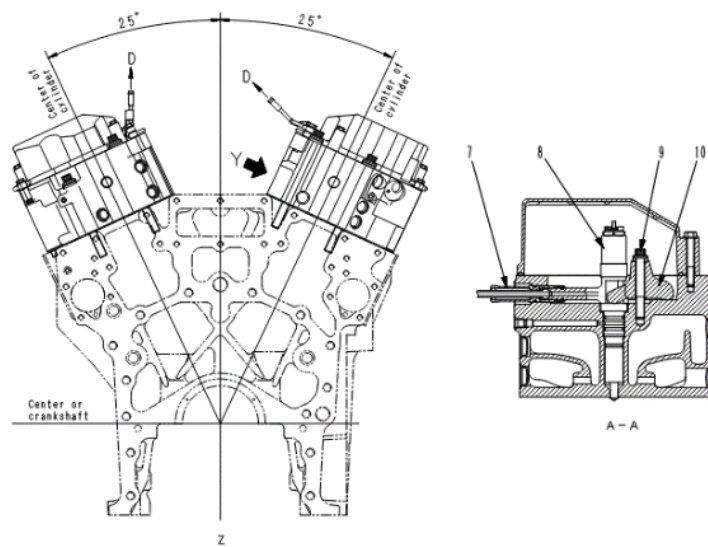
2. *Cylinder head*

Kepala silinder dipasang pada permukaan *cylinder block* dan berfungsi sebagai ruang bakar utama. Pada *kepala silinder* dipasang *nozlel* untuk menginjeksi bahan bakar, *intake manifold* untuk memasukkan udara yang diperlukan dalam pembakaran, *exshaust manifold* untuk membuang gas pembakaran ke udara luar, sistem klep untuk mengatur penghisapan /pembuangan. Fungsi dari *cylinder head* antara lain;

- a. Menahan tekanan pembakaran dan konsentrasi panas
- b. Mencegah kebocoran tekanan pembakaran secara keseluruhan.
- c. Tempat pemasangan saluran masuk dan saluran buang
- d. Untuk menempatkan mekanisme katup

Pada Gambar 4.86 adalah contoh komponen-komponen yang ada dibagian *cylinder head* pada *engine SAA12V140E-3*





A: Air intake
B: Exhaust gas

C: To fuel tank
D: To radiator

1. Spill pipe
2. Air bleeding pipe
3. Cylinder head
4. Head cover
5. Head cover bolt

6. Cylinder head bolt
7. Injector connector
8. Injector assembly
9. Injector holder mounting bolt
10. Injector holder retainer

Gambar 4.86 Bagian – Bagian *cylinder head*
(Sumber : shop manual engine SAA12V140E-3)

3. Piston

Piston selalu beregerak bolak-balik didalam *Cylinder liner* yang dihubungkan dengan *connecting rod*. *Piston* memutar *crankshaft* melalui *Connecting rod* dan selalu bersinggungan dengan tekanan dan temperature tinggi

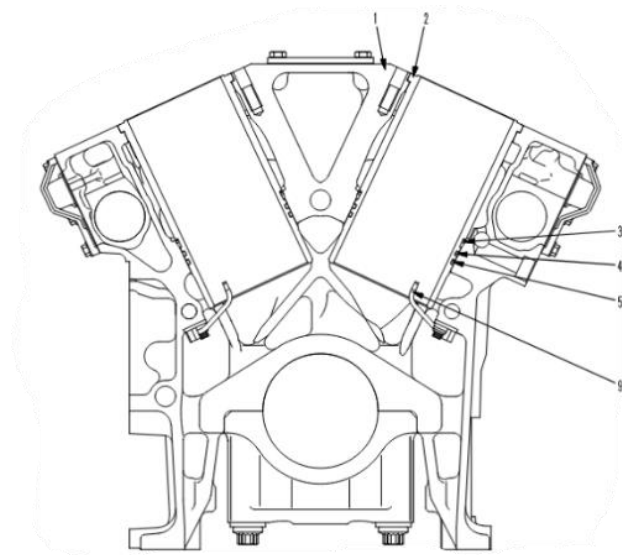
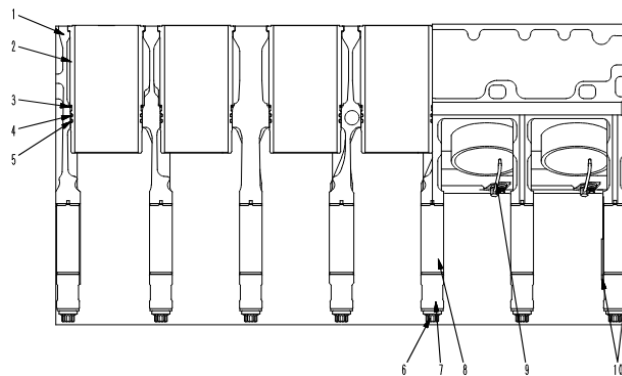
4. *Cylinder block*

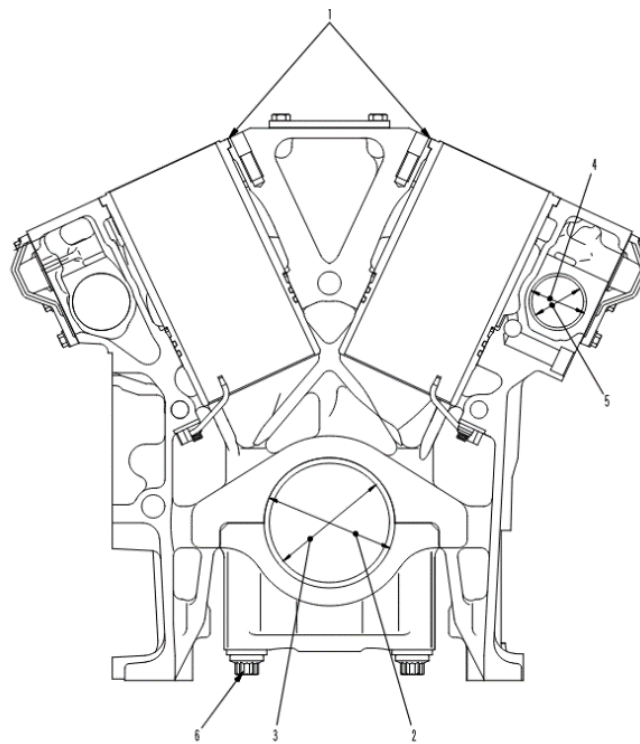
Cylinder block merupakan bagian utama dari motor bakar. Bagianbagian lain dari motor dipasangkan di dalam atau pada blok silinder, sehingga terbentuk susunan motor yang lengkap. Pada blok silinder ini terdapat lubang silinder yang berdinding halus, dimana piston bergerak bolak-balik. Silinder bersama-sama dengan kepala silinder

membentuk ruang bakar, yaitu tempat melaksanakan pembakaran bahan bakar. Fungsi blok silinder:

- a. Sebagaiudukan kepala silinder.
- b. Sebagaiudukan silinder liner.
- c. Sebagaiudukan mekanisme poros engkol.

Pada Gambar 4.87 adalah contoh komponen-komponen yang ada dibagian *cylinder block* pada *engine SAA12V140E-3*





1. Cylinder block
2. Cylinder liner
3. Clevis seal
4. O-ring
5. O-ring
6. Main bearing metal cap bolt
7. Main bearing metal cap
8. Main bearing metal
9. Piston cooling nozzle
10. Thrust bearing metal

Gambar 4.87 Bagian – bagian *cylinder block*
 (Sumber : *Shop Manual Engine SAA12V140E-3*)

5. *Crankshaft*

Crankshaft berfungsi untuk mengubah gerak bolak-balik piston menjadi gerak putar melalui *connecting rod*. *Connecting rod* terdiri dari *pin piston*, *jurnal bearing* dan lengan dari *connecting rod* itu sendiri yang ditempa dari baja karbon atau baja khusus.

6. *Oil pan*

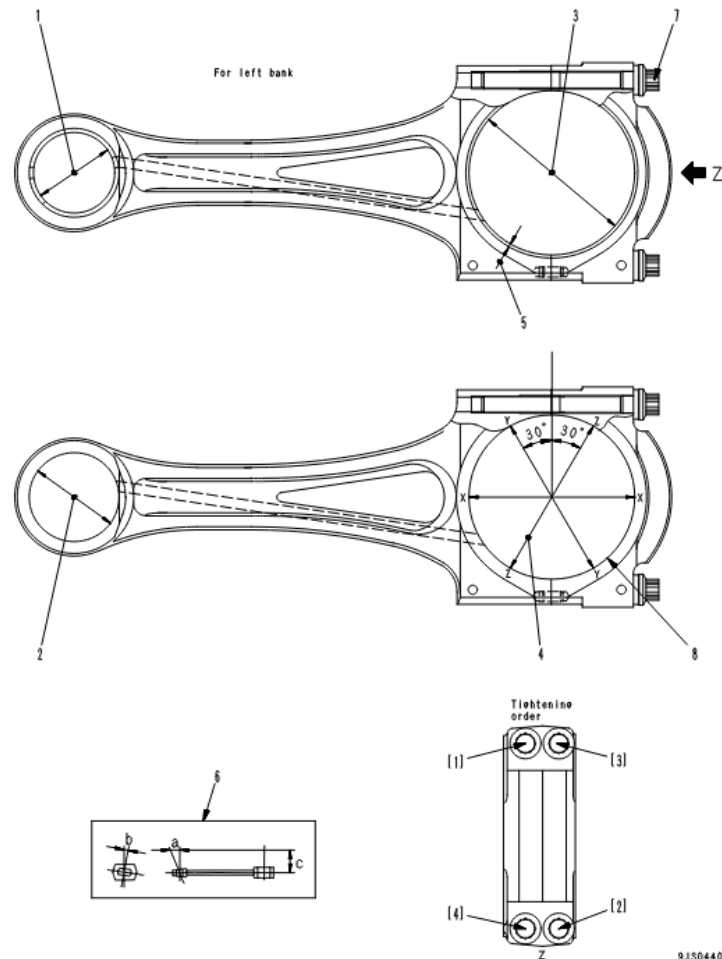
Oil pan atau yang sering disebut bak oli, *carter* oli atau panci oli adalah salah satu komponen pada mesin yang posisinya berada pada bagian bawah *cylinder block* pada mesin yang kemudian diberikan sil yang terbuat dari karet dan gasket pada bagian tepinya untuk mencegah kebocoran. Fungsi utama dari *oil pan* adalah untuk menampung oli mesin yang kemudian digunakan untuk melumasi seluruh komponen pada mesin. *Oil pan* umumnya terbuat dari plat baja atau terbuat dari bahan alumunium, pada *oil pan* juga

terdapat baut tap yang berfungsi untuk menguras oli yang berada di dalam *oil pan*. *Oil pan* juga harus dapat menjaga sirkulasi oli didalam mesin tetap terjaga, oli akan mengikuti sifatnya yaitu cairan yang relative mengalir kearah yang lebih rendah. Oleh karena itu pada *oil pan* terdapat sekat-sekat untuk mencegah mengalirnya oli pada saat unit berada pada jalanan menanjak ataupun menurun, dengan ini maka sirkulasi didalam mesin dapat terjaga dengan baik

7. *Connecting rod*

Connecting rod adalah salah satu komponen pada mesin yang berperan sebagai pengubah gerakan bolak-balik dari piston menjadi gerakan berputar pada *crankshaft*. Adapun fungsi utama dari *connecting rod* antara lain:

- Menghubungkan antara piston dengan crankshaft
- Mengubah gerakan bolak-balik piston menjadi gaya putar pada crankshaft
- Memindahkan gaya piston ke crankshaft dengan menjadikannya momen putar

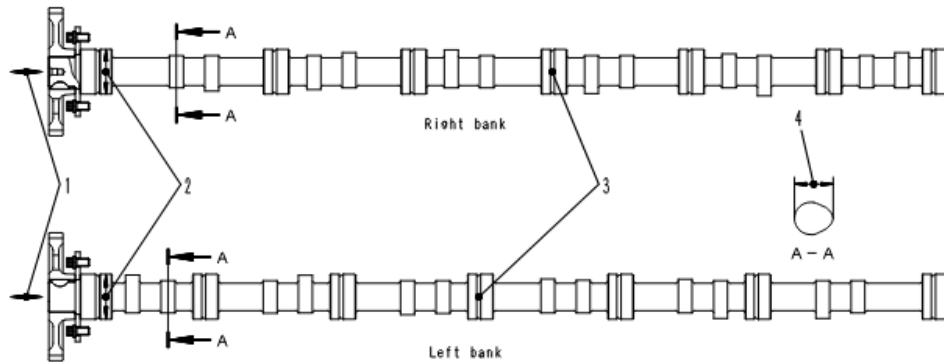


Gambar 4.88 *Connecting rod* dan *Rod cap*
(Sumber : *Shop Manual Engine SAA12V140E-3*)

8. *Camshaft*

Camshaft adalah sebuah poros yang memiliki beberapa nok yang menonjol dengan tonjolan nok yang berbeda-beda untuk katup hisap dan katup buangnya. Adanya tonjolan nok itulah yang dapat menekan katup hisap dan katup buang sehingga dapat membuka dan menutup saluran masuk dan buang pada ruang pembakaran. Seiring dengan putaran

camshaft dan arah tonjolan nok yang berbeda untuk setiap katup hisap dan buang, maka dorongan dari nok akan menekan katup hisap sehingga dapat membuka saluran masuk pada ruang bakar. Demikian juga nok yang selanjutnya akan mendorong katup buang untuk membuka saluran buang pada ruang bakar. Hal inilah yang menyebabkan katup dapat membuka dan menutup pada saat mesin menyala.



Gambar 4.89 *Camshaft*

(Sumber : *Shop Manual Engine SAA12V140E-3*)

4.2.8.2 Proses Pada Produksi Engine Assembly

Dalam memproduksi *engine assembly* terdapat beberapa proses yaitu :

1. Tahap proses *engine assembly*

Pada proses produksi *engine assembly* terdapat beberapa proses mulai dari tahap.

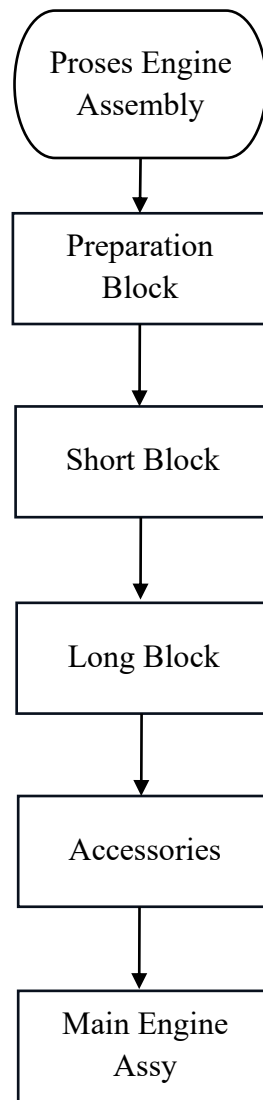
- a. Preparation Sparepart : Menyiapkan Part-part yang ingin di Install seperti membuka bungkus dari sparepart
- b. Assembly Part : Menginstal part agar menjadi engine
- c. Support : Penggunaan alat bantu seperti *jip crane* dan *overhead crane* yang digunakan untuk memindahkan *engine* pada sub proses selanjutnya serta digunakan untuk menginstal *crankshaft* dan *pan oil*

2. Sub proses pada produksi *engine assembly*

- a. Preparation
- b. Short Block
- c. Long Block
- d. Accessories
- e. Main Engine Assy

3. Proses Tahap Assembly


Berikut pada gambar 4. 90 yang berada dibawah merupakan flowchart dari proses tahapan produksi *engine assembly* yang ada pada PT Komatsu Remanufacturing Asia.






Gambar 4.90 Aliran Proses Produksi *Engine Assembly*

Berdasarkan Gambar 4. 91 terdapat 5 sub proses *engine assembly* dalam memproduksi *engine* secara keseluruhan.

Tabel 4.2 Sub Proses Pada Produksi *Engine Assembly*



Proses	Visualisai Proses	Aktivitas
<i>Preparation Block</i>		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan <i>Plug Engine Block</i> dan <i>Bushing</i> terhadap bagian <i>Cylinder Block</i>.</p>

		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas <i>Assembly</i> terhadap bagian-bagian <i>Piston</i>, Seperti <i>Head Piston</i>, <i>Coneccting Rod</i>, <i>Pin Piston</i>, <i>Ring Piston</i>, <i>Snap Ring</i>, <i>Rod Cap</i> dan <i>Metal Bearing</i>.</p>
		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan <i>O-ring</i> dan <i>Crevice Seal</i> pada terhadap bagian <i>Liner Piston</i>.</p>
<p><i>Short Block</i></p>		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Metal Bearing</i>, <i>Crankshaft</i>, <i>Main Caps</i> dan <i>Nozzle Assy</i> ke bagian <i>Cylinder Block</i> serta melakukan pengukuran <i>End Play</i> terhadap <i>Crankshaft</i></p>

		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Liner Piston</i> dan <i>Piston</i> pada <i>Cylinder Block</i></p>
		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan Terhadap <i>Oil Pump</i>, <i>Pan Oil</i> Pada <i>Cylinder Block</i>.</p>
<p><i>Long Block</i></p>		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Camshaft</i>, <i>Camfollower</i>, <i>Plate</i> dan <i>Camfollower Cover</i> pada <i>Cylinder Block</i> yang sudah terpasang <i>Piston</i> dan <i>Crankshaft</i></p>

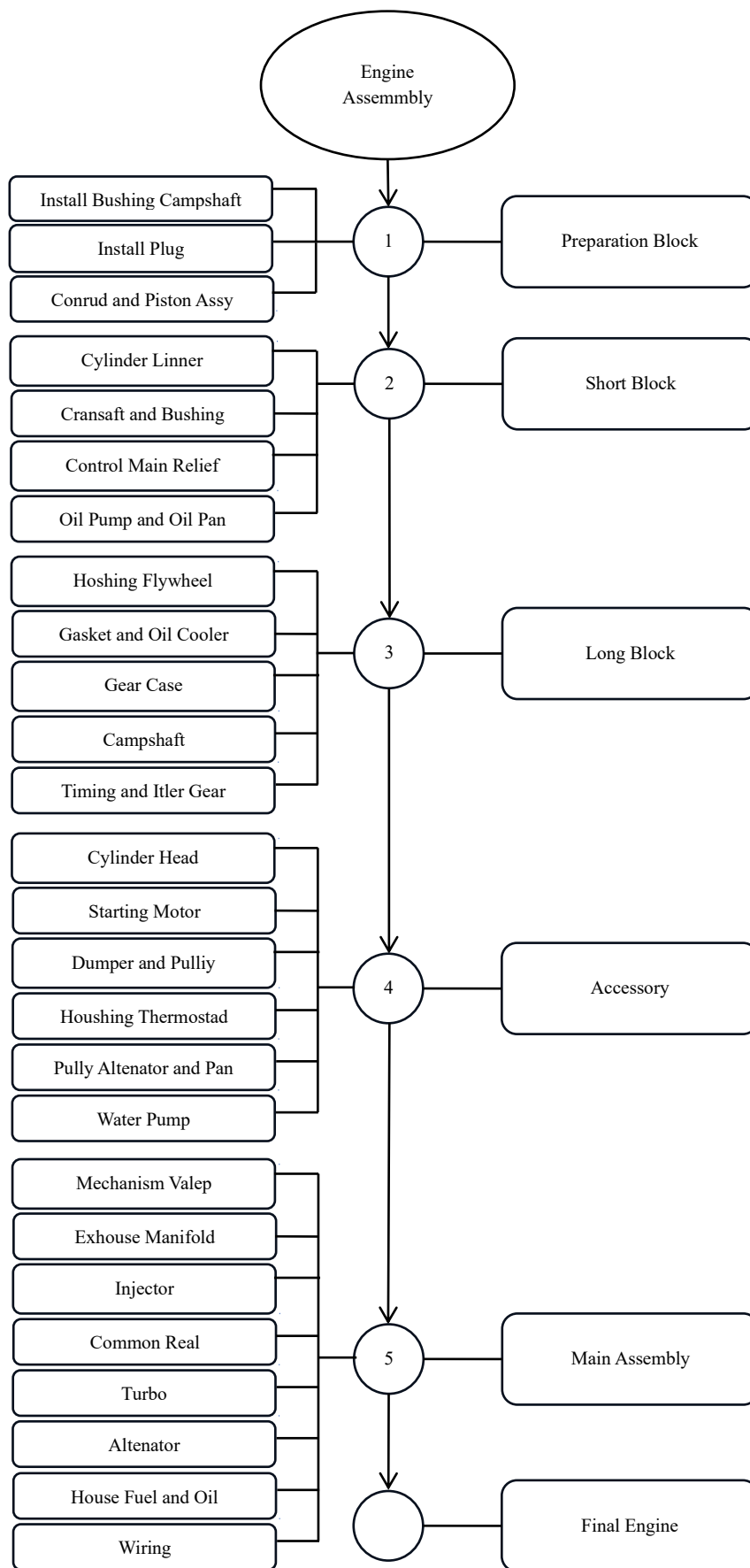
		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Oil Cooler</i> , <i>Fuel Injector Pump</i>, <i>Water Pump</i> pada <i>Cylinder Block</i> yang sudah terpasang <i>Piston</i> dan <i>Crankshaft</i></p>
		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Housing Flywheel</i>, <i>Front Cover</i>, <i>Gear Case</i>, <i>Timing Gear</i>, <i>Idler Gear</i>, <i>Flywheel</i>, dan <i>Bracket Rear</i> pada <i>Cylinder Block</i> serta melakukan pengukuran <i>End Play</i> dan <i>Backlash</i> pada <i>Timing Gear</i> dan <i>Camshaft</i></p>
<p>Accessories</p>		<p>Pada Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Cylinder Head</i> pada <i>Cylinder Block</i></p>

		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Thermostat</i> dan <i>Thermostat Houshing</i>, <i>Starting Motor</i> pada <i>Cylinder Block</i></p>
		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas Penginstalan terhadap <i>Damper</i>; <i>Tension Pulley</i>; <i>Pulley Hardening</i>; <i>Fan Pulley</i>; <i>Crank Pulley</i> dan <i>Suport Front</i> pada <i>Cylinder Block</i></p>
<p><i>Main Engine Assy</i></p>		<p>Pada Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya Proses <i>Ajust Valve Clereance</i>, <i>Ajust Cross Head</i></p>

		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya Proses Mengassembly <i>Cross Heads, Rockers Arm, Nozzle Holder, Fuel Injection Pump, Intake Manifold, Air Cleaner Mounting</i> terhadap Engine</p>
		<p>Pada proses ini melakukan aktivitas salah satunya Proses Mengassembly <i>Exhaust Manifold, Turbo, Fuel Injection Tube, Gauge Oil level gauge & Oil Filter, Air Compresor, Alternator, Sensor</i>.</p>

4. *Assembly Chart*

Berikut pada gambar 4.91 yang berada dibawah merupakan *Assembly Chart* Produksi Engine Assembly PT Komatsu Remanufacturing Asia.



Gambar 4.91 Assembly Chart Produksi Engine Assembly PT KRA

Dibawah ini merupakan hasil pengukuran waktu proses aktivitas *assembly engine* yang diambil dari data perusahaan yang ada di PT Komatsu Remanufacturing Asia. Untuk data proses tahap *engine assembly* dapat dilihat pada tabel 4.3

Sehingga, berdasarkan aliran proses produksi *engine assembly* Gambar 4.90 dan 4.91 maka waktu yang diperlukan untuk memproduksi *engine assembly* dalam 1 proses *assembly* pada *engine* terdiri dari 5 sub proses dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini :

Tabel 4.3 Waktu Total Pada Proses Engine Assembly

Proses	Waktu (Jam)	Unit Model
Preparation Block	1.5	HD785-7
Short Block	8.5	HD785-7
Long Block	8.54	HD785-7
Accessories & Cyl Head	10	HD785-7
Main Engine Assy	38.81	HD785-7

Pengambilan data Tabel 4.3 diambil dari data sekunder perusahaan dimana pada proses *engine assembly* memiliki waktu produksi yang sangat lama. Berdasarkan Tabel 4.3 diatas dijelaskan bahwa untuk waktu total terbesar berada pada proses *main assembly* yaitu sebesar *38.81 Jam*.

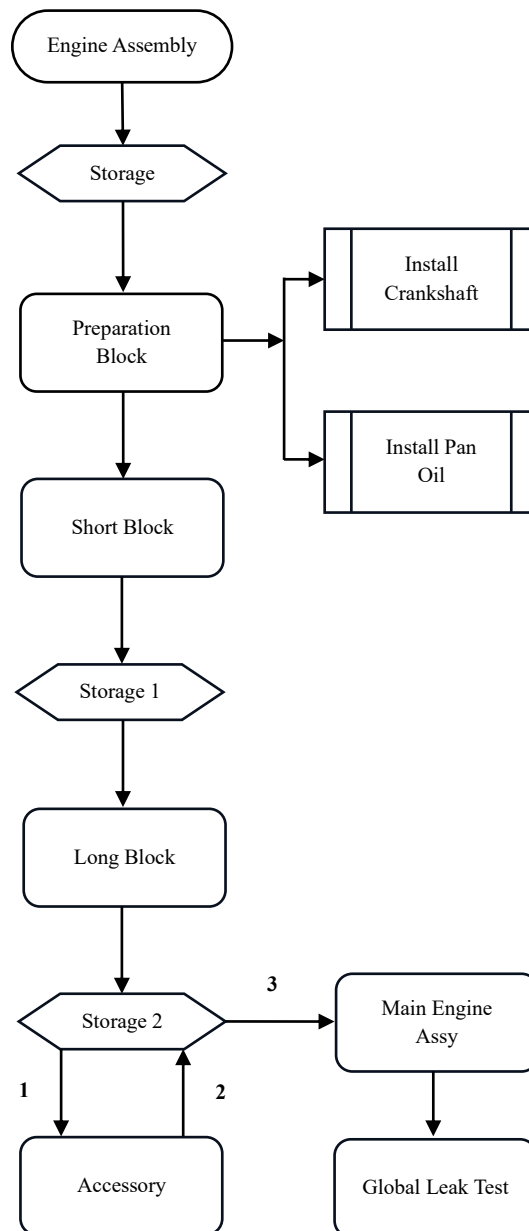
1. Proses Tahap Support Engine Assembly

Pada proses tahap ini akan dijelaskan proses tahap support yaitu proses pemindahan *engine* dari storage ke sub awal proses hingga akhir sub proses *engine assembly*.



Gambar 4.92 Pemindahan Engine Dengan Overhead Crane
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2024)

Terdapat Gambar 4.93 yang merupakan aliran mobilisasi saat memindahkan engine menggunakan *Overhead Crane*.



Gambar 4. 93 Aliraaan Mobilisasi Penggunaan Overhead Crane

Pada tahap support yang ada di proses engine assembly yaitu menggunakan *overhead crane* dimana *engine* masih dalam kondisi *block* dipindahkan dari *storage* ke sub proses awal hingga sub proses akhir dengan bantuan menggunakan *overhead crane* yang dimana memerlukan waktu dan proses proses yang harus dilakukan.

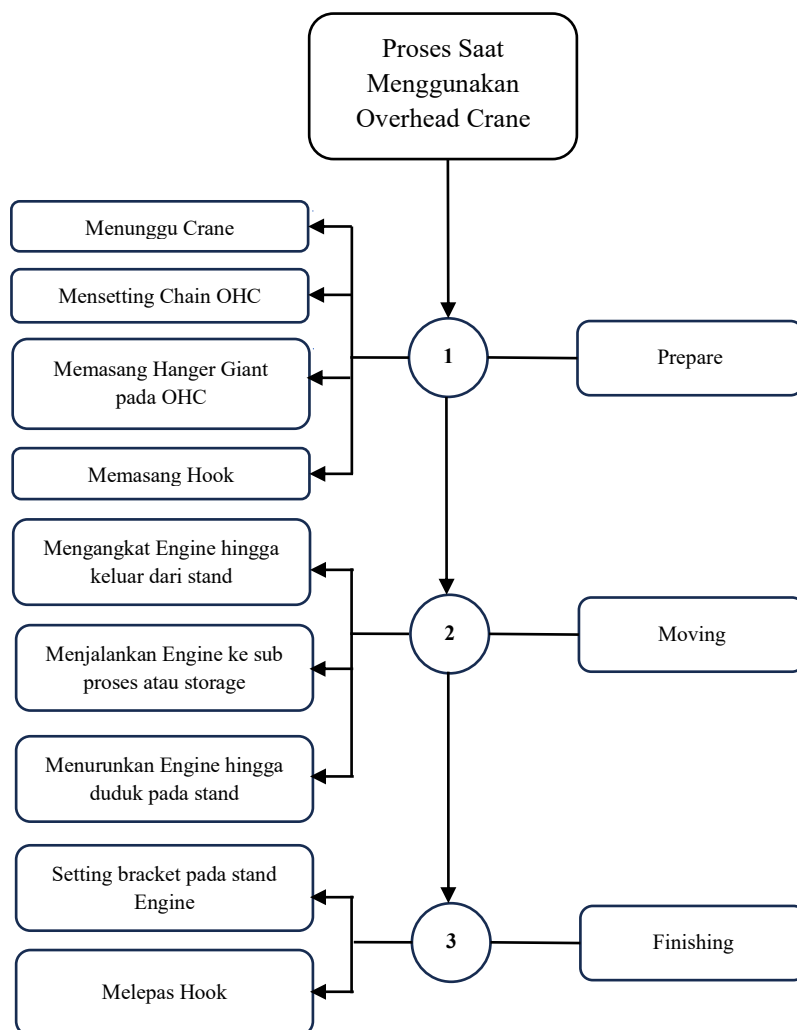
Dibawah ini merupakan hasil pengukuran waktu proses aktivitas tahap support *engine assembly* yang diambil secara langsung dengan cara merekam aktivitas dengan menggunakan kamera yang dilakukan oleh pengamat..Untuk data proses tahap aktivitas support *engine assembly* dapat dilihat pada tabel 4.4 – 4.13 .Sehingga, berdasarkan aliran proses support *engine assembly* Gambar 4.93 , maka waktu yang diperlukan untuk

memindahkan *engine assembly* dalam 1 proses *assembly* pada *engine* terdiri dari 5 sub proses dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini :

Tabel 4.4 Waktu Total Memindahkan Engine Dengan Overhead Crane

Proses	Waktu (Detik)
Preparation Block	259
Short Block	718
Long Block	570
Accessories & Cyl Head	1080
Main Engine Assy	1806
Total	4433

Pengambilan data Tabel 4.4 diambil dari data secara langsung pengamatan dengan menggunakan alat bantu kamera perusahaan dengan cara merekam aktivitas saat proses memindahkan *engine assembly*. Berdasarkan Tabel 4.4 diatas dijelaskan bahwa untuk waktu total terbesar pada saat aktivitas support berada pada proses *main assembly* yaitu sebesar 4433 detik atau 1.13 jam.

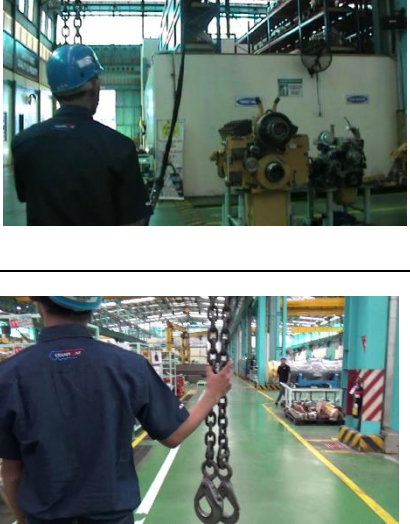







Gambar 4. 95 Aliran Proses Support Saat Menggunakan *Overhead Crane*





2. Proses Tahap Support Engine Assembly



Pada proses tahap ini akan dijelaskan proses tahap support yaitu proses pemindahan *engine* dari storage ke sub awal proses hingga akhir sub proses *engine assembly* yang dimana akan dibagi lagi menjadi 3 proses yaitu proses prepare, proses moving, proses finishing. Berikut ini akan dijelaskan pada tabel 4.5 yang merupakan aktivitas yang dilakukan saat proses pemindahan engine dengan menggunakan *Overhead Crane*

Tabel 4. 5 Aktivitas Yang Dilakukan Saat Proses Pemindahan *Engine* Dengan Menggunakan *Overhead Crane*

Aktivitas Proses	Keterangan	Visualisasi
<i>Menunggu Overhead Crane</i>	<p>Pada aktivitas ini yaitu menunggu <i>overhead crane</i> dimana <i>overhead crane</i> bergerak menuju area sub proses atau storage. yang sebelumnya posisi <i>overhead crane</i> berada pada area parkir <i>overhead crane</i> serta dengan pengambilan waktu pada aktivitas ini terhitung dari area parkir <i>overhead crane</i> hingga <i>overhead crane</i> bergerak menuju pada area sub proses dan storage</p>	
<i>Setting Chain Overhead Crane</i>	<p>Pada aktivitas ini mensetting bagian <i>overhead crane</i> yaitu chain <i>overhead crane</i> dimana aktivitas ini diperlukan untuk mengatur titik keseimbangan pada saat proses memuat beban. Serta dengan pengambilan waktu aktivitas ini terhitung pada saat operator memulai <i>setting chain</i> hingga sampai dengan setingan yang tepat.</p>	

		
<p><i>Install Hanger Giant pada Overhead Crane</i></p>	<p>Pada aktivitas ini yaitu memasang <i>hanger giant</i> diperlukan pada saat digunakan untuk mengangkat tipe <i>engine</i> tertentu. Serta dengan pengambilan waktu aktivitas ini terhitung pada saat operator memulai proses <i>install</i> pada hook <i>overhead crane</i> sampai dengan proses penginstallan selesai.</p>	
<p><i>Install Hook</i></p>	<p>Pada aktivitas ini yaitu memasang hook pada engine dengan mengaitkan hook ke bagian hanger yang menempel pada engine. Serta pengambilan waktu aktivitas ini terhitung setelah operator melakukan seting chain overhead crane hingga terpasangnya hook ke hanger yang terkait pada engine.</p>	 
<p><i>Mengangkat Engine</i></p>	<p>Pada aktivitas ini yaitu mengangkat <i>engine</i> dimana <i>overhead crane</i> mengangkat <i>engine</i> sampai terlepas dari <i>stand</i> yang terkait. Serta pengambilan waktu aktivitas ini terhitung saat <i>engine</i> masih terduduk pada <i>stand</i> hingga <i>engine</i> terangkat keluar dari stand atau dalam posisi bebas dari stand.</p>	 

<p><i>Menjalankan Engine</i></p>	<p>Pada aktivitas ini yaitu menjalankan <i>engine</i> dimana <i>overhead crane</i> menjalankan atau menggerakkan <i>engine</i> dari area sub prose atau storage menuju area sub proses selanjutnya atau storage selanjutnya. Serta pengambilan waktu aktivitas ini terhitung saat <i>engine</i> dalam posisi bebas terangkat setelah melewati aktivitas sebelumnya hingga <i>engine</i> berjalan atau bergerak sampai ke area sub proses selanjutnya masih terduduk pada <i>stand</i> hingga <i>engine</i> terangkat keluar dari stand atau dalam keadaan posisi bebas dari stand.</p>	
<p><i>Mendudukan Engine pada Stand</i></p>	<p>Pada aktivitas ini yaitu menepatkan <i>engine</i> terhadap <i>stand</i> dengan sampai terduduk pada <i>stand engine</i>. Serta pengambilan waktu aktivitas ini terhitung saat <i>engine</i> pada kondisi sudah ada pada area sub proses dengan posisi masi tergantung pada <i>overhead crane</i> sampai benar benar terduduk pada <i>stand engine</i>.</p>	 
<p><i>Setting Braket pada Stand</i></p>	<p>Pada aktivitas ini yaitu mensetting braket <i>engine stand</i> yang dimana adanya perbedaan pada dimensi tipe <i>engine</i> sehingga harus menyesuaikan pada <i>engine</i> yang ingin diletakkan. Serta pengambilan waktu aktivitas ini terhitung saat mekanik melakukan penyetingan pada <i>braket stand</i> hingga dengan ukuran yang tepat menyesuaikan <i>engine</i>.</p>	

		
<p><i>Melepas Hook</i></p>	<p>Pada aktivitas ini yaitu melepas <i>hook</i> dimana operator melakukan pelepasan pada <i>hook</i> yang sebelumnya terkait pada <i>hanger</i> yang ada pada <i>engine</i> hingga terlepas. Serta pengambilan waktu aktivitas ini terhitung saat <i>hook</i> masih menempel pada <i>hanger engine</i> lalu hingga sampai operator melepas <i>hook</i> tersebut</p>	

Tabel 4.6 Rata-rata Waktu Aktivitas Menggunakan Overhead Crane

No.	Aktivitas	Waktu (Detik)
1.	Menunggu Overhead Crane	Next Tabel
2.	Setting Chain Overhead Crane	64
3.	Install Hanger Giant pada Overhead Crane	69
4.	Install Hook	53
5.	Mengangkat Engine	61
6.	Menjalankan Engine	Next Tabel
7.	Mendudukan Engine pada Stand	95
8.	Setting Braket pada Stand	116
9.	Melepas Hook	15

Pada tabel 4.6 merupakan rata – rata waktu aktivitas pada saat menggunakan overhead crane untuk memindahkan engine menuju sub proses selanjutnya. Pada tabel 4.6 terdapat kolom yang berisikan “*Next Tabel*” yang artinya hasil dari waktu tersebut akan dijelaskan dan disajikan hasil waktu pada tabel 4.7 dikarenakan adanya perbedaan waktu dan jarak pada aktivitas proses tersebut. Berikut ini Tabel 4.7

Tabel 4.7 Rata-rata Waktu Menunggu Overhead Crane

Proses	Waktu (Detik)
Preparation Block	56
Short Block	45
Long Block	50
Accessories & Cyl Head	57
Main Engine Assy	Next Tabel

Pada tabel 4.7 merupakan waktu rata – rata untuk menunggu *overhead crane*. Pada tabel 4.7 terdapat kolom yang berisikan ”*Next Tabel*” yang artinya hasil dari waktu tersebut akan dijelaskan pada tabel 4.8 dan 4.9 berikutnya dikarenakan pada proses *main engine assembly* terdapat area line assembly 1 sampai 13. Bila pengambilan dilakukan hanya satu variabel maka waktu yang diambil akan menjadi tidak seragam hal ini juga dipengaruhi oleh jarak yang berbeda. Maka dari itu pada tabel 4.8 dan 4.9 selanjutnya akan memberikan kategori jarak pada proses *main engine assembly*. Namun pada proses aktivitas support terdapat proses *in* dan *out* pada saat memindahkan engine ke sub proses engine assembly. Berikut ini Tabel 4.8 dan Tabel 4.9

Tabel 4.8 Waktu Menunggu Overhead Crane Saat *In* Pada Main Engine Assy

Kategori	Waktu (Detik)	Area Line
Jarak Dekat	65	9 - 13
Jarak sedang	65	5 - 9
Jarak Jauh	65	1 - 4

Tabel 4.9 Waktu Menunggu Overhead Crane Saat *Out* Pada Main Engine Assy

Kategori	Waktu (Detik)	Area Line
Jarak Dekat	102	9 - 13
Jarak sedang	126	5 - 9
Jarak Jauh	259	1 - 4

Pada tabel 4.6 merupakan rata – rata waktu aktivitas pada saat menggunakan overhead crane untuk memindahkan engine menuju sub proses selanjutnya. Pada tabel 4.6 terdapat kolom yang berisikan “*Next Tabel*” yang artinya hasil dari waktu tersebut akan dijelaskan dan disajikan hasil waktu pada tabel 4.10 dikarenakan adanya perbedaan waktu dan jarak pada aktivitas proses tersebut. Berikut ini Tabel 4.10

Tabel 4.10 Rata rata Waktu Menjalakan Engine

Proses	Waktu (Detik)
Preparation Block	58
Short Block	63
Long Block	70
Accessories & Cyl Head	107
Main Engine Assy	Next Tabel

Pada tabel 4.7 merupakan waktu rata – rata untuk menunggu *overhead crane*. Pada tabel 4.7 terdapat kolom yang berisikan ”*Next Tabel*” yang artinya hasil dari waktu tersebut akan dijelaskan pada tabel 4.11 dan 4.12 berikutnya dikarenakan pada proses *main engine assembly* terdapat area line assembly 1 sampai 13. Bila pengambilan dilakukan hanya satu variabel maka waktu yang diambil akan menjadi tidak seragam hal ini juga dipengaruhi oleh jarak yang berbeda. Maka dari itu pada tabel 4.11 dan 4.12 selanjutnya akan memberikan kategori jarak pada proses *main engine assembly*. Namun pada proses aktivitas support terdapat proses *in* dan *out* pada saat memindahkan engine ke sub proses engine assembly. Berikut ini Tabel 4.11 dan Tabel 4.12

Tabel 4.11 Waktu Menjalankann Engine dengan Menggunakan Overhead Crane Saat Proses *In* Pada Main Engine Assy

Kategori	Waktu (Detik)	Area Line
Jarak Dekat	110	9 - 13
Jarak sedang	227	5 - 9
Jarak Jauh	305	1 - 4

Tabel 4.12 Waktu Menjalankann Engine dengan Menggunakan Overhead Crane Saat Proses *Out* Pada Main Engine Assy

Kategori	Waktu (Detik)	Area Line
Jarak Dekat	65	9 - 13
Jarak sedang	127	5 - 9
Jarak Jauh	215	1 - 4

Tabel 4.13 Waktu Total Tahap Aktivitas Proses Engine Assembly

Aktivitas Proses	Waktu (Menit)
Prepare & Cek Parts	120
Assembly	2206.6
Suports	73.8

4.2.8.3 *Current State Mapping*

Dalam proses engine assembly 5 proses yang harus dilalui, yaitu proses preparation block, proses short block, proses long block, proses accesoris, proses main engine assy. Proses produksi engine assembly ini berjalan secara manual yang dikerjakan oleh mekanik

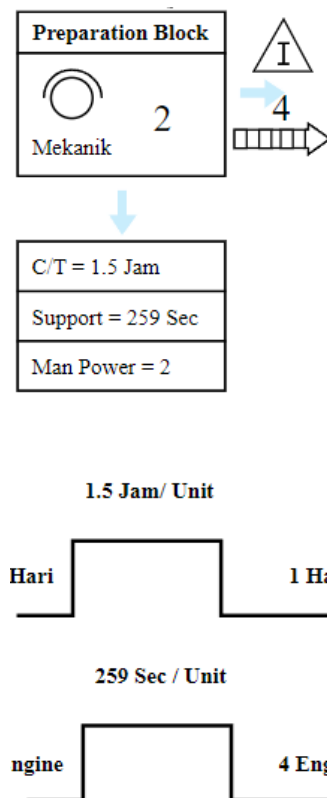
dengan menggunakan tool otomatis yang dapat membantu proses pengerjaan. Serta pada proses tahapan support juga menggunakan alat bantu yaitu overhead crane untuk memindahkan engine ke sub proses selanjutnya.

Dari penjabaran mengenai aliran proses engine assembly serta hasil pengambilan data waktu proses *assembly* dan *support* pada proses *engine assembly* maka dapat digambarkan *Current Stream Mapping* dari proses produksi engine assembly pada PT Komatsu Remanufacturing Asia.

Adapun langkah- langkah dalam pembuatan *current state mapping* adalah sebagai berikut:

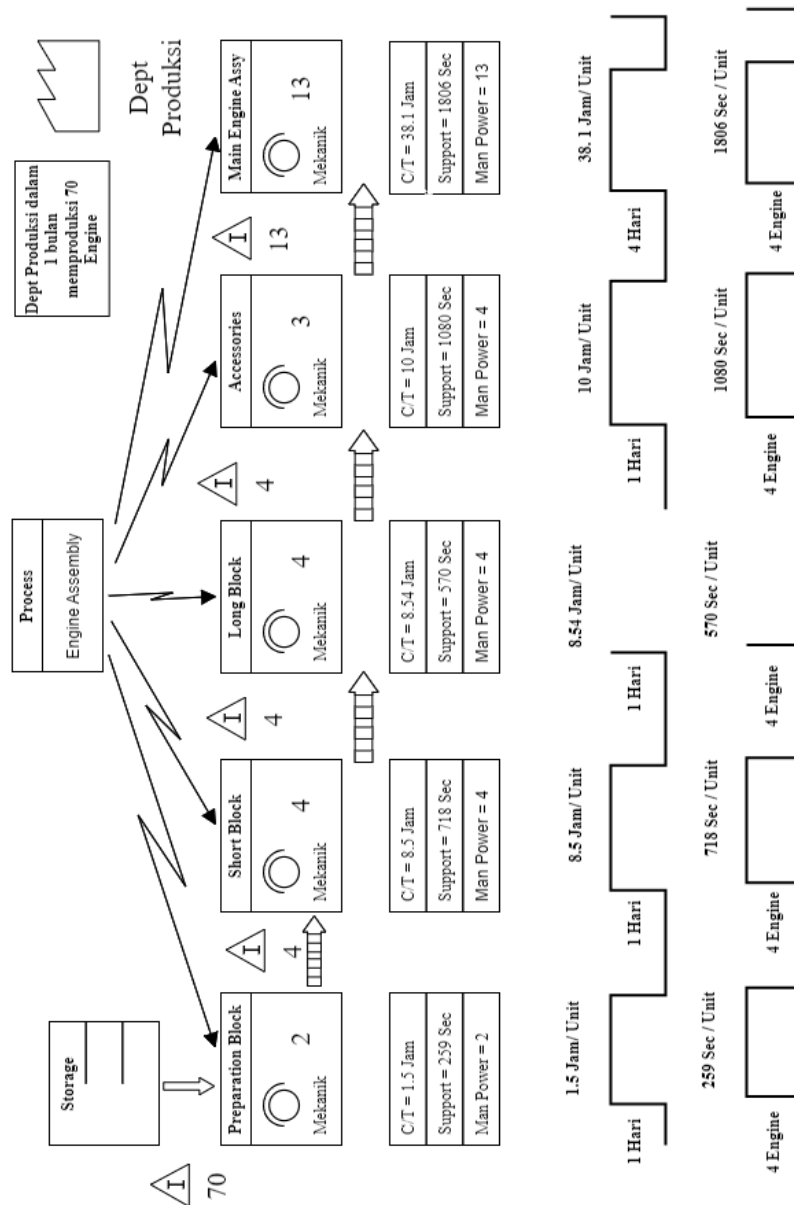
1. Meletakkan nama proses dibagian atas *Process box*
2. Melengkapi jumlah *Man Power* pada proses tersebut
3. Melengkapi Melengkapi *process box* dengan data lead time actual dan data lead time target.
4. Memasukkan data lead time aktual sebagai *value added time* dan *non value added time* dibawah *process box*.

Setelah keempat proses diatas dilakukan , maka akan diperoleh peta kategori untuk proses produksi engine assembly seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini



Gambar 4.96 Peta Kategori Proses
(Sumber : Pengolahan Data Pribadi, 2024)

Utuk peta kategori proses lainnya juga dilakukan dengan keempat langkah tersebut diatas. Peta- peta kategori lainnya kemudian dihubungkan dengan tanda panah yang berarti perpindahan ke proses selanjutnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar



Gambar 4.97 Current State Mapping
(Sumber : Pengolahan Data Pribadi, 2024)

Berdasarkan current stream mapping pada gambar 4. 97 diatas informasi yang dapat diperoleh adalah bahwa total waktu yang dibutuhkan dalam proses produksi engine assembly adalah ± 70 Jam. Dan tahapan proses penyebab tingginya waktu produksi engine assembly disebabkan oleh lamanya waktu proses assembly proses preparation block, proses short block, proses long block, proses accesoris, proses main engine assy dan prose aktivitas support.

4.2.8.4 Faktor Penyebab Paling Dominan

Berdasarkan *current stream mapping* pada gambar 4. 97 diuraikan berdasarkan tiap tahapan proses produksi engine assembly dalam menentukan penyebab paling dominan kita harus menentukan *lead time* yang paling dominan pada proses tersebut terdapat yang paling dominan yaitu aktivitas *assembly* namun pada proses ini adalah menjadi tanggung jawab dari bagian *quality*. Karna kita masih berstatus magang dan hanya melakukan studi kasus kita hanya dapat melakukan analisis pada bagian *support* karena ini masih berhubungan dengan alat bantu yaitu *overhead crane*. Pada factor penyebab paling dominan ini kita harus mempunyai target yang telah ditentukan terlebih dahulu untuk menurunkan *lead time* saat proses aktivitas *support* dalam memindahkan *engine*. Yang ditunjukkan pada tabel 4. 14 dibawah ini.

Tabel 4.14 Target Untuk Mengurangi Waktu Aktivitas Support

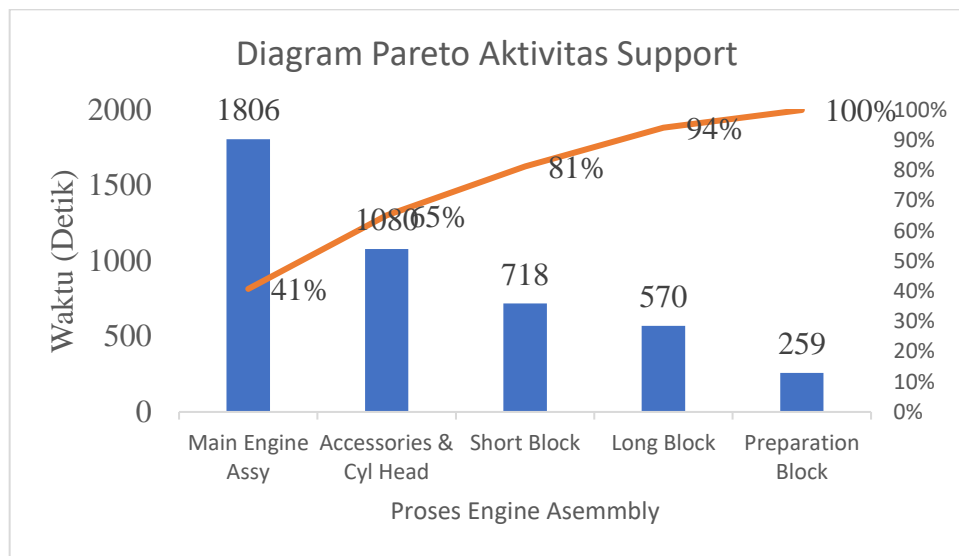
Proses	Actual (Detik)	Target	Selisih (Detik)
Preparation Block	259	0 %	0
Short Block	718	0 %	0
Long Block	570	0 %	0
Accessories & Cyl Head	1080	30 %	324
Main Engine Assy	1806	30 %	542
Total	4433		866

Data yang ada pada tabel 4.14 diatas kemudian diambil yang ingin mencapai target, selanjutnya diolah menggunakan diagram pareto untuk mentukan nilai yang paling tinggi

Tabel 4.15 Pengolahan Data Komulatif Waktu Support Pada Proses Engine Assembly

Proses	Wanktu (Detik)	Persen %	Kumulatif
Main Engine Assy	1806	41 %	41 %
Accessories & Cyl Head	1080	24 %	65 %
Short Block	718	16 %	81 %
Long Block	570	13 %	94 %
Preparation Block	259	6 %	100 %
Total	4433	100 %	

Selanjutnya dari data tabel 4.15 akan dipresentasikan dalam bentuk diagram pareto berikut gambar 4.99 merupakan diagram pareto waktu aktivitas support pada proses engine assembly.



Gambar 4.98 Diagram Pareto Waktu Aktivitas Support Pada Proses Engine Assembly
(Sumber : Pengolahan Data Pengamatan Pribadi, 2011)

Berdasarkan Pengolahan data pada grafik 4. 24 diatas informasi yang didapat diperoleh adalah bahwa pada tahapan support proses *main engine assembly* dan *accessories* yang dominan sebagai penyebab tingginya proses tahapan aktivitas support yang paling dominan pada saat waktu pengamatan.

4.2.8.5 Root Cause Analys

Dari hasil identifikasi pada grafik 4. 24 didapatkan informasi bahwa tahapan proses aktivitas support yang dominan sebagai penyebab tingginya proses aktivitas support yang paling dominan adalah lamanya waktu pada proses aktivitas support yang ada dalam proses *main engine assembly* dan *accessories*. Untuk itu melalui metode RCA ini akan dianalisa akar penyebab dari lamanya waktu pada proses aktivitas support yaitu saat memindahkan *engine* pada sub proses berikutnya.

Root Cause Analysis (RCA) merupakan pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi faktor-faktor berpengaruh pada satu atau lebih kejadian-kejadian yang lalu agar dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja (Latio,2006). RCA adalah salah satu alat (*tool*) yang digunakan dalam inisiatif problem solving, untuk membantu menemukan akar penyebab (*root cause*) dari masalah yang sedang dihadapi.

Tahapan proses aktivitas support pada area *main engine assembly* dan *accessories* merupakan *waste* yang sering kali muncul dan menjadi akar penyebab *waste*. Proses aktivitas support pada area *main engine assembly* dan *accessories* ini akan berdampak langsung pada proses tersebut karena harus menunggu lama ketika mau melakukan aktivitas *assembly* pada sub proses *main engine assembly* dan *accessories*.

Selanjutnya akan diidentifikasi akar masalah (*Root Cause*) dalam bentuk analisis “*Why*” untuk mendapatkan factor penyebab paling mendasar dari permasalahan yang terjadi. Untuk mempermudah penjelasan maka disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.16 *Root Cause Analysis* Proses Aktivitas Support

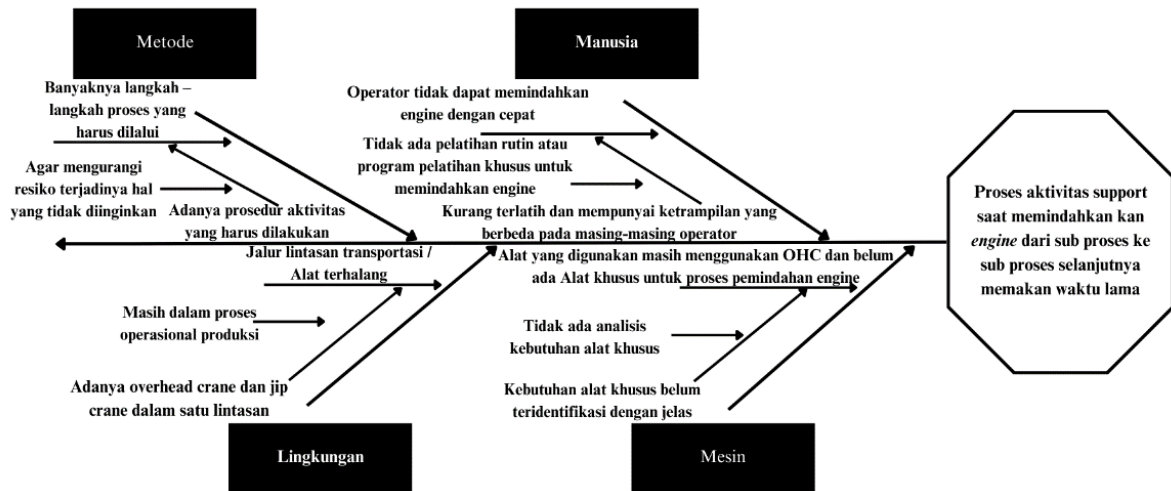
Waste	Faktor Penyebab	Why 1	Why 2	Why 3
Proses aktivitas support saat memindahkan kan <i>engine</i> dari Sub proses ke sub proses selanjutnya memakan waktu lama	Manusia	Operator tidak dapat memindahkan <i>engine</i> dengan cepat	Kurang terlatih dan mempunyai ketrampilan yang berbeda pada masing-masing operator	Tidak ada pelatihan rutin atau program pelatihan khusus untuk memindahkan <i>engine</i>
	Metode	Banyaknya langkah – langkah proses yang harus dilalui	Adanya prosedur aktivitas yang harus dilakukan	Agar mengurangi resiko terjadinya hal yang tidak diinginkan
	Mesin	Alat yang digunakan masih menggunakan OHC dan belum ada Alat khusus untuk proses pemindahan <i>engine</i>	Kebutuhan alat khusus belum teridentifikasi dengan jelas	Tidak ada analisis kebutuhan alat khusus
	Lingkungan	Jalur lintasan transportasi terhalang	Adanya overhead crane dan jip crane dalam satu lintasan	Masih dalam proses operasional produksi

4.2.8.6 *Fish Bone Diagram*

Berdasarkan pengolahan data pada tabel 4. 16 dapat diperoleh beberapa Kesimpulan terkait dengan penyebab lamanya tahapan proses aktivitas support pada area proses *main engine assy* dan *accessoris*. Dan untuk mempermudah penjelasan dari hasil “*Why Analysis*”, hasil dari analisis tersebut direpresentasikan dalam bentuk *Fishbone diagram*.

fishbone diagram berguna untuk memperlihatkan faktor –faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari . selain itu , juga dapat melihat faktor –faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat pada panah- panah yang berbentuk tulang ikan (Heizer dan Render,2009).

Pada tahap analisa fishbone diagram ini hasil yang didapatkan merupakan inti dari penyebab lamanya proses aktivitas support.



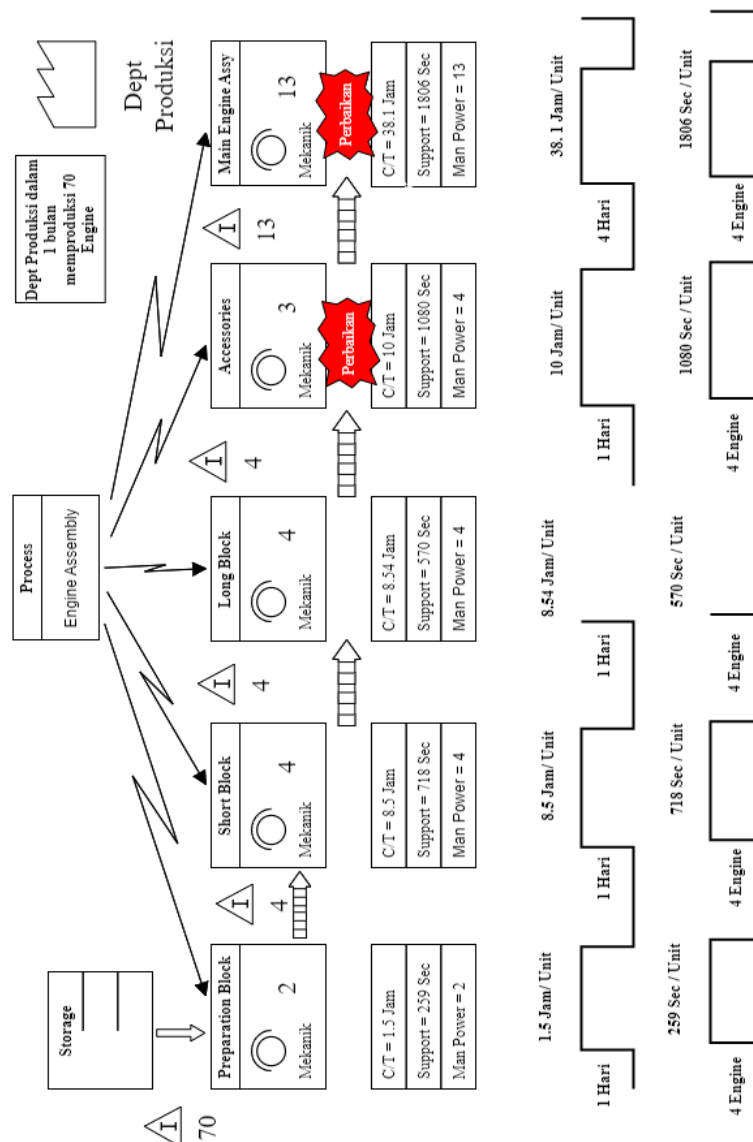
Gambar 4.99 Analisa Fishbone Diagram
(Sumber : Pengolahan Data Pengamatan Pribadi, 2024)

Dari hasil Analisa pada diagram fishbone diatas dapat kita runcingkan lagi permasalahan inti untuk melihat apa saja factor yang mempengaruhi lamanya proses aktivitas support pada area main engine assy dan accessoris yaitu :

1. Alat yang digunakan masih menggunakan OHC dan belum ada Alat khusus untuk proses pemindahan engine
2. Banyaknya langkah – langkah proses yang harus dilalui
3. Kurang terlatih dan mempunyai ketrampilan yang berbeda pada masing-masing operator
4. Adanya overhead crane dan jip crane dalam satu lintasan

4.2.8.7 Pembuatan *Kaizen blitz*

Setelah mengetahui apa faktor dominan yang menyebabkan tingginya waktu proses aktivitas support. Kemudian dibuat kaizen blitz agar rancangan perbaikan melalui Future State Mapping dapat berjalan, penggunaan metode Kaizen Blitz ini diharapkan mampu memfokuskan apa saja yang harus diperbaiki sehingga diharapkan dapat mengurangi lamanya proses produksi. Dengan demikian efisiensi dan produktivitas yang ingin dicapai dapat terwujud. Hal-hal yang harus di Blitz pada Current State Mapping sesuai analisa fishbone adalah pada area proses main engine assy dan accesories



Gambar 4.100 Kaizen Blitz pada Current State Mapping
(Sumber : Pengolahan Data Pengamatan Pribadi, 2024)

4.2.8.8 Tahap perbaikan (5W + 1H)

Pada tahap perbaikan ini memberikan solusi perbaikan atas masalah dan kegagalan yang terjadi. Usulan / konsep perbaikan ini untuk menyelesaikan akar penyebab dengan menggunakan metode 5W + 1 H (What, Why, When, Who, Where, dan How) yaitu apa masalahnya, mengapa harus dilakukan, kapan dilakukan, siapa yang melaksanakan, dan dimana, serta bagaimana melakukan perbaikannya . Berikut usulan perbaikan menggunakan 5W + 1H:

Tabel 4.17 Upaya Perbaikan Pada Manusia

**Faktor Penyebab
(Manusia)**

Kurang terlatih dan mempunyai ketrampilan yang berbeda pada masing-masing operator	
What	Pelatihan dan ketrampilan operator dalam pemindahan engine
Why	Kurangnya pelatihan menyebabkan operator tidak efisien dalam menggunakan alat dan mengikuti prosedur, sehingga memperlambat pemindahan engine.
Who	Operator : Mengikuti pelatihan dan menerapkan keterampilan baru. Tim Pelatihan : Mengembangkan dan memberikan pelatihan
Where	Ruang pelatihan : Tempat pelatihan dan simulasi Area Kerja : Tempat implementasi keterampilan baru
When	Mulai pada bulan pertama dengan pelatihan lanjutan secara berkala setiap tiga bulan.sekali
How	Pengembangan Program Pelatihan : Kembangkan modul pelatihan spesifik dengan menggunakan pesawat pengangkat dalam proses pemindahan engine

Tabel 4.18 Upaya Perbaikan Pada Metode

Faktor Penyebab (Metode)	
Banyaknya langkah – langkah proses yang harus dilalui	
What	Prosedur operasional standar (SOP) untuk pemindahan engine.
Why	SOP yang tidak efisien menyebabkan waktu pemindahan engine menjadi lebih lama.
Who	Tim Manajemen Prosedur : Bertanggung jawab atas revisi dan pembaruan SOP Operator : Mengikuti SOP baru
Where	Area Kerja : Tempat di mana SOP baru akan diterapkan.
When	Jadwal : Revisi pada bulan pertama, implementasi pada bulan kedua, dan tinjauan efektifitas pada bulan ketiga.
How	Analisa dan Revisi : Tinjau SOP saat ini untuk mengidentifikasi ketidakefisienan dan revisi untuk efisiensi yang lebih tinggi. Implementasi : Sosialisasikan SOP baru dan latih operator.

Tabel 4.19 Upaya Perbaikan Pada Metode Mesin

Faktor Penyebab (Mesin)	
Alat yang digunakan masih menggunakan OHC dan belum ada Alat khusus untuk proses pemindahan engine	
What	Alat yang digunakan untuk pemindahan engine
Why	Alat yang digunakan memiliki jumlah terbatas dan keterbatasan dalam kecepatan
Who	Tim Pengadaan dan Pemeliharaan : Menangani penelitian, pengadaan, dan pemeliharaan alat baru. Operator : Menggunakan alat baru setelah perbaikan

Where	Area Kerja : Tempat alat baru akan digunakan
When	Setelah dilakukan penelitian dan pengadaan
How	Penelitian dan pengadaan : Identifikasi alat atau merancang khusus untuk alat pemindahan engine.

Tabel 4.20 Upaya Perbaikan Pada Lingkungan

Faktor Penyebab (Lingkungan)	
Adanya overhead crane dan jip crane dalam satu lintasan	
What	Sinkronisasi pergerakan overhead crane dan jip crane untuk menghindari konflik jalur. Peningkatan prosedur keselamatan untuk mengurangi risiko kecelakaan.
Why	Meminimalkan penundaan dan meningkatkan aliran kerja dengan menghindari konflik jalur. Mengurangi risiko kecelakaan akibat pergerakan crane yang bersilangan.
Who	Operator Crane: Mengoperasikan crane sesuai dengan prosedur yang diperbarui Tim Keselamatan : Menetapkan dan mengawasi protokol keselamatan.
Where	Area Kerja: Lokasi di mana overhead crane dan jip crane beroperasi.
When	Membuat jadwal implementasi Target 1 : Analisa lintasan dan identifikasi masalah kordinasi Evaluasi dan penyesuaian lebih lanjut
How	Kordinasi operasional dengan mengembangkan system kordinasi Protokol keselamatan dengan pengembangan dan pelaksanaan protokol keselamatan

4.2.8.9 Usulan Berdasarkan Perbaikan

Bedasarkan hasil dalam upaya perbaikan dari masalah yang ada pada tabel 4. 19 yaitu pada faktor penyebab masalah dari mesin dimana alat yang digunakan masih menggunakan OHC dan belum ada Alat khusus untuk proses pemindahan engine. Berdasarkan rekomendasi dari upaya perbaikan yaitu mengidentifikasi dan merancang alat khusus dalam proses pemindahan engine. Dengan melakukan pengembangan dan perancangan alat baru dengan tujuan dapat mengatasi penyebab akar masalah yang diidentifikasi.yaitu dengan tahapan berikut.

1. Langkah Pengembangan yaitu sebelumnya menentukan spesifikasi alat baru yang diperlukan untuk mengatasi masalah seperti kapasitas beban dan mekanisme kontrol yang lebih baik
2. Membuat desain konsep alat dengan standar alat harus meningkatkan efisiensi, mudah digunakan dan memenuhi persyaratan keselamatan.

Untuk mengetahui hasil dari perancangan alat tersebut maka akan dibahas pada sub bab berikutnya.

4.2.9 Perancangan Konsep Tool

4.2.9.1 Penentuan Dimensi Rancangan Rangka

Perhitungan dimensi dilakukan untuk menentukan ukuran rancangan yang akan dibuat. Perhitungan dimensi ini mengacu pada dimensi *engine* yang diproduksi pada *engine assembly*. Perhitungan dimensi yang diperlukan yaitu dimensi *engine* dan beban dari *engine*

1. Perhitungan tinggi rangka *engine stand*

Pada penentuan tinggi rangka yang dibuat ini menggunakan data *engine stand* yang sudah ada saat digunakan untuk proses *assembly* dengan tinggi 40 cm

2. Panjang dan lebar rangka

Pada penentuan Panjang dan lebar rangka disesuaikan dengan dimensi *engine* yang diproduksi dengan melebihi ukuran dari dimensi *engine* dengan Panjang 800 cm dan lebar 400

Tabel 4.21 Dimensi Engine

Engine	Panjang	Lebar
6D170	146 cm	48 cm
6D140	116 cm	44 cm
12V140	140 cm	46 cm

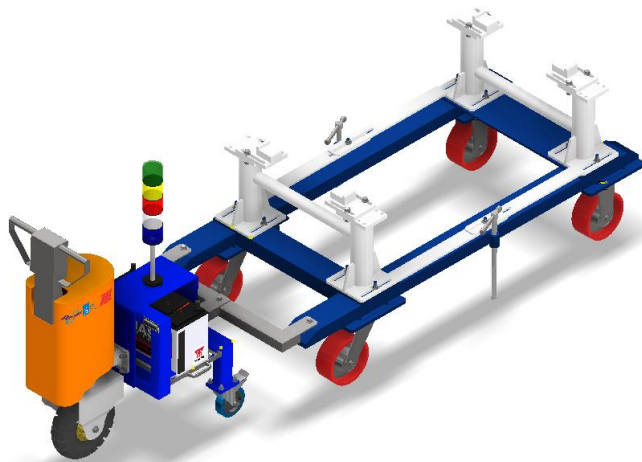
4.2.9.2 Penyusunan Konsep Perancangan

Desain konsep diperlukan dalam sebuah perancangan. Desain konsep meliputi bentuk dasar dimensi utama yang fungsional dan mekanisme kerja. Konsep perancangan ini memberikan gambaran awal mengenai alat yang akan dibuat dan bagaimana mekanisme kerja dengan mempertimbangkan kesesuaian operator atau pekerja yang akan menggunakannya

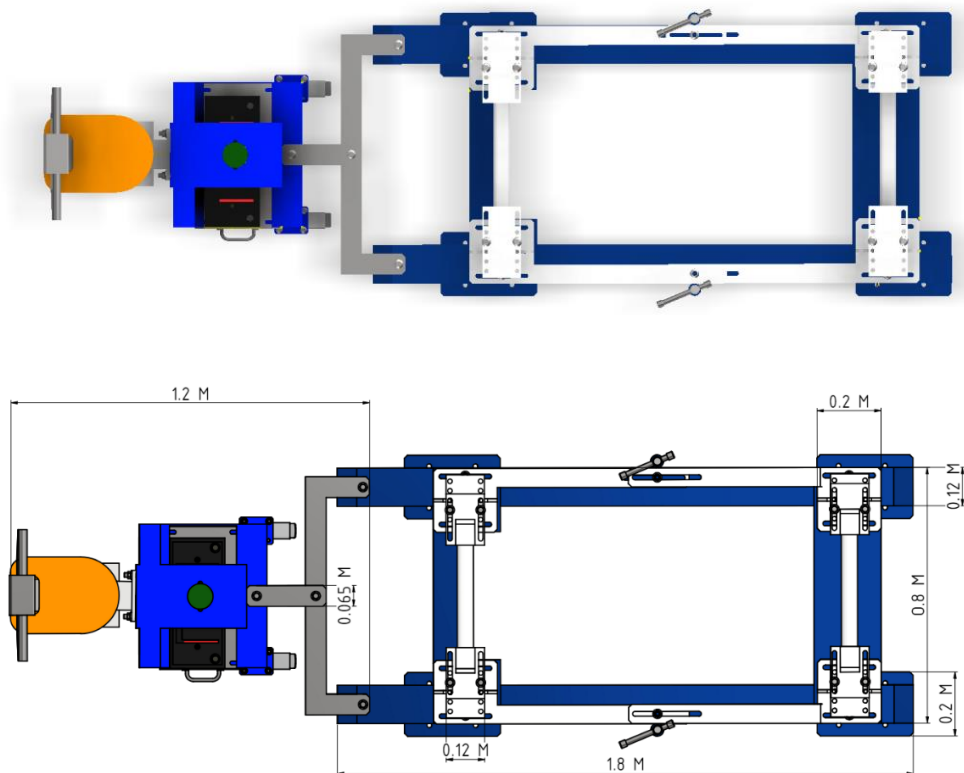
4.2.9.3 Konsep Desain

Konsep desain dari perancangan ulang mesin es puter ini adalah gambaran secara garis besar mengenai *engine stand* yang akan dibuat, mempermudah perhitungan teknik seperti penentuan dimensi dan kapasitas alat. Adapun spesifikasi dari perancangan ulang *engine stand*

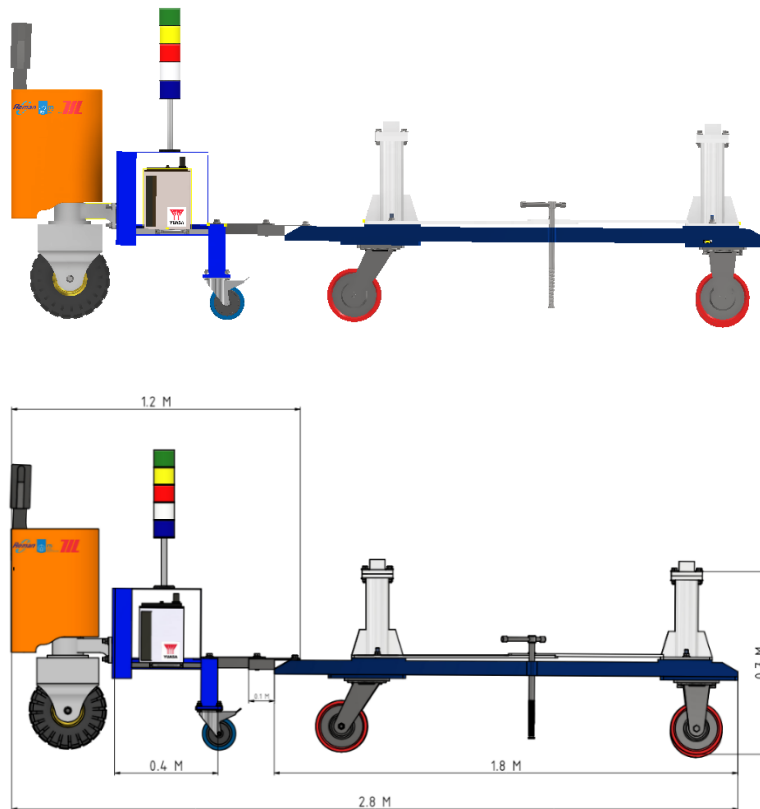
1. Panjang rangka = 1800 cm
2. Lebar rangka = 800 cm
3. Tinggi penyangga = 40 cm
4. Kapasitas = 6000 kg



Gambar 4.101 Design *Engine Stand Motor*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)



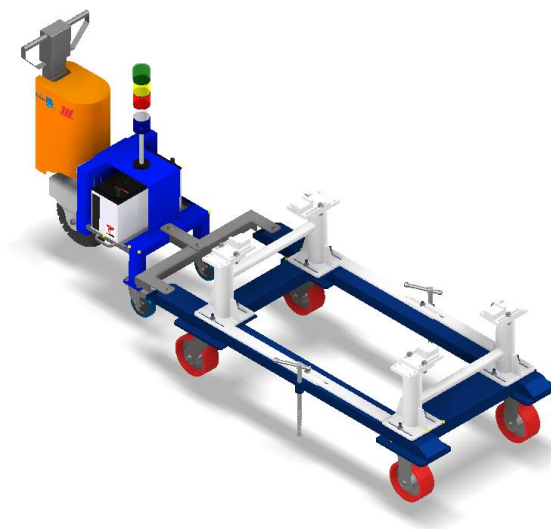
Gambar 4.102 Design *Engine Stand Motor Tampak Atas*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 4.103 *Design Keretas Engine Stand Motor Tampak Samping*
 (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

4.2.9.4 Penentuan Komponen Utama Rancangan Engine Stand Motor

Langkah selanjutnya adalah menentukan komponen – komponen utama sebagai penyusun rancangan *Engine Stand Motor*.



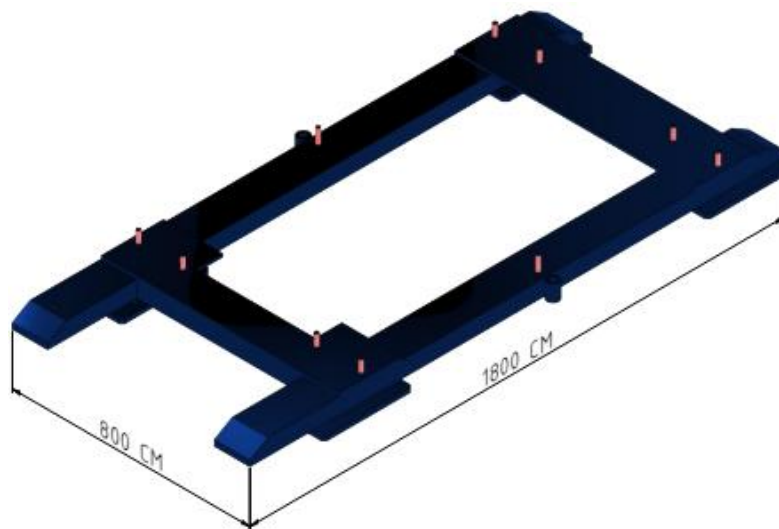
Gambar 4.104 *Penentuan Komponen Utama Rancangan Kereta Engine Stand Motor*
 (Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Adapun keterangan mengenai komponen yang ada pada perancangan engine stand motor yang akan dijelaskan pada sub selanjutnya.

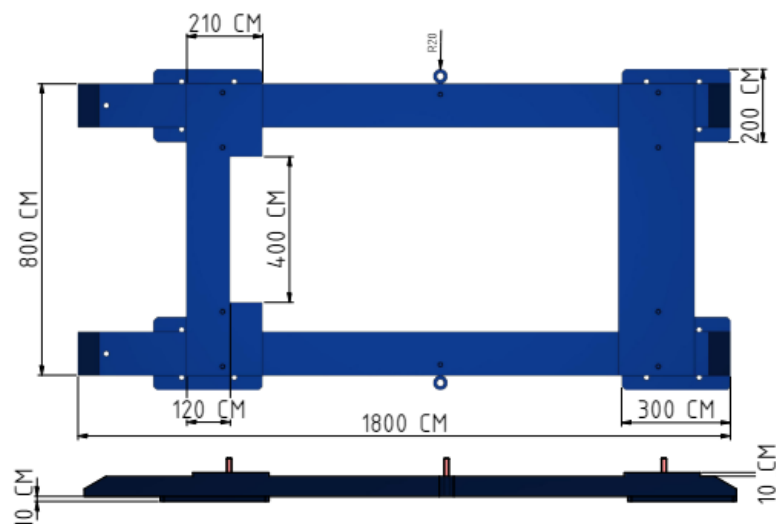
4.2.9.5 Komponen Pada Engine Stand

1. Frame atau Stand

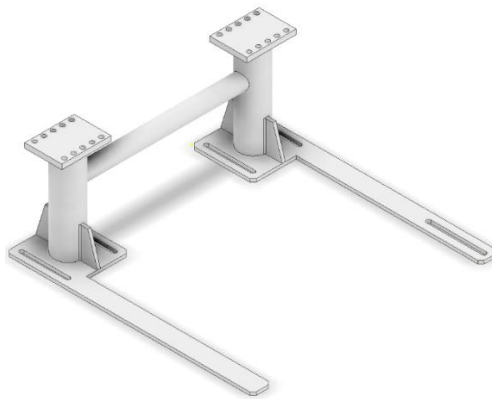
Menyediakan dukungan structural untuk mesin dan komponen lain. Yang terbuat dari bahan yang kuat seperti baja untuk menahan beban *engine*.



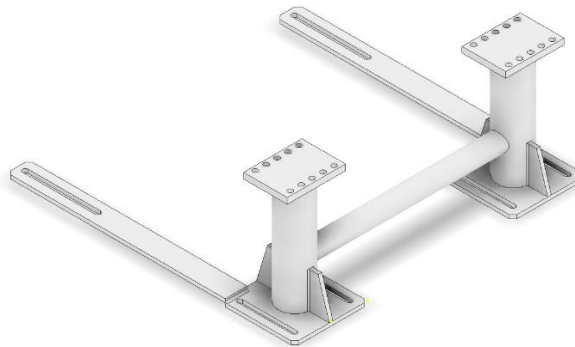
Gambar 4.105 *Frame Engine Stand*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 4.106 *Frame Engine Stand Tampak Atas & Tampak Samping*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)



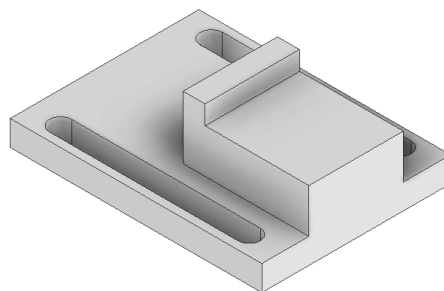
Gambar 4.107 Penyangga Engine Stand Front
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 4.108 Penyangga Engine Stand Rear
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

2. Bracket

Memastikan engine dapat dipasang dengan aman dan stabil pada stand. Braket ini dapat disesuaikan dengan berbagai tipe engine.

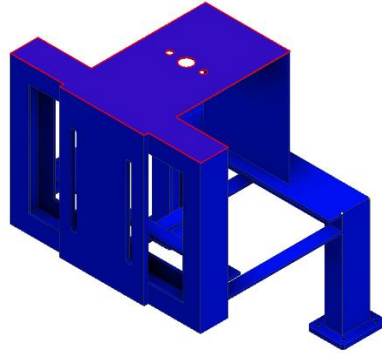


Gambar 4.109 Bracket Engine Stand
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

3. Frame House Battery

Digunakan sebagai tempat untuk penyimpanan atau sebagai pelindung battery yang dirancang khusus. Tujuan utama dari tempat penyimpanan ini adalah untuk memastikan battery atau motor dalam kondisi baik, mudah diakses, dan teratur. Berikut adalah beberapa bagian part dari House Battery

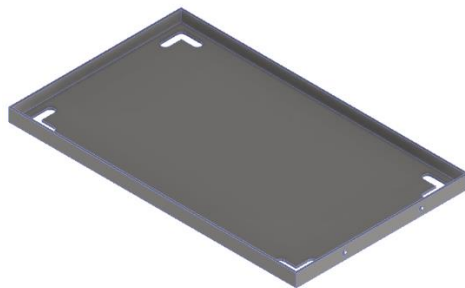
a. Frame Cover



Gambar 4.110 Cover

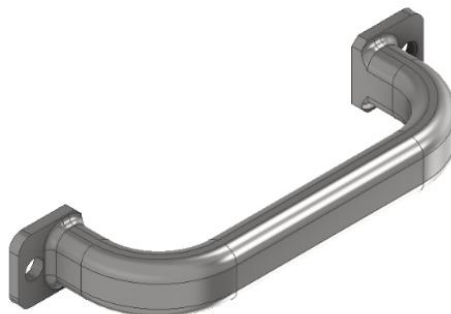
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

b. Cover Nampan



Gambar 4.111 Cover Nampan

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)



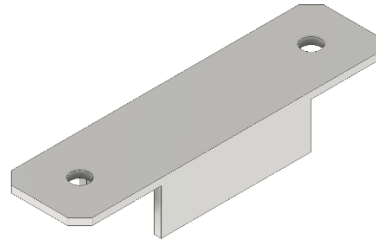
Gambar 4.112 Handel

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

4. Frame Extender

Komponen yang digunakan untuk menyambungkan bagian rangka engine stand ke bagian frame house battery atau memperpanjang struktur rangka engine stand.

a. Extender Joint



Gambar 4.113 Extender Joint
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

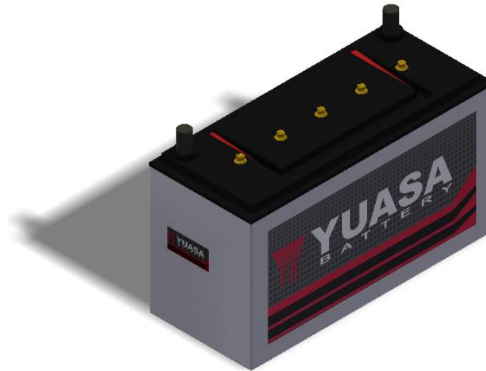
b. Extender Utama



Gambar 4.114 Extender
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

5. Battery Accu

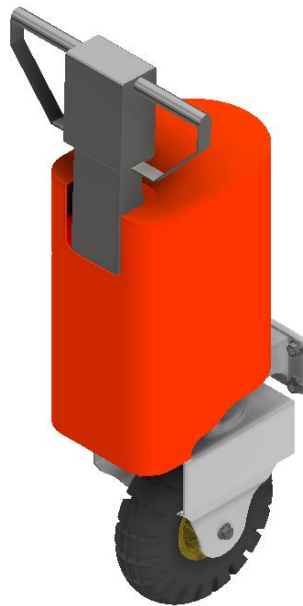
Baterai accu, atau lebih dikenal sebagai aki (accumulator), adalah jenis baterai yang dapat diisi ulang dan sering digunakan dalam berbagai aplikasi karena kemampuannya menyimpan dan menyediakan daya listrik yang besar



Gambar 4.115 Baterry Accu
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

6. Motor Listrik

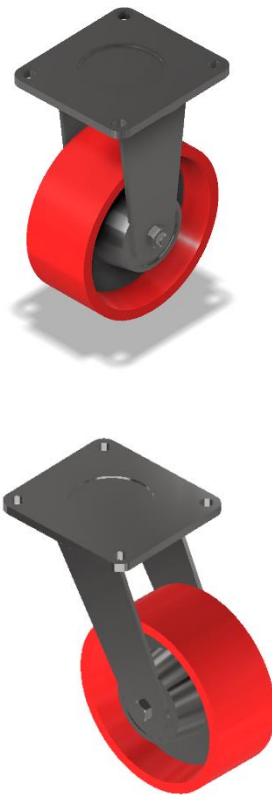
Motor listrik memainkan peran yang sangat penting dalam menggerakkan kereta engine stand yang berguna untuk menggerakkan engine stand sehingga dapat berpindah tempat.



Gambar 4.116 Motor Listrik Penggerak
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

7. Wheel

Memungkinkan engine stand untuk dipindahkan dengan mudah dari satu tempat ke tempat yang berbeda



Gambar 4.117 Roda Depan dan Belakang
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

4.2.10 Menghitung Kekuatan Engine Stand

Untuk menghitung kekuatan dudukan engine stand dengan berat 6 ton menggunakan rangka besi UNP dan 4 penyangga menggunakan pipa SCH 80 ukuran 3 inci, berikut adalah dalam perhitungan ini kondisi engine stand dalam keadaan diam dan sedang dalam kondisi memuat beban, berikut langkah-langkah perhitungannya:

1. Menentukan Gaya yang Bekerja

Berat engine yang harus ditahan oleh stand adalah:

$$W = m \times g$$

$$W = 6000 \text{ kg} \times 9.8/\text{s}^2$$

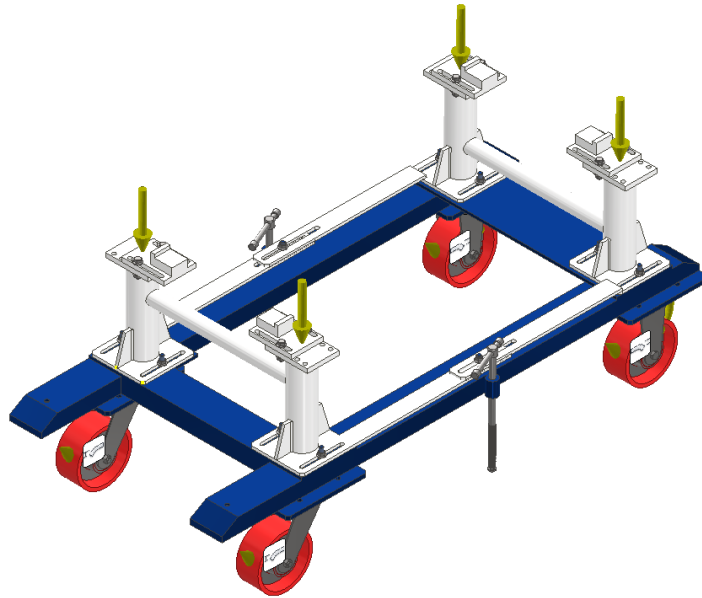
$$W = 58800 \text{ N}$$

2. Data dan Asumsi Material / Spesifikasi Material dan Geometri

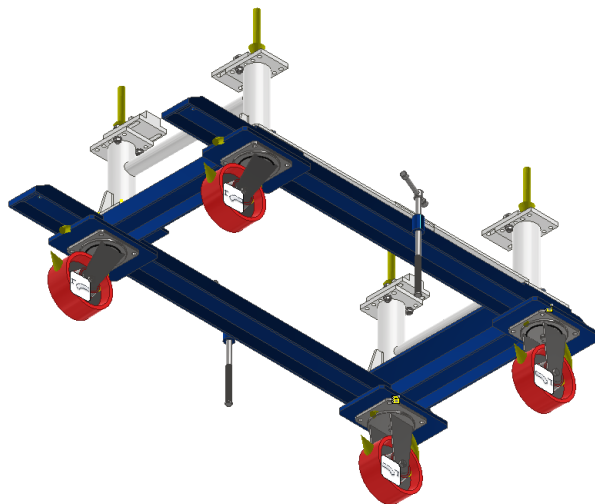
a. Material Baja UNP 120:

- 1) Tinggi (h): 120 mm = 0.012 m
- 2) Lebar (b): 55 mm = 0.055 m
- 3) Tebal (s): 7 mm = 0.007 m
- 4) Panjang sisi Panjang (a): 180 cm = 1.8 m
- 5) Panjang sisi pendek (b): 80 cm = 0.8 m
- 6) Posisi flange tengkurap (horizontal)

- 7) Kekuatan tarik maksimum ($\sigma_{ultimate}$) : 250 MPa
- b. Pipa SCH 80:
- 1) Diameter luar : 88.9 mm = 0.0889 m
 - 2) Ketebalan dinding : 7.62 mm = 0.00762 m
 - 3) Diameter dalam : $88.9 \text{ mm} - 2 / 7.62 = 73.66 \text{ mm} = 0.07366 \text{ m}$
 - 4) Jumlah penyangga : 4 buah
 - 5) Kekuatan tarik maksimum ($\sigma_{ultimate}$) : 250 MPa



Gambar 4.118 Arah Gaya Yang Bekerja
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 4.119 Lokasi Titik Fixed Support Tampak Bawah
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

3. Menentukan Tegangan Lentur (σ_{max})

a. Momen lentur maksimum (M) adalah:

Momen pada sisi Panjang balok L adalah 1.8 meter :

$$M_{UNP} = \frac{w \times L}{4}$$
$$M_{UNP} = \frac{58800 \text{ N} \times 1.8 \text{ m}}{4}$$
$$M_{UNP} = 26460 \text{ Nm}$$

b. Momen lentur maksimum (M) adalah:

Momen pada sisi Panjang balok L adalah 0.8 meter :

$$M_{UNP} = \frac{w \times L}{4}$$
$$M_{UNP} = \frac{58800 \text{ N} \times 0.8 \text{ m}}{4}$$
$$M_{UNP} = 11760 \text{ Nm}$$

c. Tegangan lentur maksimum (σ_{max}) pada rangka UNP 120 :

$$\sigma_{max} = \frac{M_{UNP} \times c}{I_{UNP}}$$

Dimana c adalah jarak dari garis netral ke permukaan terluar balok.

Misalkan c adalah setengah profil dari lebar profil UNP, yaitu $c = \frac{b}{2}$.

$$c_{UNP} = \frac{b}{2} = \frac{55 \text{ mm}}{2} = 27.5 \text{ mm} = 0.0275 \text{ m}$$

$$\sigma_{max, UNP} = \frac{M_{UNP} \times c}{I_{UNP}}$$

$$1) \sigma_{max, UNP} = \frac{26460 \text{ Nm} \times 0.0275 \text{ m}}{7.92 \times 10^{-6} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_{max, UNP} = 91.8 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{max, UNP} = 91.8 \text{ Mpa}$$

$$2) \sigma_{max, UNP} = \frac{11760 \text{ Nm} \times 0.0275 \text{ m}}{7.92 \times 10^{-6} \text{ m}^4}$$

$$\sigma_{max, UNP} = 40.8 \times 10^6 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{max, UNP} = 40.8 \text{ Mpa}$$

4. Menentukan Faktor Keamanan

a. Faktor keamanan untuk sisi Panjang Profil UNP 120

$$SF_{UNP} = \frac{\sigma_{ultimate}}{\sigma_{max, UNP}}$$

$$SF_{UNP} = \frac{250 \text{ MPa}}{91.8 \text{ MPa}}$$

$$SF_{UNP} = 2.72$$

b. Faktor keamanan untuk sisi Pendek Profil UNP 120

$$SF_{\text{UNP}} = \frac{\sigma_{\text{ultimate}}}{\sigma_{\text{max, UNP}}}$$

$$SF_{\text{UNP}} = \frac{250 \text{ MPa}}{91.8 \text{ MPa}}$$

$$SF_{\text{UNP}} = 6.12$$

5. Menentukan Tegangan Geser pada Penyangga

Tegangan geser (τ) pada penyangga pipa dapat dihitung menggunakan prinsip yang sama seperti yang telah kita lakukan sebelumnya. Mari kita asumsikan bahwa tebal dinding pipa SCH 80 ukuran 3 inci adalah 9.27 mm (sesuai standar), sehingga diameter dalamnya adalah $88.9 \text{ mm} - 2 \times 9.27 \text{ mm} = 70.36 \text{ mm}$.

a. Luas penampang pipa adalah:

$$A = \frac{\pi \times (D_{\text{luar}}^2 - D_{\text{dalam}}^2)}{4}$$

$$A = \frac{\pi \times (88.9^2 - 70.36^2)}{4} \text{ mm}^2$$

Gaya geser pada satu penyangga adalah seperempat dari total berat, yaitu $\frac{58800 \text{ N}}{4} = 14700 \text{ N}$

6. Analisis Penyangga Menggunakan Pipa SCH 80

a. Momen inersia Pipa SCH 80

$$I_{\text{pipa}} = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4)$$

$$I_{\text{pipa}} = \frac{\pi}{64} ((0.0889)^4 - (0.07366)^4)$$

$$I_{\text{pipa}} = \frac{\pi}{64} (6.225 \times 10^{-4} - 2.946 \times 10^{-4})$$

$$I_{\text{pipa}} = \frac{\pi}{64} \times 3.279 \times 10^{-4}$$

$$I_{\text{pipa}} = 1.608 \times 10^{-5} \text{ m}^4$$

b. Beban pada setiap penyangga

Dengan 4 penyangga, setiap penyangga menanggung $\frac{1}{4}$ dari total beban:

$$W_{\text{penyangga}} = \frac{58800 \text{ N}}{4} = 14700 \text{ N}$$

c. Luas Penampang Pipa

$$A_{\text{pipa}} = \pi \left(\left(\frac{D}{2} \right)^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right)$$

$$A_{\text{pipa}} = \pi \left(\left(\frac{0.0889}{2} \right)^2 - \left(\frac{0.07366}{2} \right)^2 \right)$$

$$A_{\text{pipa}} = \pi (0.04445^2 - 0.03683^2)$$

$$A_{\text{pipa}} = \pi (0.001978 - 0.001354)$$

$$A_{\text{pipa}} = \pi \times 0.000624$$

$$A_{\text{pipa}} = 0.001962 \text{ m}^2$$

d. Tegangan pada Pipa

$$SF_{\text{UNP}} = \frac{\sigma_{\text{ultimate}}}{\sigma_{\text{pipa}}}$$

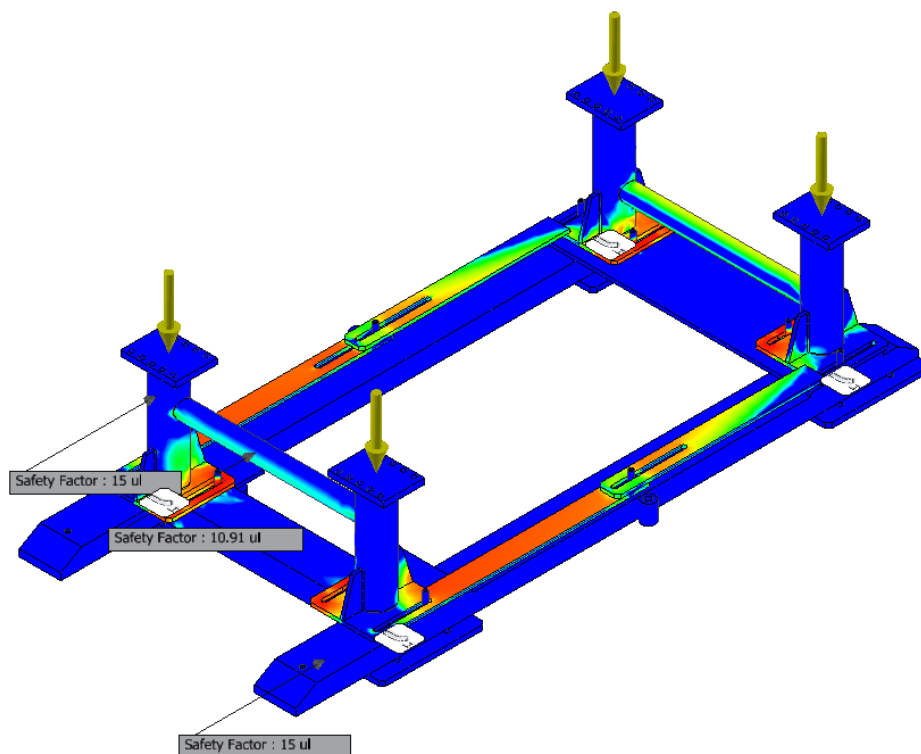
$$SF_{\text{UNP}} = \frac{250 \text{ MPa}}{7.49 \text{ MPa}}$$

$$SF_{\text{UNP}} = 33.3$$

7. Kesimpulan dari menghitung kekuatan engine stand

a. Faktor keamanan untuk Profil UNP 120 : Sisi Panjang = 2.72 dan Sisi Pendek 6.12

b. Faktor keamanan untuk Pipa SCH 80 :



Gambar 4.120 Perbandingan Hasil Perhitungan dan Simulasi Dengan *Software 3D*
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

Dengan faktor keamanan yang memadai untuk kedua komponen, dudukan engine stand ini kemungkinan besar cukup kuat untuk menahan beban 6 ton. Namun, pastikan bahwa konstruksi dan perakitan dilakukan dengan benar sesuai dengan perhitungan ini.

4.2.11 Gaya yang terjadi

Untuk Menghitung gaya yang terjadi saat kereta engine stand ditarik menggunakan motor dengan beban, kita dapat menggunakan hukum kedua Newton yang menyatakan bahwa gaya total yang bekerja pada sebuah benda adalah hasil kali massa benda dengan percepatan benda tersebut:

1. Menghitung Gaya Normal (N)

Gaya normal adalah gaya yang tegak lurus terhadap permukaan, dalam kasus ini sama dengan berat total beban.

$$N = m \times g$$

Di mana :

m adalah massa total (kg)

g adalah percepatan gravitasi (m/s^2)

Diberikan :

$$m = 6000 \text{ kg} + 158 \text{ kg} = 6158 \text{ kg}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Data *massa* didapatkan dari hasil percobaan perancangan saat akan membuat *engine* dan berat total dari *engine stand* .

Langkah perhitungan Gaya Normal

$$N = m \times g$$

$$N = 6158 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$N = 60385.35 \text{ N}$$

2. Menghitung Gaya Gesek (F_f)

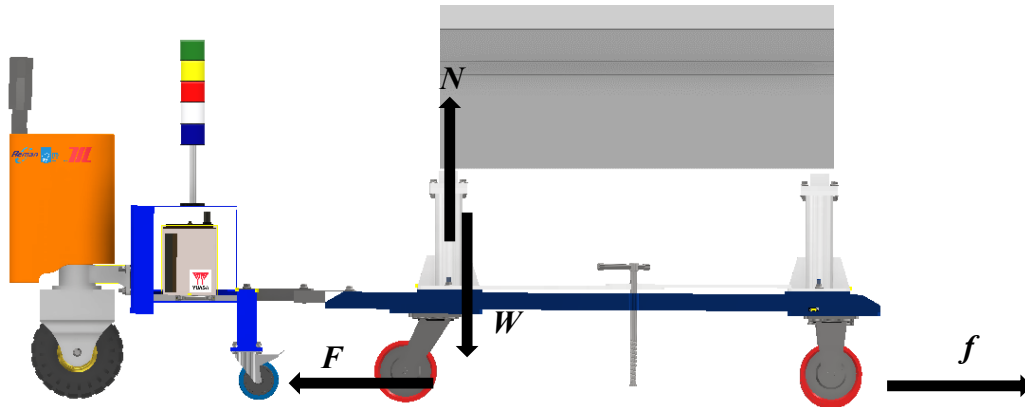
Gaya gesek adalah gaya yang melawan Gerakan relative antara dua permukaan yang bersentuhan.

Tabel 4.22 Koefisien Gesek Umum Yang Bergesekan Dengan Permukaan Epoxy

Material Roda	Kondisi Permukaan	Koefisien Gesek (μ)
Baja	Kering	0.5 - 0.7
Baja	Basah	0.3 - 0.5
Karet	Kering	0.6 - 0.8
Karet	Basah	0.5 - 0.7
Plastik (Nylon, PVC)	Kering	0.2 - 0.4
Plastik (Nylon, PVC)	Basah	0.1 - 0.3

a. Gaya gesek yang bekerja saat kereta bergerak:

$$F_f = \mu \times N$$



Di mana:

μ adalah koefisien gesek antara roda dan permukaan epoxy.

N adalah gaya normal.

Diberikan:

$$\mu = 0.5$$

$$N = 60385.35 \text{ N}$$

Langkah Perhitungan Gaya Gesek

$$F_f = \mu \times N$$

$$F_f = 0.5 \times 60385.35 \text{ N}$$

$$F_f = 30192.67 \text{ N}$$

3. Menghitung Percepatan (a)

Dengan menggunakan perubahan kecepatan, sesuai dengan pengambilan data dimana sebuah engine stand yang sudah dimodifikasi dengan memuat beban engine mengalami pergerakan yang awalnya menjadi diam dan bergerak jalan dengan menempuh jarak 47 meter dalam waktu 134 detik.

Berikut ini

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{47 \text{ m/s} - 0 \text{ m/s}}{134 \text{ s}} = 0.35 \text{ m/s}^2$$

4. Menghitung Gaya total :

$$F = m \times a$$

$$F = 8158 \text{ kg} \times 0.35 \text{ m/s}^2$$

$$F = 2855.3 \text{ N}$$

5. Menghitung Variasi Gaya dengan massa yang berbeda

Tabel 4.23 Tabel Variasi Berat *Engine* yang diproduksi

Model Unit	Komponen	Seri	Berat (kg)
PC2000-8	Engine	12V140	3550
WA600-3	Engine	6D170	3342

D155A-6	Engine	6D140	1820
---------	--------	-------	------

- a. Dengan memuat Engine Seri 12V140
Diketahui;

Massa total (m) = 3550 kg + 158 kg = 3708 kg
 Percepatan gravitasi (g) = 9.81 m/s²
 koefisien gesek (μ) = 0.5
 Percepatan (a) = 0.35 m/s²

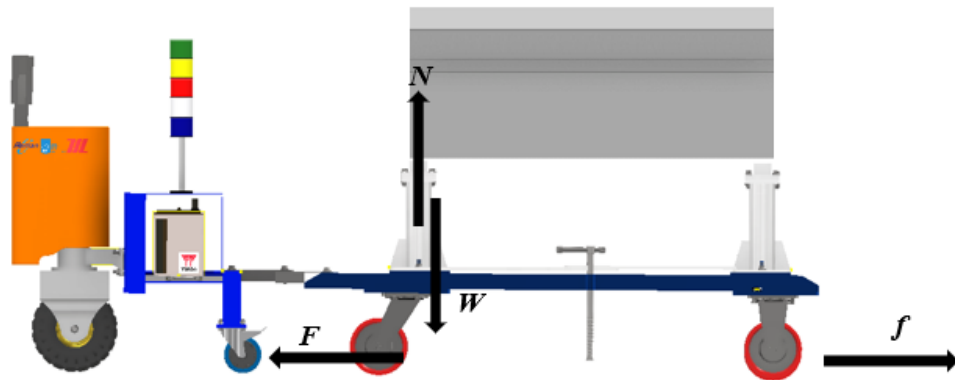
- 1) Menghitung Gaya Normal (N)

$$N = m \times g$$

$$N = 3708 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$N = 36360.64 \text{ N}$$

- 2) Menghitung Gaya Gesek (μ)

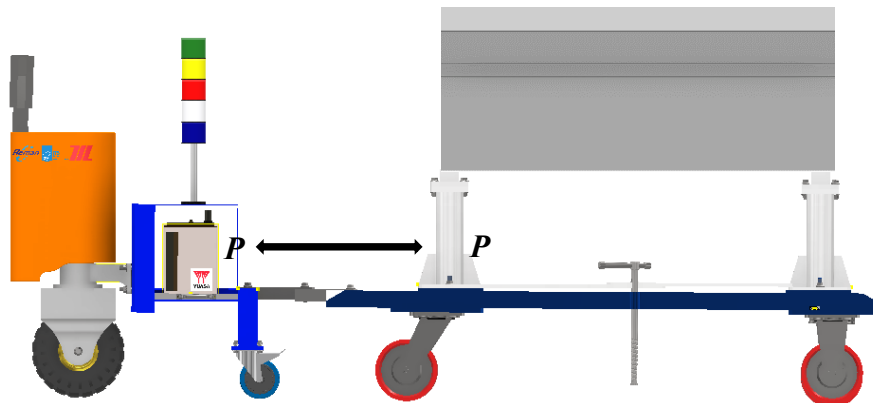


$$F_f = \mu \times N$$

$$F_f = 0.5 \times 36360.64 \text{ N}$$

$$F_f = 18180.32 \text{ N}$$

- 3) Menghitung Gaya Tarik Total (F_{total})



$$F_{total} = F_f + (m \times a)$$

$$F_{total} = 18180.32 \text{ N} + (3708 \times 0.35 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{total} = 18180.32 \text{ N} + 1297.8$$

$$F_{total} = 19478.12 \text{ N}$$

Jadi, gaya tarik total yang diperlukan untuk menarik kereta engine stand dengan beban 3708 kg di atas lantai beton berlapis epoxy menggunakan roda besi adalah sekitar 19478.12 Newton.

- 4) Menghitung Gaya yang terjadi pada setiap penyangga:
Diketahui;

Berat Engine (m) = 3350 kg

Percepatan gravitasi (g) = 9.81 m/s²

Jumlah penyangga = 4

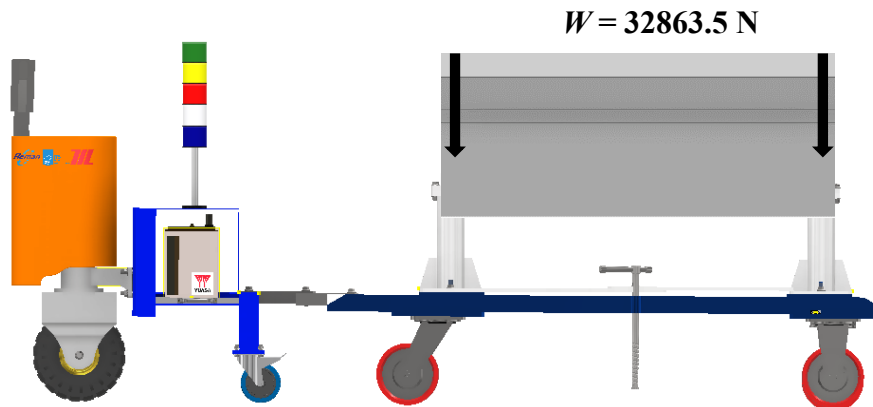
Menghitung Gaya Total (Berat) yang Bekerja pada Engine Stand:

$$W = m \times g = 3350 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 32863.5 \text{ N}$$

Menghitung Gaya pada setiap penyangga:

Jika beban didistribusikan secara merata pada empat penyangga, maka gaya pada masing-masing penyangga (F_p) adalah



$$F_p = \frac{W}{\text{jumlah penyangga}} = \frac{32863.5 \text{ N}}{4} = 8215.87 \text{ N}$$

Tota berat (Gaya vertikal kebawah) = 32863.5 N

Gaya pada setiap penyangga = 8215.87 N

- b. Dengan memuat Engine Seri 6D170
Diketahui;

Massa total (m) = 3342 kg + 158 kg = 3500 kg

Percepatan gravitasi (g) = 9.81 m/s²

koefisien gesek (μ) = 0.5

Percepatan (a) = 0.35 m/s²

1) Menghitung Gaya Normal (N)

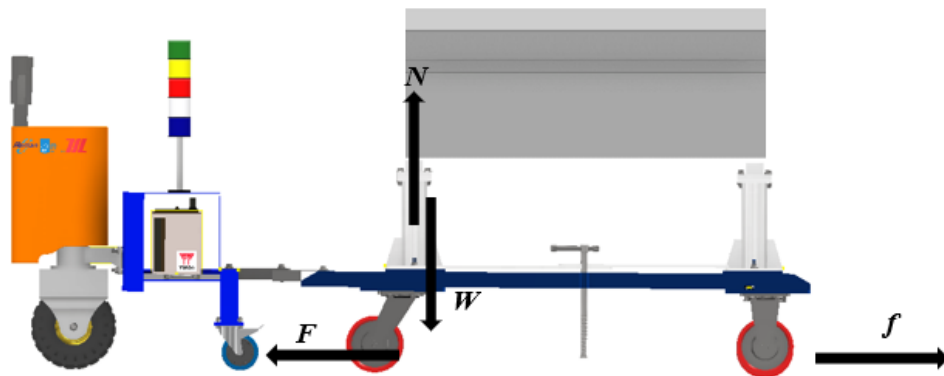
$$N = m \times g$$

$$N = 3708 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$N = 34335 \text{ N}$$

2) Menghitung Gaya Gesek (μ)

$$F_f = \mu \times N$$

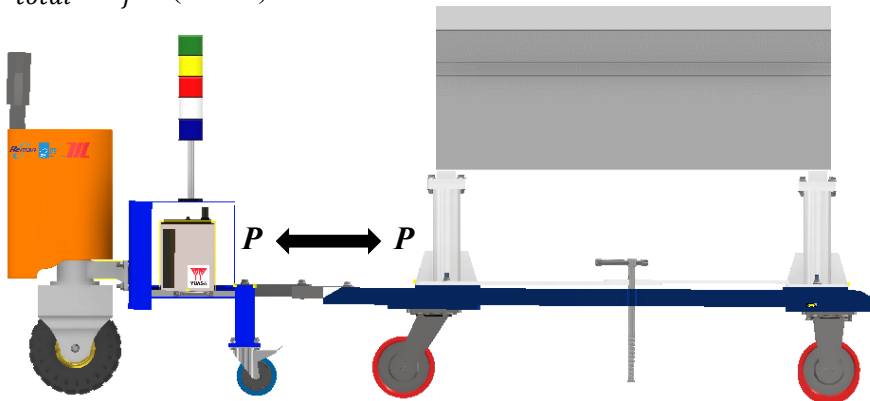


$$F_f = 0.5 \times 34335 \text{ N}$$

$$F_f = 17167.5 \text{ N}$$

3) Menghitung Gaya Tarik Total (F_{total})

$$F_{total} = F_f + (m \times a)$$



$$F_{total} = 34335 \text{ N} + (3500 \times 0.35 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{total} = 34335 \text{ N} + 1225$$

$$F_{total} = 35560 \text{ N}$$

Jadi, gaya tarik total yang diperlukan untuk menarik kereta engine stand dengan beban 3500 kg di atas lantai beton berlapis epoxy menggunakan roda besi adalah sekitar 35560 Newton

- 4) Menghitung Gaya yang terjadi pada setiap penyangga:
Diketahui;

Berat Engine (m) = 3342 kg
Percepatan gravitasi (g) = 9.81 m/s^2
Jumlah penyangga = 4

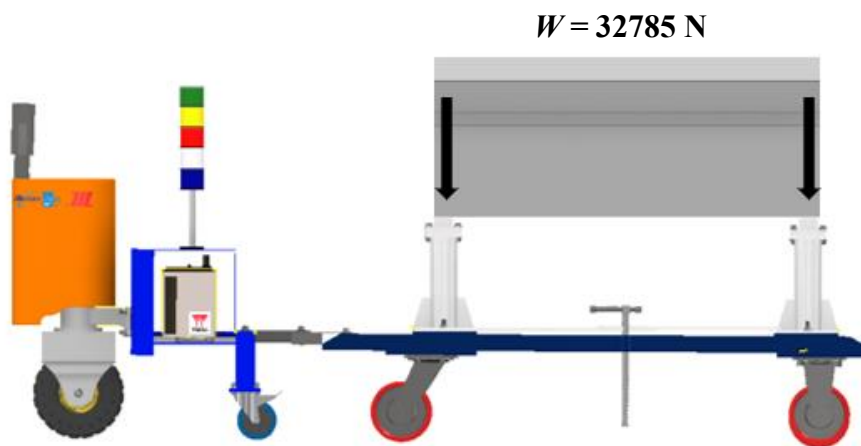
Menghitung Gaya Total (Berat) yang Bekerja pada Engine Stand:

$$W = m \times g = 3342 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 32785 \text{ N}$$

Menghitung Gaya pada setiap penyangga:

Jika beban didistribusikan secara merata pada empat penyangga, maka gaya pada masing-masing penyangga (F_p) adalah:



$$F_p = \frac{W}{\text{jumlah penyangga}} = \frac{32785 \text{ N}}{4} = 8196.25 \text{ N}$$

Tota berat (Gaya vertikal kebawah) = 32785 N

Gaya pada setiap penyangga = 8196.25 N

- c. Dengan memuat Engine Seri 6D140
Diketahui;

Massa total (m) = $1820 \text{ kg} + 158 \text{ kg} = 1978 \text{ kg}$
Percepatan gravitasi (g) = 9.81 m/s^2
koefisien gesek (μ) = 0.5
Percepatan (a) = 0.35 m/s^2

1) Menghitung Gaya Normal (N)

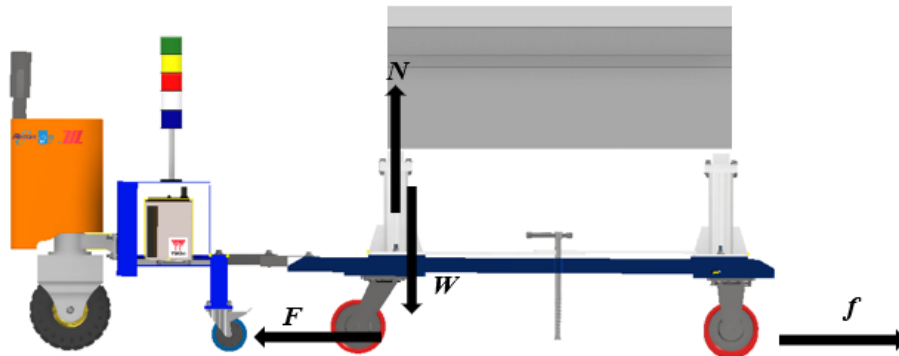
$$N = m \times g$$

$$N = 1978 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$N = 19396.27 \text{ N}$$

2) Menghitung Gaya Gesek (μ)

$$F_f = \mu \times N$$

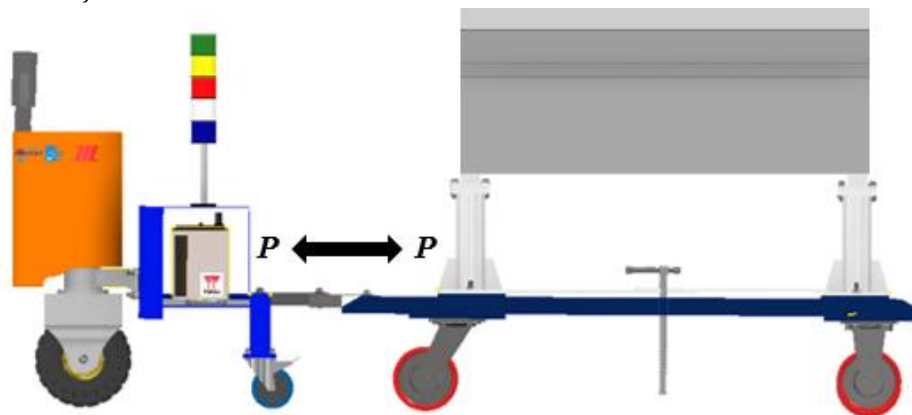


$$F_f = 0.5 \times 19396.27 \text{ N}$$

$$F_f = 9698.13 \text{ N}$$

3) Menghitung Gaya Tarik Total (F_{total})

$$F_{total} = F_f + (m \times a)$$



$$F_{total} = 9698.13 \text{ N} + (1978 \times 0.35 \text{ m/s}^2)$$

$$F_{total} = 9698.13 \text{ N} + 692.3$$

$$F_{total} = 10390.43 \text{ N}$$

Jadi, gaya tarik total yang diperlukan untuk menarik kereta engine stand dengan beban 1979 kg di atas lantai beton berlapis epoxy menggunakan roda besi adalah sekitar 10390.43 Newton

4) Menghitung Gaya yang terjadi pada setiap penyangga:

Diketahui;

Berat Engine (m) = 1820 kg
 Percepatan gravitasi (g) = 9.81 m/s²
 Jumlah penyangga = 4

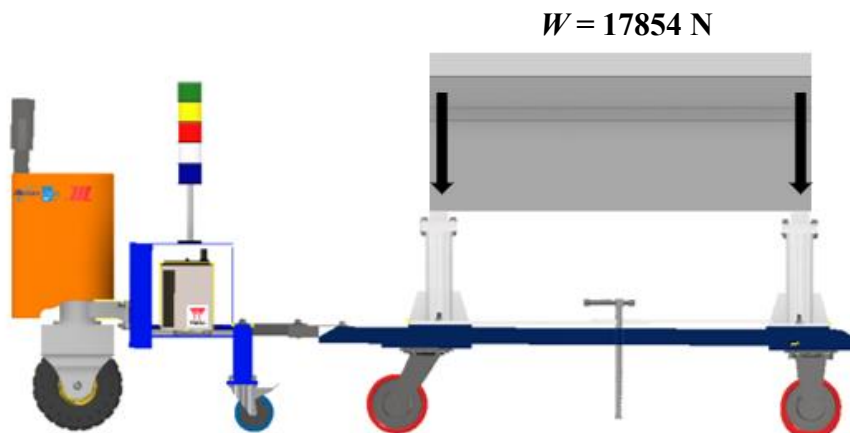
Menghitung Gaya Total (Berat) yang Bekerja pada Engine Stand:

$$W = m \times g = 1820 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 17854 \text{ N}$$

Menghitung Gaya pada setiap penyangga:

Jika beban didistribusikan secara merata pada empat penyangga, maka gaya pada masing-masing penyangga (F_p) adalah:



$$F_p = \frac{W}{\text{jumlah penyangga}} = \frac{17854 \text{ N}}{4} = 4463.5 \text{ N}$$

Tota berat (Gaya vertikal kebawah) = 17854 N

Gaya pada setiap penyangga = 4463.5 N

4.2.12 Menghitung Daya

Untuk menghitung daya (P) yang diperlukakn untuk menarik kereta engine stand dengan beban tertentu, kita perlu mengetahui gaya tarik (F_t) dan kecepatan (v).

Rumus Daya (P) :

Daya dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$P = F_t \times v$$

Dimana:

P adalah daya (dalam watt, W)

F_t adalah gaya tarik (dalam newton, N)

v adalah kecepatan (dalam meter per detik m/s)

Langkah perhitungan

Diketahui:

Data diambil dari hasil perhitungan gaya pada variasi muatan yang memiliki nilai lebih tinggi.

Gaya Normal (N) = 36360.64 N

Gaya Gesek (μ) = 18180.32 N

Gaya Tarik Total (F_t) = 54555.8 N

Kecepatan (v) = 0.35 m/s

Ditanya: Daya (P) ?

Jawab:

$$P = F_t \times v$$

$$P = 54555.8 \text{ N} \times 0.35 \text{ m/s}$$

$$P = 19094.53 \text{ watt}$$

$$P = 19.1 \text{ kilowatt}$$

Jadi, daya yang diperlukan untuk menarik kereta engine stand dengan beban 6158 kg dengan kecepatan konstan 0.35 m/s adalah sekitar 19094.53 watt atau 19.1 kilowatt.

BAB V

PENUTUP

Untuk pada bab berikut ini menjelaskan kesimpulan dan saran dari hasil studi kasus pada saat melakukan Analisa mengenai lead time dari proses engine assembly pada PT Komatsu Remanufacturing Asia.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari laporan magang industri ini, yaitu :

1. Dari hasil identifikasi pada diagram pareto waktu aktivitas support pada Proses Engine Assembly didapatkan informasi bahwa tahapan proses aktivitas support yang dominan sebagai penyebab tingginya proses aktivitas support yang paling dominan adalah lamanya waktu pada proses aktivitas support yang ada dalam proses *main engine assembly* dan *accessories*.
2. Tahapan proses aktivitas support pada area main engine assembly dan accessories merupakan *waste* yang sering kali muncul dan menjadi akar penyebab *waste*. Proses aktivitas support pada area *main engine assembly* dan *accessories* ini akan berdampak langsung pada proses tersebut karena harus menunggu lama ketika mau melakukan aktivitas *assembly* pada sub proses *main engine assembly* dan *accessories*.
3. Dari hasil Analisa pada diagram fishbone diatas dapat kita runcingkan lagi permasalahan inti untuk melihat apa saja factor yang mempengaruhi lamanya proses aktivitas support pada area main engine assy dan accessories yaitu : alat yang digunakan masih menggunakan overhead crane dan belum ada alat khusus untuk proses pemindahan engine, banyaknya langkah – langkah proses yang harus dilalui, adanya *overhead crane* dan jip crane dalam satu lintasan.
4. Berdasarkan hasil dalam upaya perbaikan dari masalah yaitu pada faktor penyebab masalah dari mesin dimana alat yang digunakan masih menggunakan *overhead crane* dan belum ada alat khusus untuk proses pemindahan engine. Berdasarkan rekomendasi dari upaya perbaikan yaitu mengidentifikasi dan merancang alat khusus dalam proses pemindahan engine. Dengan melakukan pengembangan dan perancangan alat baru dengan tujuan dapat mengatasi penyebab akar masalah.
5. Adapun improvisasi yang dapat dilakukan agar lead time aktivitas support pada saat memindahkan engine tidak terlalu besar dapat dilakukan dengan melakukan perancangan Kereta Engine Stand Motor .
6. Penulis melakukan perancangan kereta engine stand dengan melakukan observasi terlebih dahulu di Workshop PT Komatsu Remanufacturing Asia. Setelah mengetahui permasalahan pada saat proses aktivitas support yaitu saat proses pemindahan engine, penulis berdiskusi dengan pihak PT KRA melakukan perancangan kereta engine stand motor yang dapat mengurangi lead time saat memindahkan engine . Perancangan desain menggunakan aplikasi inventor. Setelah didapatkan desain engine stand yang sesuai, maka penulis melakukan analisa perhitungan rangka, dan gaya-gaya yang terjadi. Adapun hasil perancangan secara detail dapat dilihat pada halaman lampiran.

5.2 Saran

Berikut ini merupakan saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil studi kasus yang telah dilakukan.

1. Studi kasus selanjutnya dapat mempertimbangkan pemilihan alternatif perbaikan yang dapat memberikan dampak paling besar terhadap perusahaan, identifikasi biaya terhadap setiap alternatif perbaikan yang diajukan serta dilakukan pengukuran terhadap peningkatan produktivitas setelah penerapan usulan perbaikan.
2. Desain rancangan kereta engine stand dapat dikembangkan dengan menambahkan sistem monitor daya baterai dengan menggunakan arduino uno dan layar monitor yang berfungsi untuk memastikan bahwa energi baterai masih dalam kondisi stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Arta, A. D. (2011). *Perancangan Ulang Alat Mesin Pembuat Es Puter Berdasarkan Aspek Ergonomi*. Surakarta.
- KOMATSU. (2006). Shop Manual Engine 12V140E-3 Series. Japan.
- MADANIYAH, R. N. (2017). *MINIMASI WASTE DAN LEAD TIME PADA PROSES PRODUKSI LEAF SPRING DENGAN PENDEKATAN LEAN*. Surabaya.
- Muqimuddin, S. M. (2023). Pengurangan Lead Time pada Proses Assembly dengan Menggunakan. *Jurna lOptimasi Teknik Industri*, 1-9.
- Puspa, I. (2012). *Engine Stand Sepeda Motor Viar*. Surakarta.
- Putra, R. V. (2016). *ANALISA DAN PERANCANGAN PEMBUATAN ENGINE STAND TRANSMISI TOYOTA KIJANG 4K DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE SOLIDWORKS*. Yogyakarta.
- Ramdhani, S. G. (2017). *USULAN PERBAIKAN UNTUK MENGURANGI WAKTU PROSES PEMELIHARAN KENDARAAN MELALUI PENDEKATAN LEAN PRODUCTION PROCESS*. Jakarta.
- Subawa, A. F. (2016). Penerapan Kaizen Dalam Meningkatkan Efisiensi Dan. *JURNAL ADMINISTRASI KANTOR*, 1-18.
- Sutoyo, N. I. (2012). *Pembuatan Engine Stand Mesin Diesel Komatsu Series 114*. Surakarta.
- Tbk, P. T. (2011). Diesel Engine. In *Basic Mechanic Course* . Jakarta.
- Asia, PT Komatsu Remanufacturing Asia. <http://kra.co.id>
- Callister, William D. 2007. *“Material Science and Engineering An Introduction”*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- <https://kwikkiangie.ac.id>
- Nash and Poling, 2008

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pengantar Magang Industri

myITS Office

<https://eperkantoran.its.ac.id/draft/139350/show>



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI**
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Gedung VOKASI AA dan BB.R. Sekretariat AA Lt.2, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111
Telepon: 031-5922942, 5932625, PABX 1275
Fax: 5932625
<https://www.its.ac.id/tmi/> email: mesin_fvokasi@its.ac.id

Nomor : 6235/IT2.IX.7.1.2/B/PM.02.00/2023

Lampiran : -
Perihal : Permohonan Magang Industri

Kepada Yth.:

PT. Komatsu Remanufacturing Asia (PT. KRA)

Jl. Pulau Balang, Kel. Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur, 76127

Dalam rangka untuk meningkatkan kompetensi diri, membuka wawasan & pengalaman dalam dunia usaha dan untuk memenuhi kewajiban kurikulum bagi mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Prodi Teknologi Rekayasa Manufaktur Fakultas Vokasi ITS, maka bersama ini Kami bermaksud mengajukan permohonan program magang dan kiranya mahasiswa tersebut dapat diizinkan untuk melaksanakan magang di PT. Komatsu Remanufacturing Asia (PT. KRA).

Pelaksanaan magang yang Kami rencanakan adalah:

Lama magang selama : 4 (Empat) bulan

Yang akan dimulai tanggal : 8 Januari 2024 – 8 Mei 2024

Adapun data nama mahasiswa tersebut sebagai berikut:

No.	Nama	NRP	No. Hp	Email
1	M Maulana Rahmatuloh	2038211018	0857 0542 5641	lana05435@gmail.com

Besar harapan Kami untuk bisa diterima dan mohon untuk jawaban atas surat permohonan Kami ini dapat dikirimkan melalui email: mesin_fvokasi@its.ac.id.

Demikian permohonan Kami, atas perhatian dan kerjasamanya yang baik Kami sampaikan terima kasih



Surabaya, 12 Oktober 2023
Kepala Departemen Teknik Mesin Industri

Dr. Ir. Heru Mirmanto, M.T.
NIP . 196202161995121001

Lampiran 2. Surat Penerimaan Magang Industri



PT KOMATSU REMANUFACTURING ASIA

Jl. Pulau Balang No. 99 RT. 36 Km. 13
Kel. Karang Joang Kec. Balikpapan Utara
Balikpapan, Kalimantan Timur 76127
Phone : (0542) 7863200 / (0542) 7863204
Fax : (0542) 7863222

No. KRA-I/393/5000-B/X/2023

Balikpapan, 21 Oktober 2023

Kepada :

Kepala Dept Teknik Mesin Indutri Institut Teknologi Sepuluh November

Perihal: **Tanggapan Permohonan Praktik Kerja Lapangan**

Dengan hormat,

Menanggapi surat perihal permohonan Praktik Kerja Lapangan di PT Komatsu Remanufacturing Asia Balikpapan bagi Mahasiswa/i.

Dengan ini kami menerima untuk melakukan Praktik Kerja Lapangan dari Institut Teknologi Sepuluh November dengan nama sebagai berikut :

No	Nama	NIS	Program Studi	Periode
1	M. Maulana Rahmatuloh	2038211018	Mesin Industri	8 Januari – 8 Mei 2024

Persyaratan yang harus di penuhi oleh Mahasiswa/i tersebut adalah sebagai berikut :

1. Wajib Mematuhi Seluruh Peraturan Perusahaan
2. Bersedia ditempatkan di seluruh wilayah KRA
3. Pas Photo 3 X 4 Warna sebanyak 2 lembar.
4. Foto copy Kartu Pelajar/Mahasiswa.
5. Foto copy asuransi yang dimiliki.
6. Memakai seragam Praktek sesuai dengan atribut Sekolah/Kampus.
7. Memakai sepatu Safety dan Kacamata Safety Benng Pribadi.
8. Sudah pernah Vaksin Dosis Lengkao

Demikian surat pemberitahuan ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerja samanya kami ucapkan terima kasih.

Hormat kami,

Human Capital, General Services, Security
& LID Department



Adi Sulistyo
Manager

Lampiran 3. Transkrip Sementara

1/13/24, 7:52 AM

akademik.its.ac.id/rep_transkrip_sementara.php

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER TRANSKRIP SEMENTARA / TEMPORARY ACADEMIC TRANSCRIPT



FAKULTAS VOKASI
FACULTY OF VOCATIONAL

Departemen / *Department* : Teknologi Rekayasa
Manufaktur /
Manufacturing
Engineering Technology
Nama / *Name* : M Maulana Rahmatuloh
NRP / *ID No* : 2038211018
Tempat, Tanggal Lahir /
Place, Date of Birth : Pacitan,
12 Februari 2003

Indeks Prestasi / *GPA* : 3.36
Tahun Masuk /
Entrance Year : 2021

No	Kode	Mata Kuliah	Sem	Kr	Nilai	No	Kode	Mata Kuliah	Sem	Kr	Nilai	Catatan Nilai / <i>Grade Explanation (Points)</i>	
	<i>Code</i>	<i>Subject</i>	<i>Sem</i>	<i>Cr</i>	<i>Grade</i>		<i>Code</i>	<i>Subject</i>	<i>Sem</i>	<i>Cr</i>	<i>Grade</i>		
1	UG191901	Agama Islam	1	2	AB	22	UG191914	Bahasa Inggris	4	2	AB	A Istimewa / <i>Excellent (4)</i>	
		Islamic Studies						English				AB Baik Sekali / <i>Very Good (3.5)</i>	
2	VM191101	Ilmu Bahan	1	2	AB	23	VM191416	Pesawat Pengar	4	2	B	B Baik / <i>Good (3)</i>	
		Materials Science						Materials Handlin				BC Cukup Baik / <i>Sufficient (2.5)</i>	
3	VM191102	Statika	1	3	AB	24	VM191417	Proses Manufakt	4	4	B	C Cukup / <i>Fair (2)</i>	
		Statics						Manufacturing P				D Kurang / <i>Poor (1)</i>	
4	VM191103	MK3L	1	2	A	25	VM191418	Mekanika Getar	4	3	AB	E Kurang Sekali / <i>Very Poor (0)</i>	
		OHSSE						Mechanics of Vibr					
5	VM191104	Menggambar Tek	1	3	AB	26	VM191419	Teknik Pembentu	4	3	B		
		Engineering Draw						Metal Forming					
6	VW191901	Matematika Tekn	1	3	AB	27	VM191420	CAD-CAE	4	3	B		
		Engineering Math						CAD-CAE					
7	VW191902	Fisika Terapan	1	3	A	28	VM231420	Pemesinan Non	4	3	AB		
		Applied Physics						Non Convension					
8	UG191911	Pancasila	2	2	B	29	VM191421	Mekatronika	4	3	A		
		Pancasila						Mechatronics					
9	VM191205	Bahan Teknik	2	3	B	30	VM231524	Teknologi Penge	5	3	AB		
		Materials Engine						Casting Technol					
10	VM191206	Termodinamika	2	2	BC	31	VM231525	Teknologi Penge	5	3	AB		
		Thermodynamics						Welding Technol					
11	VM191207	Mekanika Kekua	2	2	AB	32	VM231526	Teknik dan Mana	5	3	AB		
		Mechanics of Ma						Engineering Main					
12	VM191208	Elemen Mesin 1	2	3	B	33	VM231527	Perencanaan Pr	5	3	B		
		Machine Elemen						Product Design					
13	VM191209	Menggambar Me	2	3	AB	34	VW231904	Rekayasa Tekno	5	3	AB		
		Machine Drawings						Intelligent Techn					
14	VW191903	Kimia Terapan	2	3	AB	35	VM231730	Sistem Pengend	7	2	AB		
		Applied Chemistr						Control Systems					
15	UG191912	Bahasa Indonesia	3	2	B								
		Indonesian											
16	VM191310	Mekanika Fluida	3	2	B								
		Fluids Mechanics											
17	VM191311	Metrologi dan St	3	3	B								
		Metrology and St											
18	VM191312	Proses Manufakt	3	3	B								
		Manufacturing Ph											
19	VM191313	Kinematika dan	3	3	AB								
		Kinematics & Dyn											
20	VM191314	Elemen Mesin 2	3	3	A								
		Machine Elemen											
21	VM191315	Computer Aided	3	3	AB								
		Computer Aided											
										Jumlah Kredit / <i>Total of Credits</i>		95	



Surabaya, 13 Januari 2024
Direktur Pendidikan,
Director of Education

Prof. Dr. Eng. Siti Machmudah, S.T., M.Eng.
NIP. 197305121999032001

- This document is only use for: student exchange, short program; internship program; scholarship; and registration to master degree.
- Should any data differences occur, then the valid data will refer to Online Academic Information System.

Lampiran 4. Lembar Penilaian Magang Industri (Pembimbing Lapangan)

Form Penilaian Pembimbing Lapangan

Nama Mahasiswa : M Maulana Rahmatulloh : 2038211018
 Nama Mitra/Industri : PT. Komatsu Remanufacturing Asia Unit Kerja : Engine Assembly & Cylinder
 Nama Pembimbing Lapangan : Anang Trianto Waktu Magang : 8 Januari – 23 Mei 2024

NO	KOMPONEN	NILAI	KRITERIA PENILAIAN							
			<56	56-60	61-65	66-75	75-85	≥86		
1	Kehadiran	05	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%		
2	Ketepatan waktu kerja*	02	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	92-95%	>95%		
3	Bekerja sesuai Prosedur dan K3**	03	<82%	82-84%	85-90%	89-91%	93-95%	>95%		
4	Sikap positif terhadap atasan/pembimbing	02	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
5	Inisiatif dan solusi kerja	03	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
6	Hubungan kerja dengan pegawai/lingkungan	02	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
7	Kerjasama tim	02	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
8	Mutu pelaksanaan pekerjaan	05	SKB	KB	CB	B	BS	SBS		
9	Target pelaksanaan pekerjaan	05	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
10	Kontribusi peserta terhadap pekerjaan	08	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
11	Kemampuan mengimplementasikan Alat	15	<56%	56-60%	61-65%	66-75%	75-85%	≥86%		
	Jumlah Nilai	90,41	<i>Nilai Akhir PL = Σ Nilai/11</i>							

*Kehadiran ***) Ketepatan Waktu SKB : sangat kurang baik; KB : kurang baik ; CB: cukup baik; B : baik ; BS : Baik sekali; SBS : sangat baik sekali

ABSENSI KEHADIRAN MAGANG

a. Izin :hari
 b. Sakit :hari
 c. Tanpa Izin :hari

Balikpapan, 23 Mei 2024
 Pembimbing Lapangan



Anang Trianto
 NIP. 75008034

- Keterangan:
1. Apabila mitra/instansi tidak menyediakan stempel, maka lembaran ini harus dicetak pada kertas dengan KOP Mitra/Instansi
 2. Mohon nilai dimasukkan pada amplop tertutup dengan dibubuhkan stempel pada atas amplop.

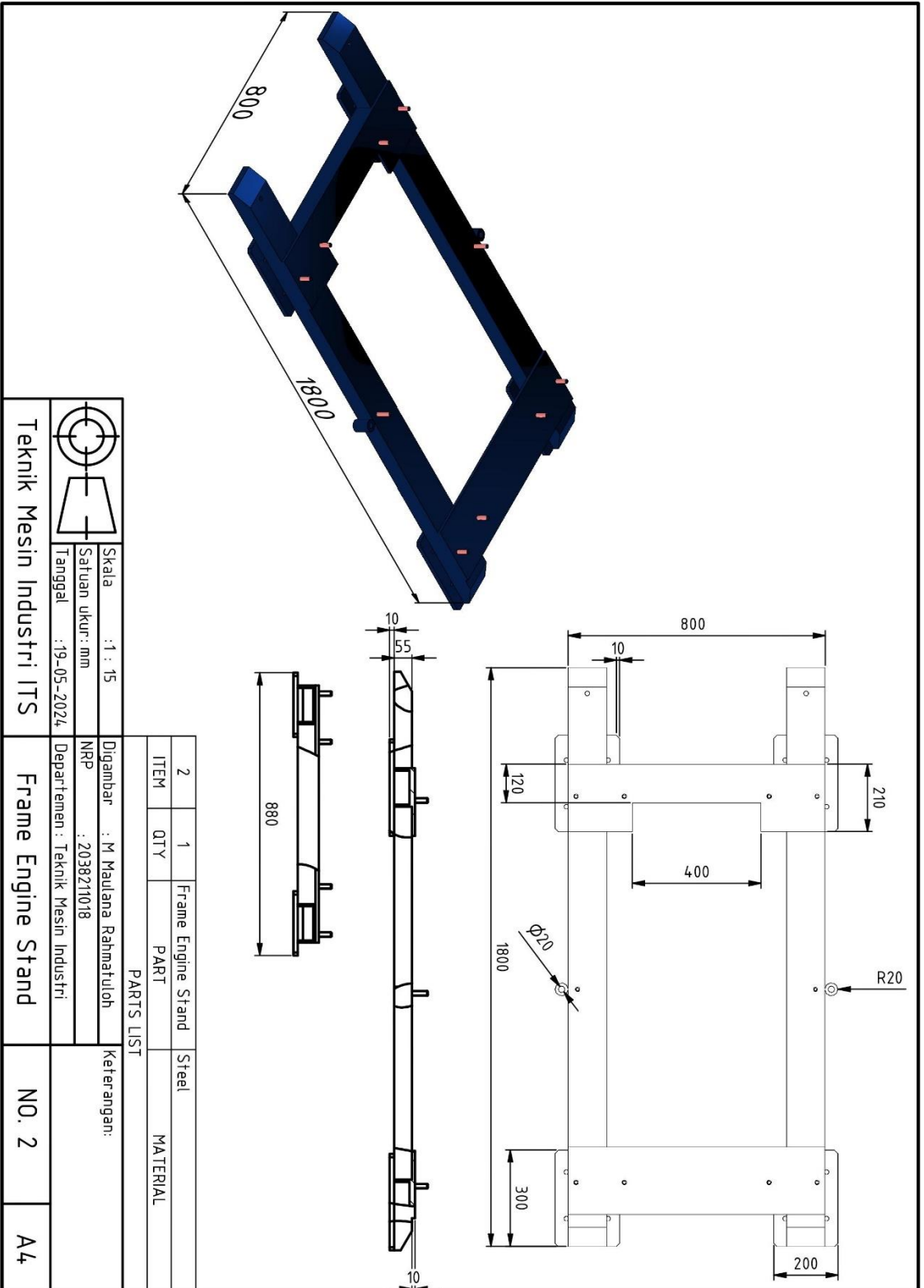
Lampiran 5. Detail Gambar Kereta Engine Stand Motor

ITEM	QTY	PART COMPONENT
14	1	Bracket Joint Motor
13	16	Bolt Engine Stand
12	11	Bolt House Motor
11	1	Pusher Tool Motor
10	1	Battery Tray
9	1	Wheel House Motor
14	1	Frame Extender
7	1	Frame House Motor
6	4	Wheel Engine Stand
5	2	Buffer Engine Stand
4	4	Bracket
3	2	Buffer Engine Stand
2	1	Frame Engine Stand
1	1	Engine Stand Motor

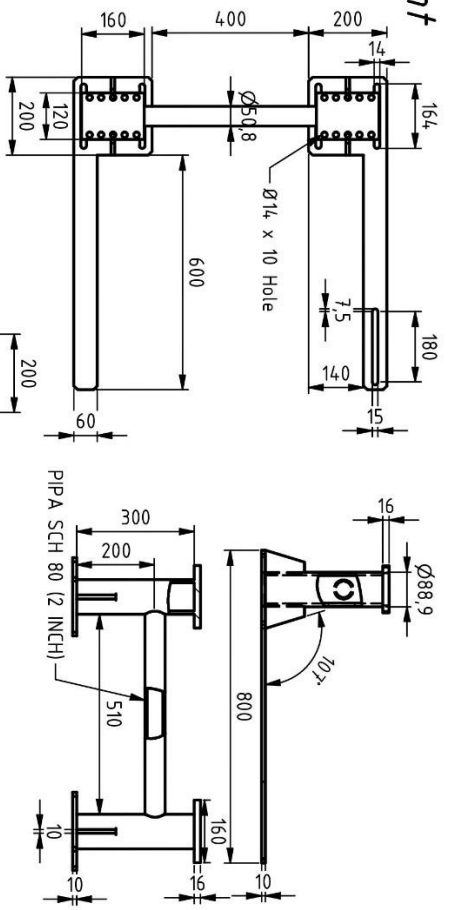
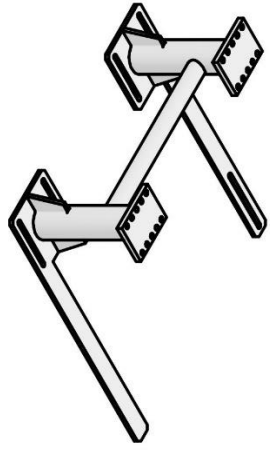
PARTS LIST

	Skala : 1 : 20	Digambar : M Maulana Rahmatulloh	Keterangan:
	Satuan ukur : mm	NRP : 2038211018	
Tanggal : 19-05-2024	Departemen : Teknik Mesin Industri		

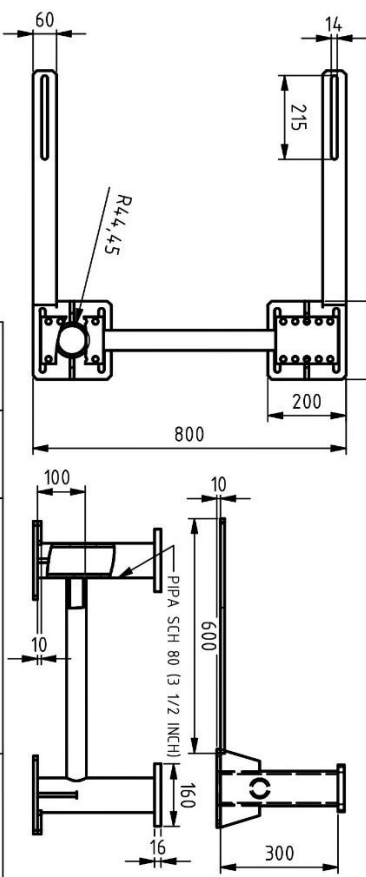
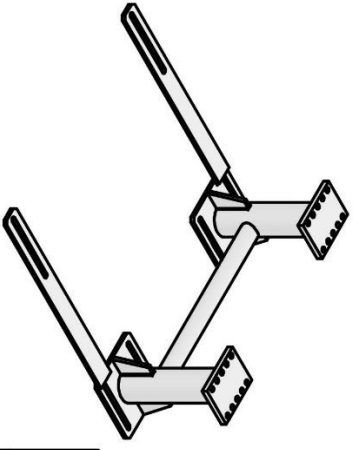
Teknik Mesin Industri ITS	Engine Stand Motor	NO. 1	A4
---------------------------	--------------------	-------	----



1. Buffer Engine Stand Front

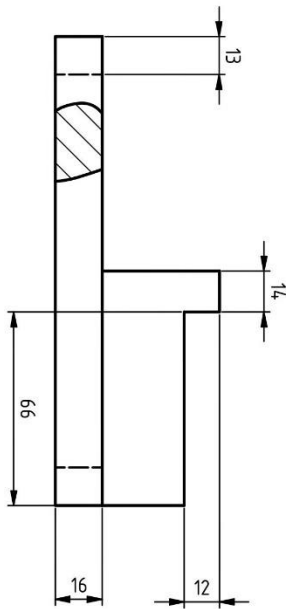
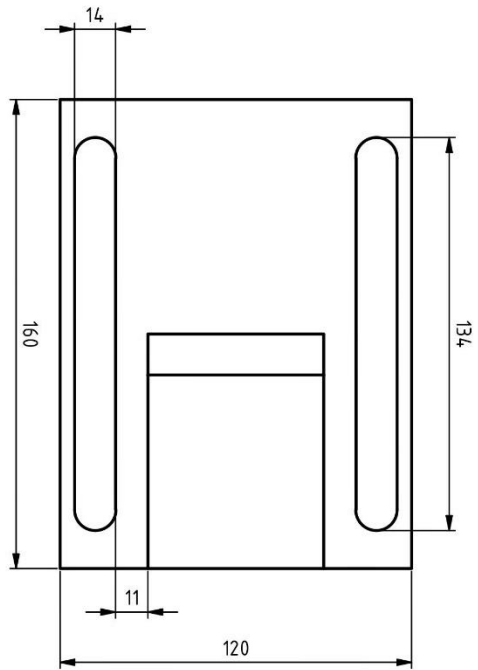
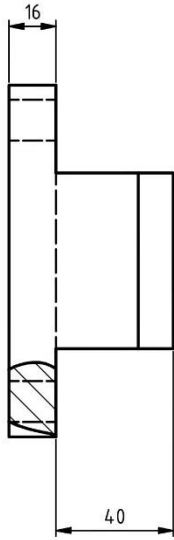
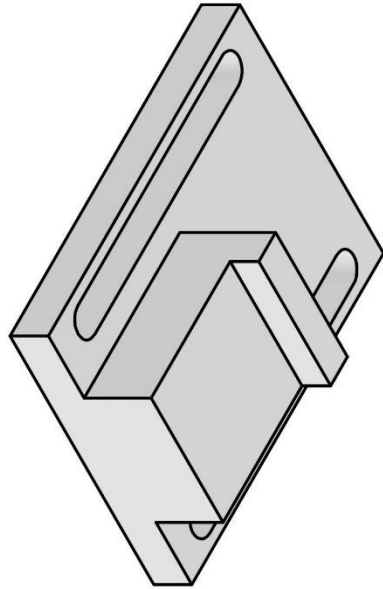


2. Buffer Engine Stand Rear



PARTS LIST				
ITEM	QTY	PART	MATERIAL	
2	1	Buffer Engine Stand Rear	Steel	
1	1	Buffer Engine Stand Front	Steel	

	Skala : 1 : 15	Digambar : M Maulana Rahmatulloh	Keterangan:
	Satuan ukur: mm	NRP : 2038211018	
	Tanggal : 19-05-2024	Departemen : Teknik Mesin Industri	
Teknik Mesin Industri ITS		Buffer Engine Stand	NO. 3
			A4



Skala : 1 : 2
 Satuan ukur: mm
 Tanggal : 19-05-2024

Digambar : M. Maulana Rahmatulloh
 NRP : 2038211018
 Departemen : Teknik Mesin Industri

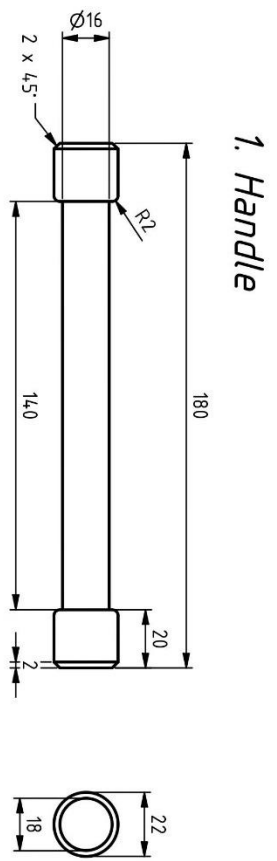
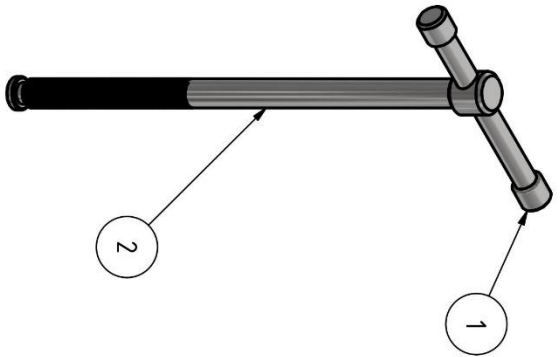
Keterangan:

Teknik Mesin Industri ITS

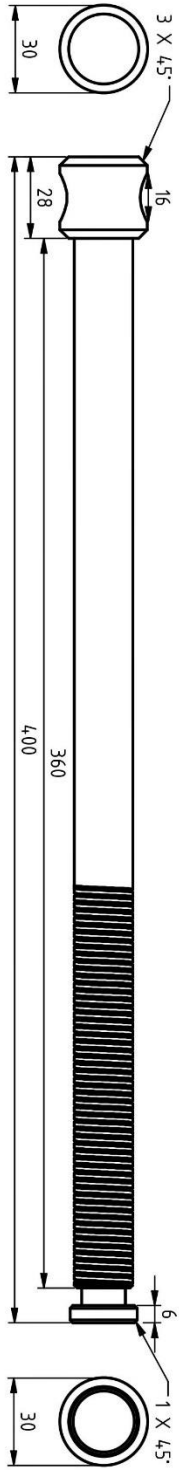
Bracket Engine Stand

NO. 4

A4



2. SCREW PUNCH



ITEM	QTY	PART	MATERIAL
1	1	Handle	Stainless Steel
2	1	Screw Punch	Stainless Steel
PARTS LIST			



Skala : 1 : 4
 Satuan ukur: mm
 Tanggal : 19-05-2024

Digambar : M Maulana Rahmatulloh
 NRP : 2038211018
 Departemen : Teknik Mesin Industri

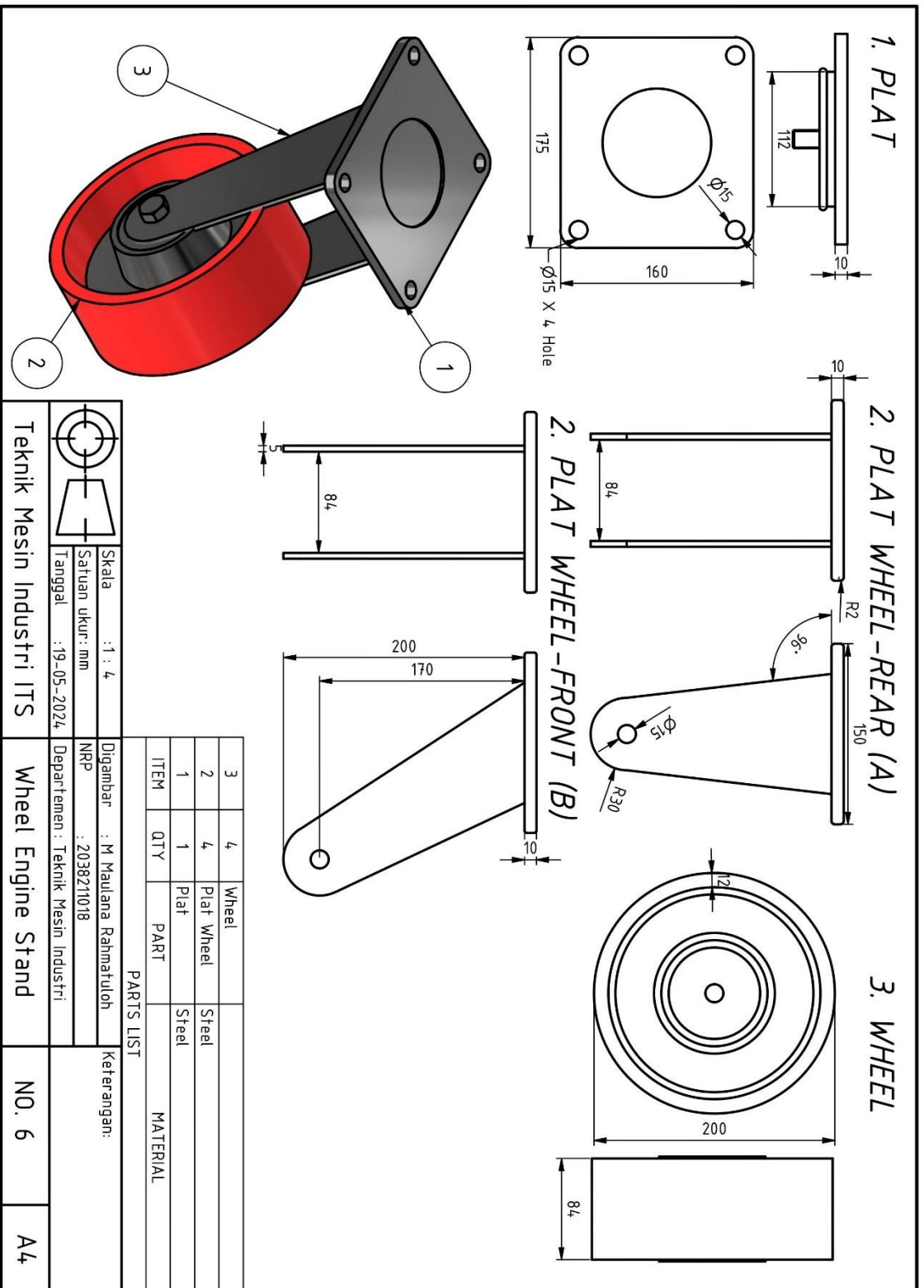
Keterangan:

Teknik Mesin Industri ITS

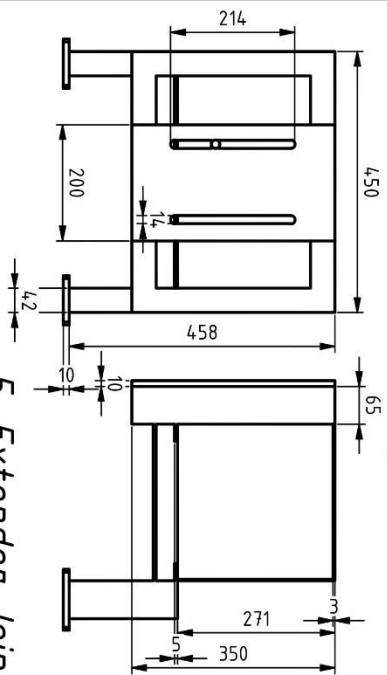
Buffer Screw Punch

NO. 5

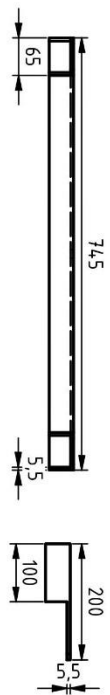
A4



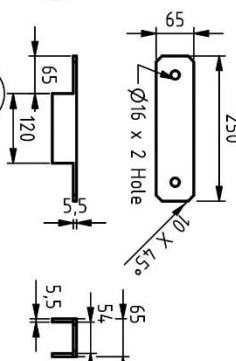
1. Frame House Battery



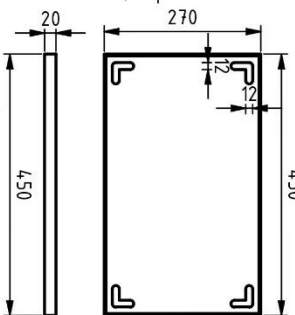
4. Extender Utama



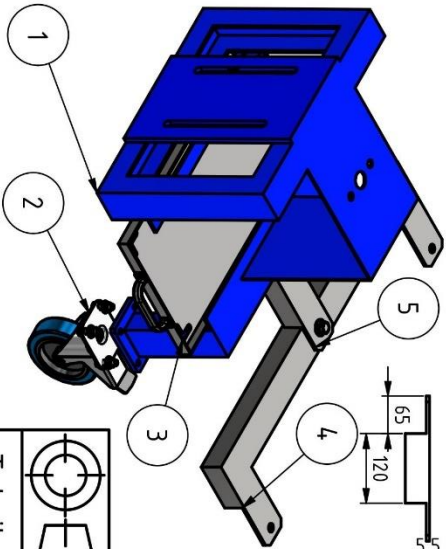
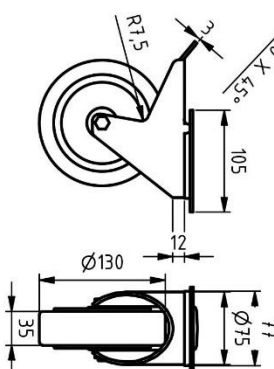
5. Extender Joint



3. Cover Nampan



2. Wheel (1 : 6)



Skala	: 1 : 10
Satuan ukur:	mm
Tanggal	: 19-05-2024

Digambar	: M Maulana Rahmatulloh
NRP	: 2038211018
Departemen	: Teknik Mesin Industri

Teknik Mesin Industri ITS

House Pull Motor

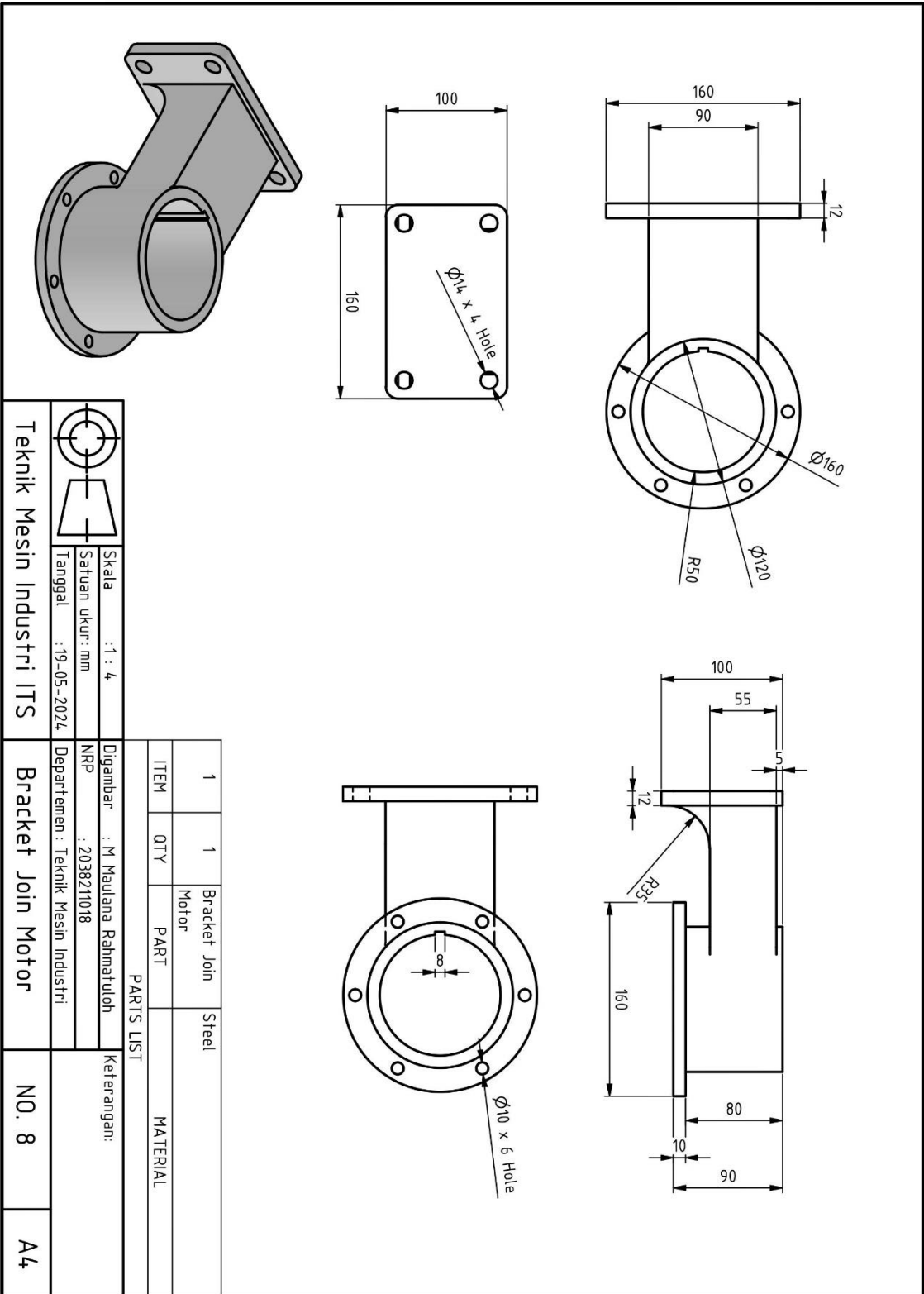
NO. 7

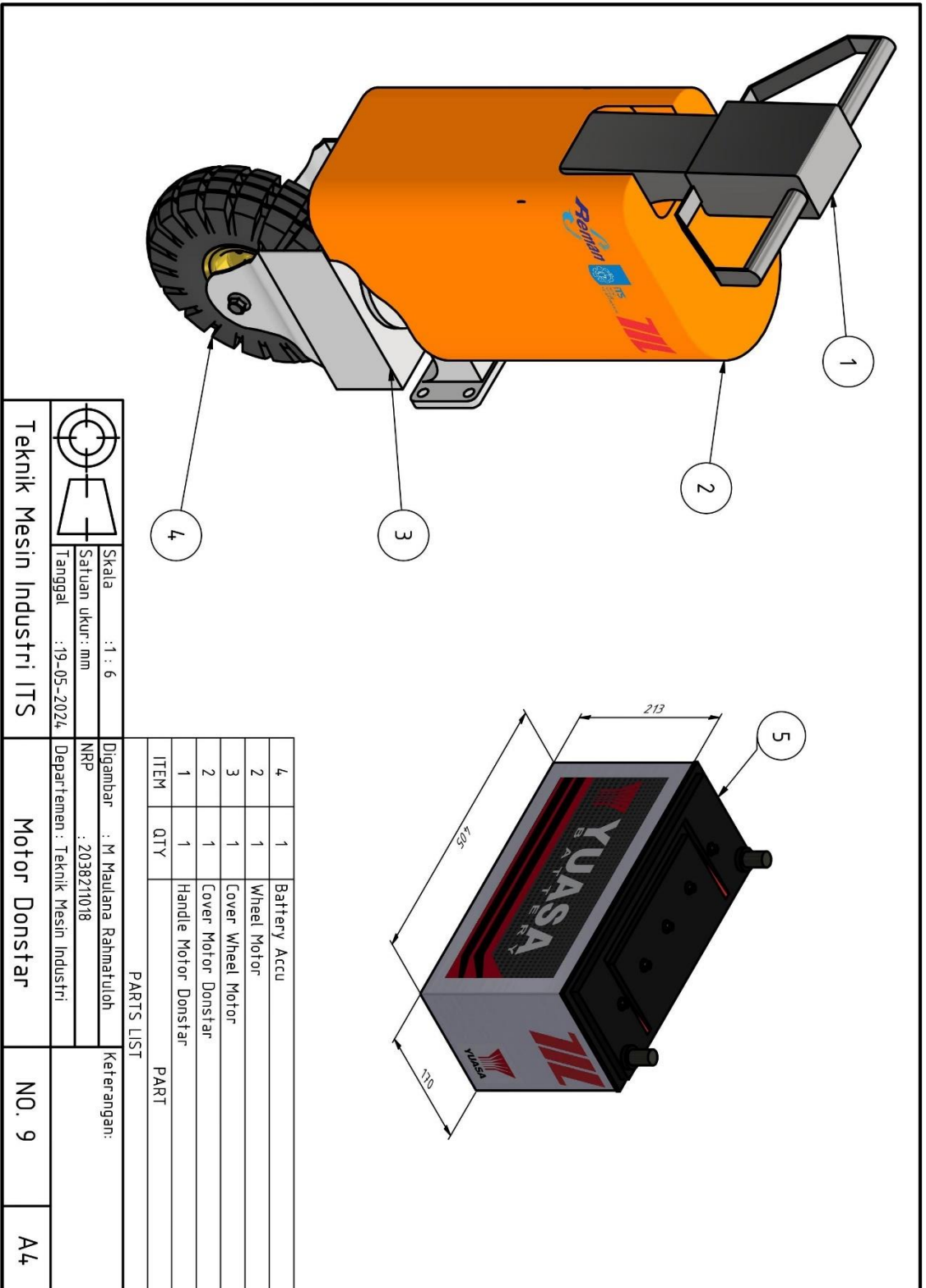
A4

ITEM	QTY	PART	MATERIAL
5	1	Extender Joint	Steel
4	1	Extender Utama	Steel
3	1	Cover Nampan	stainless steel
2	2	Wheel	
1	1	Frame House Battery	Steel

PARTS LIST

Keterangan:





Lampiran 6. Form Bukti Bimbingan Magang (Dosen Departemen)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
 Kampus ITS Sukolilo-Surabaya 60111
 Telp: 031-5922942, 5932625, Fax 5932625 PABX: 1275
 Email : mesin_fvokasi@its.ac.id

LEMBAR ASISTENSI

MATA KULIAH: MAGANG INDUSTRI (vw231905)

Nama Mahasiswa : M Maulana Rahmatulloh
 NRP : 2038211018
 Dosen Pembimbing : Ir. Suhariyanto, M.Sc
 Judul : Perancangan Kereta Engine Stand Dengan Menggunakan Penggerak Motor Guna Mengurangi Lead Time Proses aktivitas Support Pada Area Engine Assembly PT. KRA

No.	Tanggal	Materi	Tanda Tangan
1	28/05/2024	Asistensi Judul Laporan Magang	
2	24/06/2024	Asistensi Bab 1 - 3	
3	03/07/2024	Asistensi Bab 1 - 4 dan Penulisan	
4	11/07/2024	Asistensi Bab 1 - 5 dan Penulisan	
5	12/07/2024	Asistensi Penulisan Bab	
6	15/07/2024	Asistensi Keseluruhan Bab	

Lampiran 7. Form Penilaian Magang Dosen Departemen

Lampiran 8. Curriculum vitae

M MAULANA RAHMATULOH

085705425641 | iana05435@gmail.com | <http://linkedin.com/in/m-maulana-rahmatuloh-719035247>

Jl. Persatuan RT 31 Manggar Baru, Balikpapan Timur, Kota Balikpapan

Saya merupakan Mahasiswa tahun ketiga di Institut Teknologi Sepuluh Nopember jurusan Teknik Mesin Industri. Saat ini saya aktif berkontribusi pada bengkel otomotif dan manufaktur. Saya mempunyai jiwa bersemangat, serta dapat diandalkan, dan pekerja keras. Saya selalu bertanggung jawab terhadap setiap tugas dan keinginan yang kuat untuk menjadi seseorang yang mandiri.

Education

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Teknik Mesin Industri - Surabaya, Indonesia <i>College Student in, 3.35/4.00</i>	Jul 2021 - Sekarang
SMKN 5 BALIKPAPAN, Teknik Pemesinan Kapal- Balikpapan, Kalimantan Timur	Jul 2018 - Jun 2021

Work Experiences

Video Editor Content Creator – Balikpapan <i>Pengeditan, Penyusunan Waktu, Efek Visual, Grading warna, Titling dan Grafis</i>	Mei 2020 - Dec 2021
<ul style="list-style-type: none">• Memotong klip untuk menghilangkan bagian yang tidak diinginkan, Menentukan durasi klip dan urutan waktu untuk mencapai ritme serta mensinkronisasi audio dan video, Menambahkan atau menggunakan efek khusus atau transisi untuk meningkatkan kualitas visual, Menyesuaikan warna dan Tingkat kecerahan untuk memberikan tampilan visual yang konsisten, Menambahkan judul, teks, dan grafis untuk memberikan informasi tambahan atau meningkatkan estetika.	

Organisational Experience

UKM MARITIME CHALLENGE - Institut Teknologi Sepuluh Nopember <i>Divisi Pembuatan, Perbaikan dan Perawatan Kapal</i>	Mar 2022 – Feb 2023
<ul style="list-style-type: none">• Bertugas dan berorientasi pada pembuatan perbaikan dan perawatan kapal, serta meningkatkan hardskill anggota UKM dalam penggunaan alat yang menunjang kegiatan produksi, perbaikan dan perawatan aset UKM Maritime Challenge berupa kapal Yole de Bantry dan perlengkapannya	
HMDM ITS - Institut Teknologi Sepuluh Nopember <i>Staff Magang</i>	Nov 2022 – Des 2022
<ul style="list-style-type: none">• Membuat Grand Design Event Service Gratis dengan inovasi – inovasi dalam kemajuan dunia otomotif	
BSO BENGKEL DTMI - Institut Teknologi Sepuluh Nopember <i>Staff Operasional</i>	Mar 2023 - Sekarang
<ul style="list-style-type: none">• Melayani perbaikan dan perawatan harian sepeda motor	

Committee Experience

SERVIS GRATIS - Surabaya, Indonesia <i>Kepala Divisi Sponsorship dan Fundraising</i>	Juni 2023 - Okt 2023
<ul style="list-style-type: none">• Melakukan pengembangan strategi untuk menarik dan menjalin kerja sama dengan sponsor• Membuat paket sponsorship yang menarik dan sesuai dengan kebutuhan sponsor	
Staff Divisi Mekanik	Sept 2022 – Okt 2022
<ul style="list-style-type: none">• Melakukan perbaikan dan perawatan terhadap sepeda motor dengan jumlah 100 Motor pada event Service Gratis• Mengikuti pelatihan atau pencerdasan dalam melakukan perawatan dan perbaikan sepeda motor	
INI LHO ITS - Surabaya, Indonesia <i>Staff Divisi Operasional</i>	Nov 2022 - Jan 2023
<ul style="list-style-type: none">• Melakukan pengadaan dan kebutuhan teknis serta meastikan keamanan dan perizinan dari rangkaian kegiatan Ini Lho ITS!	
Staff Divisi Publikasi dan Dokumentasi	Des 2021 - Jan 2022
<ul style="list-style-type: none">• Membuat logo dan membuat Design Feed Instagram	
STEERING COMMITTEE HMDM ITS - Institut Teknologi Sepuluh Nopember <i>Kaderisasi Tahun 2023</i>	Des 2022 - Oct 2023
<ul style="list-style-type: none">• Mengkonsep alur dan merancang nilai-nilai dengan cara mengalisis terhadap objek untuk di sampaikan kepada mahasiswa baru Angkatan 2022	

ORGANIZING COMMITTEE FAKULTAS VOKASI - Institut Teknologi Sepuluh Nopember <i>Kestari Data LKMM PRA – TD Fakultas Vokasi</i>	Desember 2022
<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan perekapan data dalam kehadiran, keaktifan, dan kerapian kepada peserta 	
PEMILU ITS 2023 – Institut Teknologi Sepuluh Nopember <i>Panitia Pengawas Pemilu ITS</i>	Jan 2023 – Agu 2023
<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pengawasan terhadap jalannya Pemilu ITS 	
STUDENT ENGINEERING CHALLENGE - Surabaya <i>Staff Ahli Keamanan dan Perizinan SEC 5.0</i>	Juli 2023 – Okt 2023
<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan perizinan dengan surat menyurat terhadap Birokrasi • Melakukan pengamanan hingga acara event dapat berjalan dengan lancar 	
<i>Staff Perlengkapan SEC 4.0</i>	Juli 2022 – Okt 2022
<ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan kebutuhan Teknis yang dibutuhkan pada acara tersebut 	

Skills

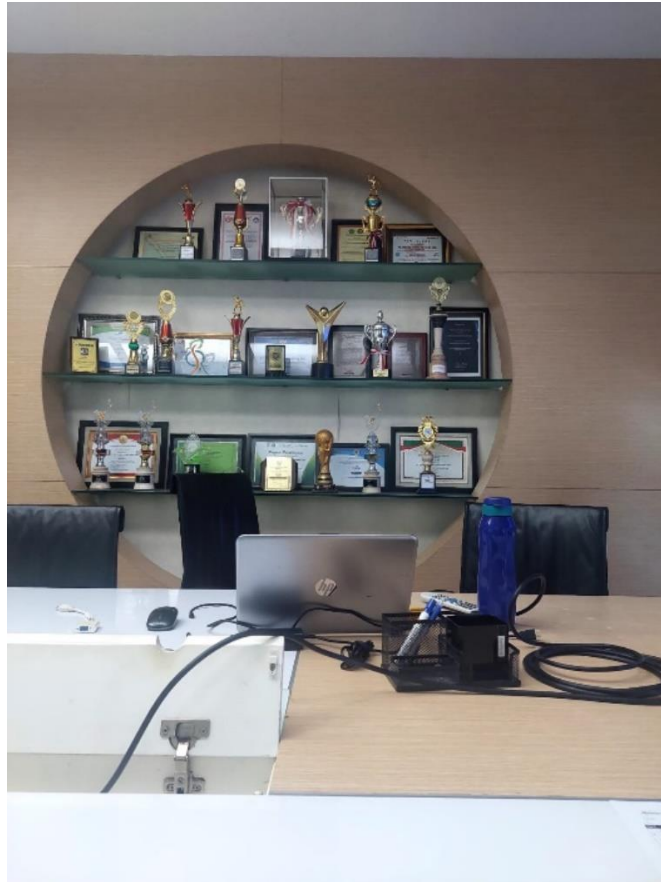
Soft Skill

- Mampu Beradaptasi dengan baik, Bekerja sama dengan Tim dengan baik, Mampu berpikir kritis secara kreatif dan fleksibel, Komunikasi yang cukup baik, Manajemen Waktu

Hard Skill

- Computer Aided Design, Pemesinan Konvensional, Welding, Maintenance terhadap Otomotif, Design Grafis (Adobe Illustrator)

Lampiran 9. Dokumentasi Kegiatan Magang Industri di PT Komatsu Remanufacturing Asia



Kegiatan Safety Introduction pada saat hari pertama masuk magang



Pemasangan bagian part pada komponen piston



Pengukuran endplay pada Crankshaft



Pemasangan Camfollower kebagian camshaft



Pengukuran Endplay dan Backlash terhadap Timing Gear



Proses pemasangan camshaft ke bagian block engine



Pengencangan baut pada bagian bracket engine



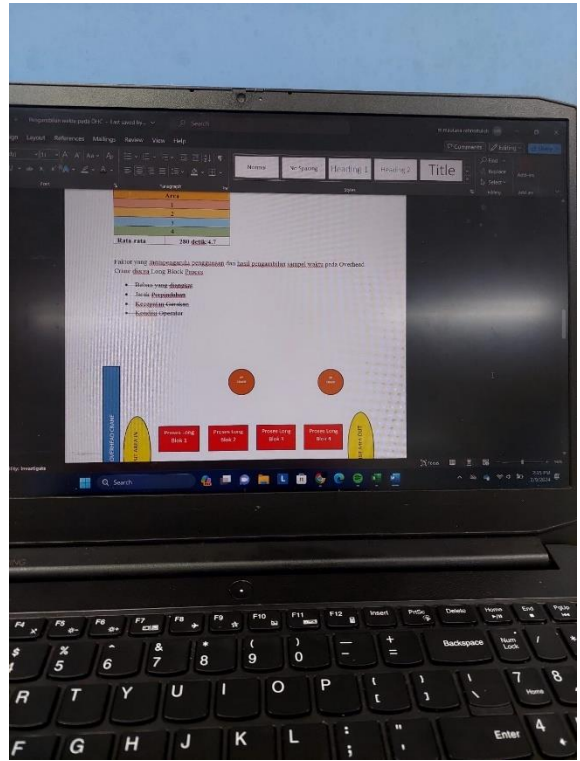
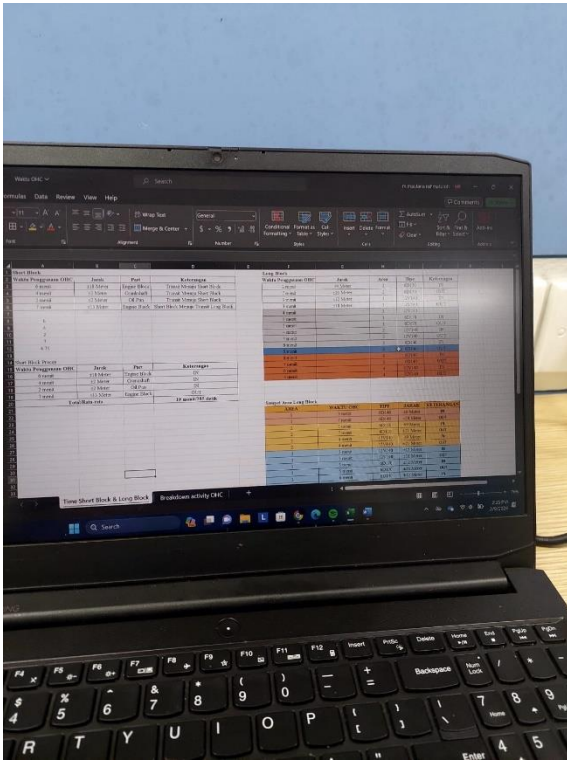
Pengencangan baut pada bagian pulley

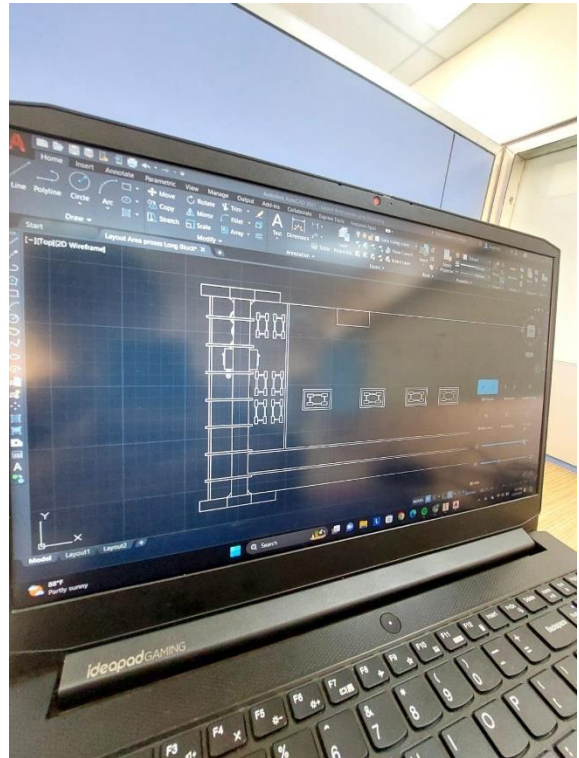
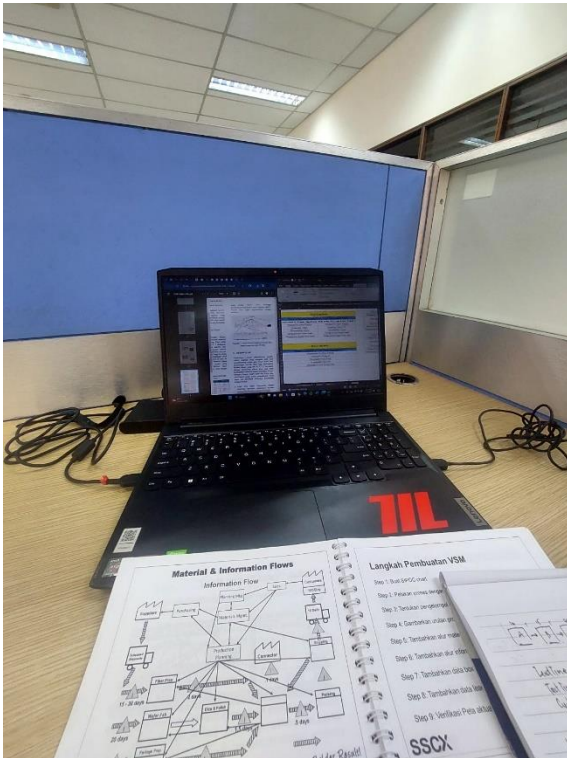


Pemasangan baut pada Cylinder head dan melakukan prepare sebelum melakukan pemasangan Clinder Head

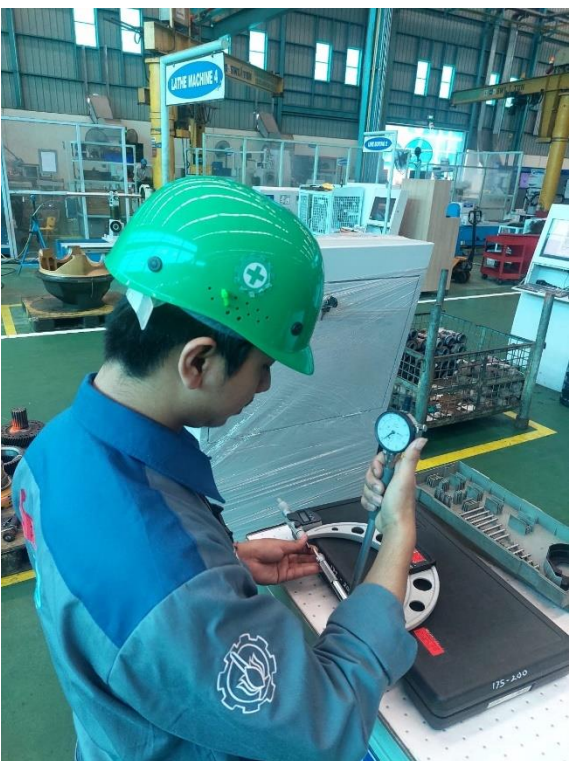


Kegiatan General Safety Meeting











Dokumentasi Presentasi Hasil Magang di PT Komatsu Remanufacturing Asia