

**PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* PADA SEKSI
PLASTIC INJECTION GUNA MENINGKATKAN
EFEKTIVITAS MESIN M10 DI PT AHM**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Penyelesaian Program Diploma IV
Program Studi Teknik Industri Otomotif Pada
Politeknik STMI Jakarta**

**OLEH :
AHMAD DWI IRIANTO
NIM. 1213017**



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
JAKARTA
2018**

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL LAPORAN TUGAS AKHIR :
**PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* PADA SEKSI
PLASTIC INJECTION GUNA MENINGKATKAN
EFEKTIVITAS MESIN M10 DI PT AHM**

DISUSUN OLEH :

NAMA : AHMAD DWI IRIANTO
NIM : 1213017
PROGRAM STUDI : Teknik Industri Otomotif

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disetujui untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis dalam Program Diploma IV Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Menyetujui,
Jakarta, 17 September 2018
Dosen Pembimbing

Muhamad Agus, ST. MT
NIP. 19700829.200212.1.001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Dwi Irianto

Nim : 1213017

Program Studi : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul

“PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* PADA SEKSI *PLASTIC INJECTION* GUNA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN M10 DI PT AHM”

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, assistensi dengan dosen pembimbing dan buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- **Bukan** merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- **Bukan** merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 17 September 2018

Yang Membuat Pernyataan

Ahmad Dwi Irianto

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

**PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* PADA SEKSI
PLASTIC INJECTION GUNA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN
M10 DI PT AHM**

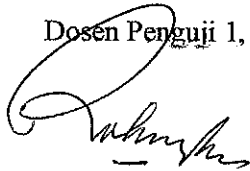
DISUSUN OLEH:

NAMA : AHMAD DWI IRIANTO
NIM : 1213017
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari
Senin Tanggal 6 September 2018

Jakarta, 14 September 2018

Dosen Penguji 1,



(Ir. Mohammad Rachmatullah, MBA)

NIP. 19550407.198403.1.004

Dosen Penguji 2,



(Irma A. Imdam, S.ST, MT)

NIP. 19720801.200312.2.002

Dosen Penguji 3,



(Muhamad Agus, ST, MT)

NIP. 19700829.200212.1.001

Dosen Penguji 4,



(Ir. Suriadi A. Salam, MCom)

NIP. 19581025.198503.1.006



LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Stevanus Dwi Irianto
 NIM : 1213017
 Judul Tugas Akhir : Penerapan Overall Equipment Effectiveness Pada Mesin Plastic Injection Untuk Produksi Part Fender FR Motor Beat Di PT Astra Honda Motor
 Pembimbing : Muhamad Agus S.T., M.T.
 Asisten Pembimbing : _____

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
11-11-2017	-	Konsul Bab I	Agr
12-11-2017	-	Konsul Kerangka Pemecahan Masalah	Agr
13-11-2017	I, II, III	Revisi	Agr
14-11-2017	I, II, III	Revisi	Agr
15-11-2017	I, II, III	Revisi	Agr
16-11-2017	I, II, III	ACC	Agr
16-12-2017	IV	Revisi	Agr
21-12-2017	IV	Revisi	Agr
05-01-2018	IV	Revisi	Agr
06-01-2018	IV	Revisi	Agr
08-01-2018	IV	Revisi	Agr
09-01-2018	IV	ACC	Agr
17-01-2018	V	Revisi	Agr
19-01-2018	V	Revisi	Agr
22-01-2018	V, VI	Revisi	Agr
26-01-2018	V, VI	Revisi	Agr
29-01-2018	V, VI	ACC	Agr

Mengetahui,
Ka Prodi

TIO

Muhamad Agus S.T., M.T.

NIP : 19700829.200212.1.001

Pembimbing

Muhamad Agus S.T., M.T.

Muhamad Agus S.T., M.T.

NIP : 19700829.200212.1.001



SAI GLOBAL

CERTIFICATION SERVICE Pty.Ltd Registration ISO 9001 : 2008 No. Reg QEC 264727

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ahmad Dwi Irianto

Nim : 1213017

Program Studi : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul

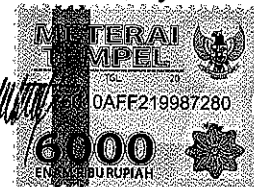
“PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* PADA SEKSI *PLASTIC INJECTION* GUNA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN M10 DI PT AHM”

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, assistensi dengan dosen pembimbing dan buku-buku maupun jurnal-jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- **Bukan** merupakan hasil duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai sebelumnya untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- **Bukan** merupakan karya tulis hasil terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, 17 September 2018

Yang Membuat Pernyataan

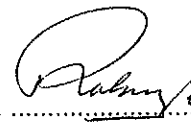
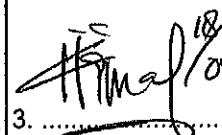
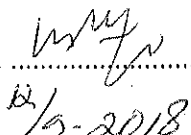
Ahmad Dwi Irianto

LEMBAR PERSETUJUAN
PERBAIKAN HASIL UJIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

NAMA Ahmad Dwi Irianto

NIM 1213017.

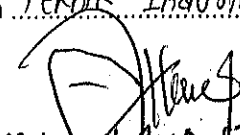
JUDUL SKRIPSI Penerapan Overall Equipment Effectiveness Pada Proses Plastic Injection Gula Meningkatkan Efektifitas Mesin MIO Di PT AHM

NO	PENGUJI / PEMBIMBING	SARAN PERBAIKAN	TANDA-TANGAN
1	PEMBIMBING / ASISTEN : <u>Muhamad Agus ST. MT</u>	x. Lengkapi Keterangan - Keterangan Mengenai kesinambungan antara pembahasan.	1. 
2			2.
1	PENGUJI : <u>Ir. Mohamad Rachratullah,</u> <u>MBA</u>	1. Judul 2. Bab IV : Hal 54, 55, 58, 66, 67, 70 3. Bab V : Hal 82, 85. 4. Bab VI : Hal 88 & 89. 5. Angka VIII ada 2 di daffus & daftar gambar.	1.  17/9/2018
2			2.
3	<u>Irma Agustining Sih (mdam,</u> <u>SST, MT</u>	1. Judul perbaikan 2. Abstrak & lembar Pernyataan Keaslian 3. Formulasi Bab II diberi nomor. 4. Bab IV 5. Bab VI.	3.  18/9/18
4	<u>Ir. Sunadi A. Sakim, Mcom</u>	1. Daftar harus sama dengan isi tulisan. 2. Penulisan sumber harus sesuai Pedoman & Konsisten. 3. Setiap data harus jelas dan utuhnya. 4. Daffus harus sesuai Pedoman & Konsisten.	4.  12/9-2018

Menyatakan materi tersebut telah diperbaiki dan memenuhi syarat untuk yudisium dan wisuda.

Jakarta, 18 September 2018.

Ketua Jurusan Teknik Industri Otomotif.


Muhamad Agus ST. MT
NIP : 19700829.200212.1.001

ABSTRAK

PT AHM merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri manufaktur dalam pembuatan sepeda motor. Lokasi pabrik terletak di beberapa daerah, salah satunya di sunter. Produk yang dihasilkan di PT AHM *plant 1* sunter adalah motor *matic*. PT AHM sudah menerapkan metode TPM namun masih perlu di evaluasi terus menerus dikarenakan umur mesin sudah menua. Untuk menjaga kelangsungan kegiatan produksi maka diperlukan efektivitas mesin yang tinggi. Dalam meningkatkan efektivitas mesin dibutuhkan metode yang mendukung untuk mengukur efektivitas mesin, salah satunya adalah mengenai *Total Productive Maintenance*. Penerapan *Total Productive Maintenance* dalam sebuah perusahaan merupakan salah satu kunci kesuksesan menjadi perusahaan manufaktur terbaik di dunia. *Total Productive Maintenance* adalah salah satu pendekatan dalam pemeliharaan yang mengorganisasikan seluruh karyawan dari *top management* hingga *low management*. Hasil perhitungan tiga faktor OEE selama satu tahun, untuk menentukan besarnya rata-rata nilai *Overall Equipment Efficiency* adalah *availability* sebesar 81,80%, *performance efficiency* sebesar 97,93%, dan *rate of quality* sebesar 92,44%. Sehingga nilai rata-rata *Overall Equipment Efficiency* yang dicapai mesin *plastic injection* sebesar 81,80%, nilai ini masih belum mencapai target yang direkomendasikan *Japan Institute of Plant Maintenance*. Dari ketiga faktor OEE yang belum mencapai target *Japan Institute of Plant Maintenance* yaitu *performance efficiency* dan *rate of quality*. Akar permasalahan yang didapat dari kedua faktor, *performance efficiency* dan *rate of quality* antara lain Kurangnya *skill* operator, tidak sesuai SOP, suhu area produksi panas, proses material *mixing*, material sisa terjebak pada *heater* dan operasional mesin terganggu. Kemudian tindakan yang dapat di implementasikan oleh seksi *Plastic Injection* untuk meningkatkan efektivitas mesin dalam rangka pencapaian *Total Effectiveness* pada *Total Productive Maintenance* di PT AHM yaitu, adanya pelatihan secara berkala terhadap operator dalam menentukan *setting* mesin yang tepat, adanya evaluasi SOP dalam *setting* mesin yang harus diterapkan, dan membuat jadwal perawatan mesin *plastic injection*. Dengan perhitungan *Overall Equipment Efficiency* yang lebih akurat dan dilakukannya evaluasi terhadap hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* setiap bulannya, maka permasalahan-permasalahan dapat dicari solusinya, dan tentunya efektivitas mesin akan meningkat. Dengan meningkatnya efektivitas mesin yang tinggi dan tercapainya tujuan *Total Productive Maintenance*, maka proses produksi pada seksi *Plastic Injection* pun akan berjalan lancar dan target produksi dapat selalu terpenuhi.

Key Words : TPM, Mesin *Plastic Injection*, *Overall Equipment Effectiveness*, *Availability*, *Performance Efficiency*, *Rate of Quality*,

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahuwataalla yang telah memberikan berkah dan rahmatNya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir (TA) ini dengan judul **“PENERAPAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* PADA SEKSI *PLASTIC INJECTION* GUNA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN M10 DI PT AHM”**. Penulisan laporan Tugas Akhir ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi D-IV Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini. Terutama untuk Bapak Antonius Ngatiran S.Pd dan Ibu Anna Claudia Sutarni yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang yang tiada terhingga. Istri saya Karima Pratiwi yang selalu mendukung penulis dalam setiap suasana. Ucapan terima kasih penulis sampaikan juga kepada :

- Bapak Dr. Mustofa, ST, MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Ridzky Kramanandita, S.Kom, MT selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhamad Agus, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Industri Otomotif dan selaku dosen pembimbing penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
- Bapak Ir. Mohammad Rachmatullah, MBA yang telah memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
- Ibu Irma Agustiningsih Imdam, SST, MT yang telah memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
- Seluruh dosen di Politeknik STMI Jakarta yang telah memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat bagi penulis.

- Bapak Bayu, selaku pembimbing yang selalu memberikan ilmu dan saran selama penulis berada pada divisi *plastic injection* di PT Astra Honda Motor.
- Mas Dian selaku staf *Plastic Engineer* yang tidak pernah bosan untuk memberikan ilmu tentang mesin injeksi kepada penulis.
- Seluruh staf *engineering, planner, QCO, polimer, MTC*, teknisi, dan operator yang berada dalam struktur organisasi divisi *plastic injection* yang bersedia menjawab pertanyaan-pertanyaan penulis dan semua ilmu yang diberikan di PT Astra Honda Motor.
- Sahabat-sahabat dekat di Politeknik STMI Jakarta (Aminda, Dede, Halimah, Fitri, Ikra, Fariz, Imam), yang selalu memberikan semangat moral yang tak pernah berhenti.
- Keluarga TMI IA21 2013 yang selalu memberikan semangat.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan baik dalam tata cara penulisan, peletakkan gambar dan lainnya yang terdapat di dalam laporan ini. Oleh karena itu penulis dengan segala kerendahan hati, sangat ingin menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak yang akan mengevaluasi laporan ini, agar kiranya laporan ini tidak hanya menjadi dokumen biasa tetapi dapat digunakan di masa yang akan datang dan dapat berguna bagi kita semua. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 17 September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	6
2.1.1 Tujuan Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>)	7
2.1.2 Jenis-jenis Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	7
2.1.3 Konsep-konsep Pemeliharaan (<i>Maintenance</i>).....	11
2.1.4 Sistem Perawatan	12
2.2. <i>Total Productive Maintenance</i>	13
2.2.1 Pilar <i>Total Productive Maintenance</i>	14
2.2.2 Keuntungan <i>Total Productive Maintenance</i>	20
2.3. <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	21
2.3.1 Tujuan Implementasi <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	24
2.3.2 Pengukuran Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	24
2.4. Diagram Pareto.....	27
2.5. <i>Fishbone</i> Diagram.....	28
2.6. Analisis 5W+1H.....	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Jenis & Sumber Data.....	31
3.1.1 Jenis Data	31

3.1.2	Sumber Data	32
3.2	Metode Pengumpulan Data	32
3.3	Teknik Analisis	33
3.4	Kerangka Pemecahan Masalah (<i>Flowchart</i>)	36
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....		38
4.1.	Pengumpulan Data	38
4.1.1.	Sejarah Perusahaan.....	38
4.1.2.	Visi dan Misi Perusahaan.....	39
4.1.3.	Struktur Organisasi Perusahaan dan Uraian Jabatan.....	39
4.1.4.	Jenis Produk	45
4.1.5.	Jenis Material	46
4.1.6.	Proses Produksi	48
4.1.7.	Jenis-Jenis Reject	50
4.1.8.	Mesin <i>Plastic Injection</i>	51
4.1.9.	Tenaga Kerja dan Jam Kerja	53
4.1.10.	Data Produksi Mesin	53
4.1.11.	Total <i>Available Time</i>	54
4.1.12.	Data <i>Downtime</i> Mesin <i>Plastic Injection</i>	55
4.1.13.	Data <i>Planned Downtime</i> Mesin <i>Plastic Injection</i>	55
4.2.	Pengolahan Data.....	56
4.2.1.	Perhitungan <i>Availability</i>	56
4.2.2.	Perhitungan <i>Performance Efficiency</i>	61
4.2.3.	Perhitungan <i>Rate Of Quality</i>	63
4.2.4.	Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	64
4.2.5.	Perhitungan Penjadwalan Perawatan	65
4.2.6.	Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	67
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		76
5.1.	Analisis Total Efektivitas Mesin	76
5.1.1	Analisis <i>Availability</i>	76
5.1.2	Analisis <i>Performance Efficiency</i>	77
5.1.3	Analisis <i>Rate Of Quality</i>	79

5.1.4	Analisis <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	80
5.2.	Analisis <i>Six Big Losses</i>	81
5.3.	Analisis Diagram <i>Fishbone</i>	82
5.3.1	Analisis <i>Fishbone</i> Penyebab <i>Rework Loss</i>	83
5.4.	Analisis 5W+1H Penyebab <i>Rework Loss</i>	84
5.5.	Analisis MTBF & MTTR	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		89
6.1.	Kesimpulan	89
6.2.	Saran	90
DAFTAR PUSTAKA		ix

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisis 5W+1H.....	30
Tabel 4.1 Data Jenis <i>Reject</i>	50
Tabel 4.2 Data Jam Kerja.....	53
Tabel 4.3 Data <i>Output</i> Yang Diproses Pada Mesin <i>Plastic Injection</i> Periode Januari 2016 – Desember 2016	54
Tabel 4.4 <i>Available Time</i> mesin <i>Plastic Injection</i> periode Januari 2016 - Desember 2016	54
Tabel 4.5 Data Waktu <i>Downtime</i> mesin <i>Plastic Injection</i> periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016.....	55
Tabel 4.6 Data <i>Planned Downtime</i> mesin <i>Plastic Injection</i> periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016.....	56
Tabel 4.7 Hasil perhitungan <i>Loading Time</i> mesin <i>Plastic Injection</i> periode Januari 2016 – Desember 2016	57
Tabel 4.8 Hasil perhitungan <i>Cycle Time</i> dan <i>Ideal Cycle Time</i> periode Januari 2016 – Desember 2016	58
Tabel 4.9 Hasil perhitungan <i>Operation time</i> Mesin <i>Plastic Injection</i> periode Januari 2016 – Desember 2016	60
Tabel 4.10 Perhitungan <i>Availability</i>	61
Tabel 4.11 Perhitungan <i>Performance Efficiency</i>	63
Tabel 4.12 Perhitungan <i>Rate Of Quality</i>	64
Tabel 4.13 Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	65
Tabel 4.14 Perhitungan <i>Mean Time Between Failure</i>	66
Tabel 4.15 Perhitungan <i>Mean Time To Repair</i>	67

Tabel 4.16 Hasil perhitungan <i>Breakdown Losses</i> mesin <i>Plastic Injection</i>	
Periode Januari 2016 – Desember 2016	68
Tabel 4.17 Hasil perhitungan <i>Setup and Adjusment Loss</i> mesin <i>Plastic Injection</i>	
Periode Januari 2016 – Desember 2016	69
Tabel 4.18 Hasil perhitungan <i>Idling and minor stoppages</i> mesin <i>Plastic Injection</i>	
Periode Januari 2016 – Desember 2016	71
Tabel 4.19 Hasil perhitungan <i>Reduce Speed Loss</i> mesin <i>Plastic Injection</i>	
Periode Januari 2016 – Desember 2016	72
Tabel 4.20 Hasil perhitungan <i>Rework Loss</i> mesin <i>Plastic Injection</i>	
Periode Januari 2016 – Desember 2016	73
Tabel 4.21 Hasil perhitungan <i>Scrap Loss</i> mesin <i>Plastic Injection</i>	
Periode Januari 2016 – Desember 2016	74
Tabel 5.1 Nilai <i>Availability</i>	76
Tabel 5.2 Nilai <i>Performance Efficiency</i>	78
Tabel 5.3 Nilai <i>Rate Of Quality</i>	79
Tabel 5.4 Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectivenes (OEE)</i>	81
Tabel 5.5 Analisis <i>Six Big Losses</i> mesin <i>Plastic Injection</i>	81
Tabel 5.6 Rencana Perbaikan <i>Rework Loss</i>	85
Tabel 5.7 Rekapitulasi MTBF & MTTR Bulan Januari 2016 s.d	
Desember 2016	86
Tabel 5.8 Penjadwalan Perawatan Mesin M10 Bulan Januari 2018	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pilar <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM).....	15
Gambar 2.2 Diagram Pareto.....	28
Gambar 2.3 Contoh <i>Fishbone</i> Diagram	29
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pemecahan Masalah	37
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT AHM <i>Plant</i> 1 Sunter.....	40
Gambar 4.2 Struktur Organisasi Sektor Produksi	41
Gambar 4.3 Fender FR Honda Beat.....	45
Gambar 4.4 <i>Polypropylene</i>	46
Gambar 4.5 <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>	47
Gambar 4.6 <i>Masterbatch Black</i>	47
Gambar 4.7 <i>Flow Process Part Plastic</i>	48
Gambar 4.8 Mesin Injeksi Plastik	51
Gambar 5.1 Grafik <i>Availability</i> Mesin M10	77
Gambar 5.2 Grafik <i>Performance Efficiency</i> Mesin M10	78
Gambar 5.3 Grafik <i>Rate Of Quality</i> Mesin M10	80
Gambar 5.4 Grafik <i>Pareto chart of Six Big Losses</i>	82
Gambar 5.5 Diagram Sebab Akibat <i>Rework Loss</i>	83

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Astra Honda Motor (AHM) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dalam pembuatan sepeda motor. PT AHM memiliki beberapa *plant* diantaranya yaitu *plant* 1 terletak di sunter, *plant* 2 terletak di pegangsaan dua, *plant* 3 berlokasi di cikarang barat dan *plant* 4 berlokasi di karawang . PT AHM *plant* 1 sunter memproduksi tiga tipe sepeda motor yaitu Scoopy, Honda *Beat* Pop, dan Honda *Beat Sporty*. Kegiatan produksi dilakukan dengan membagi stasiun kerja menjadi beberapa bagian seperti *Plastic Injection*, *Painting Plastic*, *Assembly Wheel*, *Assembly Engine*, dan *Assembly Unit*. Penelitian ini dilakukan pada Divisi Produksi di seksi *plastic injection*. Proses produksi yang dilakukan seksi *plastic injection* yaitu untuk memproduksi seluruh bagian plastik yang terdapat pada tiga tipe sepeda motor yang telah disebutkan.

PT AHM selalu melakukan evaluasi data dari divisi produksi untuk mengetahui efektivitas mesin yang ada di seksi *plastic injection*. Penelitian ini difokuskan terhadap mesin M10, serta melakukan tindak lanjut terkait kendala yang ada pada mesin M10. Kendala yang sering terjadi adalah adanya gangguan pada mesin ketika sedang beroperasi sehingga mengakibatkan mesin berhenti atau perlu di *setting* ulang. Berdasarkan kendala tersebut, terdapat beberapa kendala di perusahaan, kendala yang dihadapi tersebut antara lain *setting* mesin berubah dan teknisi lebih menggunakan *feeling* saat *setting* ulang mesin. Selain itu kendala lainnya adalah kurangnya pelatihan kerja terhadap operator, dikarenakan adanya *rolling* terhadap stasiun kerja yang berbeda. Kendala penjadwalan perawatan mesin yang belum tepat mengakibatkan sering terjadinya *breakdown* dan kerusakan minor yang menghambat laju produktivitas dan efektivitas mesin.

PT AHM sudah menerapkan konsep *Total Productive Maintenance* (TPM), namun masih perlu dilakukan evaluasi terus menerus dikarenakan kondisi mesin *plastic injection* sudah menua. Oleh sebab itu tingginya efektivitas mesin

merupakan salah satu bagian yang krusial dalam pencapaian TPM. Perhitungan efektivitas mesin tersebut dilakukan menggunakan salah satu metode untuk mengukur *Total Effectiveness* pada TPM, yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Dengan OEE, kondisi mesin dapat dilihat secara keseluruhan dari segi *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Selanjutnya, dilakukan analisis permasalahan terhadap mesin yang OEE nya masih dibawah standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM).

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai *Overall Equipment Effectiveness* selama satu tahun terhadap mesin *plastic injection* M10 di PT Astra Honda Motor?
2. Apa saja faktor yang menyebabkan *Overall Equipment Effectiveness* pada mesin *plastic injection* M10, masih berada dibawah standar JIPM?
3. Apa rencana tindakan yang dapat dilakukan oleh seksi *plastic injection*, untuk meningkatkan efektivitas mesin M10?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang dapat diambil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan nilai OEE selama satu tahun terhadap mesin *plastic injection* M10 di PT Astra Honda Motor.
2. Menghasilkan faktor-faktor yang menyebabkan OEE pada mesin *plastic injection* M10 masih di bawah standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM).
3. Menghasilkan jadwal pemeliharaan mesin *plastic injection* untuk meningkatkan efektivitas mesin M10.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan tidak melebar ke permasalahan yang lain, maka perlu dilakukan batasan permasalahan, maka dalam penelitian ini diberikan beberapa batasan masalah, yaitu:

1. Penelitian dilakukan di seksi *Plastic Injection* pada PT Astra Honda Motor, Plant Sunter 1.
2. Data yang diambil adalah data produksi periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016.
3. Perhitungan OEE dilakukan terhadap mesin *Plastic Injection* M10 yang sampai sekarang masih beroperasi.
4. Tidak membahas dan memperhitungkan biaya pemeliharaan mesin.
5. Tidak membahas bagian komponen mesin plastik injeksi secara detail.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penulisan tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1. Pihak Perusahaan

Untuk membantu perusahaan membuat perencanaan dalam menentukan mesin injeksi yang nilai efektivitasnya di bawah standar dan membuat perencanaan tindakan perbaikan untuk meningkatkan efektivitas mesin M10.

2. Pihak Peneliti

Mendapatkan kesempatan untuk mengaplikasikan ilmu-ilmu yang selama ini didapat secara akademis, dan mendapatkan tambahan wawasan mengenai dunia kerja secara langsung.

3. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah ilmu dan informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya ke arah yang lebih baik, lebih mendalam dan lebih kompleks.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari 6 (enam) bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat tugas akhir, serta sistematika penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan dan tujuan penelitian dan digunakan sebagai landasan teori dalam menyusun tugas akhir ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah-langkah sistematis yang ditempuh untuk memecahkan masalah agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Langkah-langkah tersebut terdiri dari studi pendahuluan dan studi pustaka, perumusan masalah, tujuan penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis hasil evaluasi, kesimpulan dan saran.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi data-data yang diperoleh dari wawancara dan pengamatan. Data berupa dokumen perusahaan yang sudah ada, terdiri dari sejarah umum perusahaan dan struktur organisasi. Selain itu, pada bab ini juga menguraikan dan menganalisis data yang berkaitan langsung dengan masalah yang dibahas, yaitu pengukuran dan faktor-faktor yang mengurangi maupun meningkatkan OEE. Selanjutnya data tersebut diolah untuk kemudian dilakukan perhitungan menggunakan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness*.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menguraikan tentang analisis yang dilakukan terhadap hasil dari pengolahan data yang telah diuraikan sebelumnya, beserta masalah-masalah yang berkaitan dengan pengolahan data tersebut.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah, serta saran-saran yang mungkin bermanfaat bagi pihak perusahaan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pemeliharaan (*Maintenance*)

Maintenance jika diartikan dalam bahasa Indonesia ialah pemeliharaan. Namun sampai saat ini masih banyak orang yang menganggap *maintenance* itu adalah perawatan. Karena banyak yang menganggap perawatan dengan pemeliharaan itu sama, namun pada kenyataannya sangatlah berbeda antara perawatan dan pemeliharaan. Pemeliharaan dan perawatan tidaklah sama, dimana pengertian dari pemeliharaan yaitu tindakan yang dilakukan terhadap suatu alat atau produk agar produk tersebut tidak mengalami kerusakan, tindakan yang dilakukan yaitu meliputi penyetelan, pelumasan, pengecekan pelumas dan penggantian *part* yang tidak layak lagi. Sedangkan pengertian perawatan yaitu suatu tindakan perbaikan yang dilakukan terhadap suatu alat yang telah mengalami kerusakan agar alat tersebut dapat digunakan kembali.

Menurut Assauri (2004), pemeliharaan (*maintenance*) adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya, sampai pada suatu kondisi yang bisa diterima. Pengertian lain dari pemeliharaan (*maintenance*) adalah kegiatan menjaga fasilitas-fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan agar tercapai suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan dan sesuai dengan yang direncanakan.

Pada dasarnya hasil yang diharapkan dari kegiatan pemeliharaan mesin/peralatan (*equipment maintenance*) mencakup dua hal sebagai berikut:

1. *Condition maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin/peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi sesuai dengan umur ekonomisnya.
2. *Replacement maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sebelum kerusakan terjadi.

Maintenance juga diartikan semua aktivitas penting yang dilakukan untuk menjaga sistem dan semua komponen didalamnya untuk mampu bekerja dengan baik. Pemeliharaan mesin sangat berpengaruh pada produktivitas mesin sehingga pemeliharaan mesin sebaiknya dilakukan di luar waktu produksi atau pemeliharaan dijadwalkan pada waktu tertentu yang tidak mendadak. Semakin sering pemeliharaan dilakukan maka akan semakin meningkatkan biaya pemeliharaan.

2.1.1 Tujuan Pemeliharaan (*Maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan peralatan dan fasilitas mesin memiliki tujuan-tujuan berikut (Assauri, 2004):

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Membantu mengurangi pemakaian atau penyimpanan diluar batas serta menjaga modal yang ditanamkan selama waktu yang ditentukan.
4. Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien secara keseluruhan.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang terendah.

2.1.2 Jenis-Jenis Pemeliharaan (*Maintenance*)

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu: *Preventive Maintenance* dan *Corrective* atau *Breakdown Maintenance* (Assauri, 2004).

1. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*)

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan pencegahan akan terjamin kelancaran kerjanya dan akan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap setiap saat. Berdasarkan hal tersebut maka memungkinkan pembuatan suatu rencana jadwal perawatan dan rencana produksi yang lebih tepat dan efektif dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termaksud kedalam golongan *critical unit*. Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk dalam golongan *critical unit* apabila:

- a. Kerusakan fasilitas atau peralatan produksi akan membahayakan keselamatan atau kesehatan para pekerja.
- b. Kerusakan fasilitas akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.
- c. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- d. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut cukup besar dan mahal.

Apabila *preventive maintenance* dilaksanakan pada fasilitas-fasilitas atau peralatan yang termaksud dalam "*critical unit*", maka tugas-tugas *maintenance* dapatlah dilakukan dengan suatu perencanaan yang intensif untuk unit yang bersangkutan, sehingga rencana produksi dapat dicapai dengan jumlah hasil produksi yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat.

Ruang lingkup pekerjaan *preventive* termasuk pemeriksaan, perbaikan kecil, pelumasan dan penyetelan, sehingga peralatan atau mesin-mesin selama beroperasi terhindar dari kerusakan. Secara umum tujuan dari *preventive maintenance* adalah:

- e. Meminimumkan *downtime* serta meningkatkan efektivitas mesin/peralatan dan menjaga agar mesin dapat berfungsi tanpa ada gangguan.
- f. Meningkatkan efisiensi dan umur ekonomis mesin atau peralatan.

Dalam praktiknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas, *routine maintenance* dan *periodic maintenance*.

2. *Routine Preventive Maintenance*

Routine preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan *routine maintenance* adalah pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan olinya, serta pengecekan isi bahan bakarnya dan mungkin termasuk pemanasan (*warming up*) dari mesin-mesin selama beberapa menit sebelum dipakai beroperasi sepanjang hari. Dengan adanya keterlibatan operator mesin terhadap kegiatan ini dapat mengurangi keterlibatan personil pemeliharaan dalam mengerjakan tugas harian ini.

3. *Periodic Maintenance*

Periodic maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali. *Periodic maintenance* dapat dilakukan pula dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal kegiatan, misalnya setiap seratus jam kerja mesin sekali dan seterusnya. Jadi kegiatan *maintenance* ini tetap secara *periodic* atau berkala. Kegiatan *periodic maintenance* jauh lebih berat daripada *routine maintenance*. Sebagai contoh dari kegiatan *periodic maintenance* adalah pembongkaran karburator ataupun pembongkaran alat-alat di bagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan silinder mesin dan pembongkaran mesin/fasilitas tersebut untuk penggantian roda (*bearing*), serta *service* dan *overhaul* besar ataupun kecil. Keuntungan dilakukan *periodic maintenance* antara lain:

- a. Pengurangan pemeliharaan darurat, hal ini tidak diragukan lagi karena merupakan alasan utama untuk merencanakan pekerjaan pemeliharaan.
- b. Pengurangan waktu menganggur, hal ini tidaklah sama dengan pengurangan waktu reparasi pemeliharaan darurat. Waktu yang digunakan untuk pembelian suku cadang, baik dibeli dari luar atau dibuat lokal

mengakibatkan waktu menganggur, meskipun pekerjaan tersebut adalah pekerjaan darurat, misalnya hanya memasang bagian mesin yang tidak lama.

- c. Meningkatkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi, hal ini erat hubungannya dengan pengurangan waktu menganggur pada mesin atau pelayanan.
- d. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan dan produksi.
- e. Pengurangan penggantian suku cadang.
- f. Meningkatkan efisiensi mesin/peralatan.

4. Pemeliharaan perbaikan (*corrective/breakdown maintenance*)

Corrective atau *breakdown maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadi suatu kerusakan atau kelainan, pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan *corrective maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan dilakukan karena adanya kerusakan yang terjadi, akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan *preventive maintenance*, tetapi sampai pada waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan *maintenance* sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki. Maksud tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali. Dengan demikian apabila perusahaan hanya mengambil kebijaksanaan untuk melakukan *corrective maintenance* saja, maka terdapatlah faktor ketidakpastian (*uncertainly*) dalam kelancaran proses produksinya akibat ketidakpastian atau kelancaran bekerjanya fasilitas, atau peralatan produksi yang ada. Oleh karena itu kebijaksanaan untuk melakukan *corrective maintenance* saja tanpa *preventive*, akan menghambat kegiatan produksi apabila terjadi suatu kerusakan yang tiba-tiba terjadi pada fasilitas produksi yang digunakan.

Secara sepintas terlihat bahwa *corrective maintenance* lebih murah biayanya dibandingkan dengan mengadakan *preventive maintenance*. Hal ini adalah

benar selama kerusakan belum terjadi pada fasilitas/peralatan sewaktu proses produksi berlangsung. Tetapi sekali kerusakan terjadi pada fasilitas/peralatan selama proses produksi berlangsung, maka akibat dari kebijaksanaan *corrective maintenance* saja akan jauh lebih parah daripada *preventive maintenance*. Di samping itu akan terdapat suatu kenaikan yang melonjak dari biaya-biaya perawatan dan pemeliharaan pada saat terjadinya kerusakan tersebut. Oleh karena *corrective maintenance* ini mahal, maka sedapat mungkin harus dicegah dengan mengintensifkan kegiatan *preventive maintenance*. Di samping itu perlu pula kita pertimbangkan bahwa dalam jangka panjang untuk mesin-mesin yang mahal dan termaksud dalam “*critical unit*” dari proses produksi, *preventive maintenance* akan lebih menguntungkan daripada *corrective maintenance* saja.

2.1.3 Konsep-Konsep Pemeliharaan (*Maintenance*)

Dalam melakukan pemeliharaan terhadap mesin/peralatan terdapat konsep yang harus dilakukan agar dapat memenuhi kriteria pemeliharaan yang baik diantaranya:

1. Konsep keandalan (*reliability*)

Adalah probabilitas suatu komponen atau sistem akan beroperasi sesuai dengan fungsi yang ditetapkan dalam jangka waktu tertentu, ketika digunakan dalam kondisi operasional tertentu. Keandalan juga berarti kemampuan suatu peralatan untuk bertahan dan tetap beroperasi sampai batas waktu tertentu (Ebeling, 1997).

2. Konsep keterawatan (*maintainability*)

Adalah probabilitas suatu komponen atau sistem yang rusak akan diperbaiki atau dipulihkan pada kondisi yang telah ditentukan, selama periode waktu tertentu dimana dilakukan perawatan sesuai dengan prosedur yang seharusnya. Keterawatan suatu peralatan dapat didefinisikan sebagai probabilitas peralatan tersebut, untuk bisa diperbaiki pada kondisi tertentu dalam periode waktu tertentu (Ebeling, 1997).

3. Konsep ketersediaan (*Availability*)

Ketersediaan (*availability*) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem menunjukkan kemampuan yang diharapkan pada suatu waktu tertentu ketika dioperasikan dalam kondisi operasional tertentu. Ketersediaan juga dapat diinterpretasikan sebagai persentase waktu operasional sebuah komponen atau sistem selama interval waktu tertentu. Ketersediaan berbeda dengan keandalan, dimana ketersediaan adalah probabilitas komponen berada dalam kondisi tidak mengalami kerusakan, meskipun sebelumnya komponen tersebut telah mengalami kerusakan dan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi operasi normalnya. Oleh karena itu, ketersediaan sistem tidak pernah lebih daripada keandalan sistem. Ketersediaan mengandung dua komponen utama yaitu keandalan (*reliability*) dan keterawatan (*maintainability*). Tingkat keandalan yang rendah dapat diimbangi dengan usaha peningkatan perawatan, sehingga tingkat kecepatan aksi perawatan berpengaruh terhadap tingkat ketersediaan sistem, seperti pada keandalan dan keterawatan. Ketersediaan merupakan probabilitas sehingga teori probabilitas dapat digunakan untuk menghitung nilai ketersediaan (Ebeling, 1997).

2.1.4 Sistem Perawatan

Sistem perawatan adalah semua kegiatan yang berhubungan untuk mempertahankan suatu mesin/peralatan agar tetap dalam kondisi siap untuk beroperasi, dan jika terjadi kerusakan maka diusahakan agar mesin/peralatan tersebut dapat dikembalikan pada kondisi yang baik. Peranan pemeliharaan baru akan sangat terasa apabila sistem mulai mengalami gangguan atau tidak dapat dioperasikan lagi (Dervitsiotis, 1981).

Performance maintenance terdiri dari tiga bagian (Dervitsiotis, 1981), berikut dibawah ini perincian dari tiga bagian tersebut:

1. ***Reliability*** adalah kemungkinan (probabilitas) dimana peralatan dapat beroperasi dibawah keadaan normal dengan baik. *Mean Time Between Failure* (MTBF) adalah rata-rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan

pengoperasian mesin karena *breakdown*. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada rumus dibawah ini :

$$MTBF = \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

2. **Maintainability** adalah suatu usaha dan biaya untuk melakukan perawatan (pemeliharaan). Suatu pengukuran dari *maintainability* adalah *Mean Time To Repair* (MTTR), tingginya MTTR mengindikasikan rendahnya *maintainability*. Dimana MTTR merupakan indikator kemampuan dari operator *maintenance* mesin dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan.

$$MTTR = \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}}$$

Dimana *breakdown time* adalah termasuk waktu menunggu untuk *repair*, waktu yang terbuang untuk melakukan pengetesan dan mendapatkan peralatan yang siap untuk mulai beroperasi.

3. **Availability** adalah mengukur keseluruhan waktu dimana sistem tidak beroperasi karena terjadinya kerusakan alat, persiapan produksi dan penyetelan. Dengan kata lain *availability* diukur dari total waktu dimana peralatan dioperasikan setelah dikurangi waktu kerusakan alat dan waktu persiapan dan penyesuaian mesin yang juga mengidentifikasikan rasio aktual antara *operating time* terhadap waktu operasi yang tersedia (*planned time available* atau *loading time*).

$$\text{Availability} = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$\text{Availability} = \frac{\text{Loading Time} - \text{Down Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

2.2 Total Productive Maintenance

Total Productive Maintenance (TPM) adalah konsep pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja yang bertujuan mencapai efektivitas pada seluruh

sistem produksi melalui partisipasi dan kegiatan pemeliharaan yang produktif, proaktif, dan terencana (Suzaki, 2001).

TPM merupakan suatu sistem perawatan mesin yang melibatkan operator produksi dan semua departemen termasuk produksi, pengembangan, pemasaran dan administrasi. TPM memerlukan partisipasi penuh dari semuanya, mulai manajemen puncak sampai karyawan lini terdepan. Operator bukan hanya bertugas menjalankan mesin, tetapi juga merawat mesin sebelum dan sesudah digunakan.

TPM bertujuan untuk membentuk kultur usaha yang mengejar dengan tuntas peningkatan efisiensi sistem produksi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Sasaran penerapan TPM adalah tercapainya *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident* sepanjang siklus hidup dari sistem produksi sehingga memaksimalkan efektivitas penggunaan mesin. TPM telah dirasakan manfaatnya dalam menunjang kemajuan perusahaan serta kemampuan bersaing secara global.

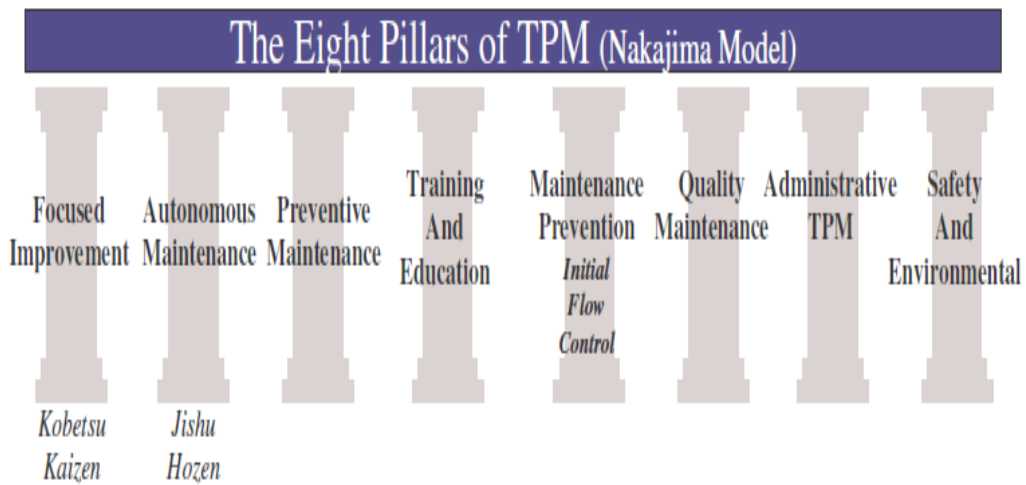
TPM merupakan strategi *improvement* yang diperuntukkan bagi perusahaan secara menyeluruh, yang telah terbukti keberhasilannya yang utamanya adalah melibatkan semua karyawan, tidak hanya karyawan bagian *maintenance* dan produksi. Definisi lengkap TPM memuat 5 hal antara lain:

1. Memaksimalkan efektivitas menyeluruh alat/mesin.
2. Menerapkan sistem *preventive maintenance* yang komprehensif sepanjang umur mesin/peralatan.
3. Melibatkan seluruh departemen perusahaan.
4. Melibatkan semua karyawan dari *top management* sampai karyawan lapangan.
5. Mengembangkan *preventive maintenance* melalui manajemen motivasi aktivitas kelompok kecil.

2.2.1 Pilar *Total Productive Maintenance* (TPM)

Prinsip kegiatan *Total Productive Maintenance* (TPM) diatur sebagai 'pilar'. Terdapat 8 konsep pilar *Total Productive Maintenance* (TPM) yang biasa dikenal dengan istilah 8 Pilar *Total Productive Maintenance*. Delapan pilar *Total Productive Maintenance* (TPM) dapat dilihat pada Gambar

2.1.



Gambar 2.1 Pilar *Total Productive Maintenance* (TPM)

(Sumber : Nakajima, 1988)

1. *Focused Improvement / Kobetsu Kaizen*

" Kai " berarti perubahan, dan " Zen " berarti baik (untuk yang lebih baik). *Kaizen* adalah kebalikan dari inovasi besar spektakuler. *Kaizen* adalah perbaikan kecil dilakukan secara terus menerus dan melibatkan semua orang dalam organisasi. *Kaizen* tidak memerlukan atau sedikit investasi. Prinsip balik *Kaizen* adalah bahwa sejumlah besar perbaikan kecil lebih efektif dalam lingkungan organisasi daripada beberapa perbaikan besar-besaran. Sistematis dengan menggunakan berbagai alat *Kaizen* dalam metode rinci dan menyeluruh menghilangkan kerugian. Tujuannya adalah untuk mencapai dan mempertahankan nol kerugian sehubungan dengan perhentian kecil, pengukuran dan penyesuaian, cacat, dan *downtime* yang tidak dapat dihindari. *Kobetsu Kaizen* menggunakan pendekatan secara khusus yang berfokus pada perbaikan terkait dengan mesin dan terkait dengan penerapan TPM. *Kobetsu Kaizen* dimulai dengan kegiatan yang berfokus penerapannya pada perencanaan, dimana ia akan memiliki pengaruh terbesar dalam bisnis dan mendefinisikan sebuah proyek yang menganalisis informasi operasi mesin, mengungkap limbah, menggunakan bentuk analisis akar penyebab (misalnya, 5W+1H) untuk menemukan penyebab limbah, menggunakan alat untuk membuang sampah, dan langkah-langkah hasil. Tujuan dari TPM adalah

memaksimalkan efektivitas peralatan. TPM memaksimalkan pemanfaatan mesin, bukan hanya ketersediaan mesin. Sebagai salah satu pilar kegiatan TPM, *Kaizen* adalah kegiatan mempromosikan peralatan yang efisien dan pemanfaatan yang tepat dari tenaga kerja, bahan, dan energi.

Focus Improvement mencakup semua kegiatan yang memaksimalkan keseluruhan efektivitas peralatan, proses, dan *plant* tanpa kompromi melalui penghilangan kerugian (*losses*) dan peningkatan kinerja.

2. *Autonomous Maintenance / Jishu Hozen*

Jishu Hozen / Autonomous Maintenance, yang berarti otonom atau perawatan diri, mempromosikan pengembangan operator produksi untuk dapat mengurus tugas pemeliharaan kecil, seperti membersihkan, memeriksa, dan pelumas peralatan mereka, sehingga membebaskan bagian pemeliharaan untuk menghabiskan waktu lebih banyak kegiatan nilai tambah dan perbaikan teknis. Operator bertanggung jawab untuk pemeliharaan peralatan mereka untuk mencegah dari memburuk. *Jishu Hozen* (JH) telah terbukti mengurangi konsumsi minyak sebesar 50 % dan proses waktu dengan 50 %. *Autonomous Maintenance* adalah landasan kegiatan TPM (Nakajima, 1988).

a. Kebersihan

Mesin dalam keadaan bersih lebih mudah untuk beroperasi, diperiksa, dan terpelihara. Ketika mesin dalam keadaan kotor, masalah karat tidak bisa dilihat .

b. Pemeriksaan

Periksa kondisi masing-masing bagian dari peralatan menggunakan indera manusia dari penglihatan, pendengaran, bau, dan sentuh untuk mendeteksi tanda-tanda kegagalan peralatan. Gejala potensi masalah dapat mencakup getaran yang tidak biasa, suara, bau yang abnormal, pemanasan komponen yang abnormal, atau pemandangan yang tidak biasa, seperti asap, *chip* logam, atau kebocoran cairan. Dengan mengidentifikasi potensi masalah dengan inspeksi, kita dapat merencanakan dan melaksanakan perbaikan atau penggantian sebelum kerusakan atau cacat terjadi. Pemeriksaan dapat dibantu melalui penggunaan stiker yang ditempelkan pada peralatan untuk

menunjukkan bahwa panca indera penglihatan digunakan untuk memeriksa pada lokasi. Mengatasi setiap masalah yang ditemukan selama inspeksi dengan penanggulangan segera.

c. Pelumasan

Penggerak utama pada komponen mesin terletak pada sejumlah komponen yang bergerak, misalnya: bantalan, roda gigi, poros, *spindle*, *sprocket*, rantai, tuas, dan *slide*. Tanpa pelumasan yang tepat, semua komponen ini “Akan Gagal”. Mesin harus benar dilumasi untuk mengurangi keausan permukaan, mencegah korosi, meredam guncangan, dan segel keluar kontaminan. Pelumasan yang tepat melibatkan menggunakan tepat jenis pelumas dalam jumlah yang tepat pada waktu yang tepat. Terlalu banyak pelumas dapat menyebabkan masalah termasuk *overheating* komponen, mengumpulkan debu, kotoran, dan puing-puing, juga menyebabkan slip serta bahaya lainnya. Instruksi pelumasan ditemukan di setiap Standar Operasional Proses mesin meliputi daftar peralatan komponen untuk dioleskan, jenis pelumas, *interval* (seberapa sering untuk melumasi), dan jumlah yang tepat pelumas untuk digunakan.

Setiap lokasi mesin pelumasan memiliki warna kode untuk mencocokkan wadah yang digunakan untuk membuang pelumas. Wadah penyimpanan kode warna untuk mencocokkan *dispenser*. Peralatan juga mungkin memiliki warna (kode label pelumasan). Selalu ikuti lembar instruksi pelumasan. Jika memiliki pertanyaan tentang hal ini, selalu tanyakan pada *supervisor* atau pihak yang berwenang.

d. Perbaikan Kecil

Operator produksi harus melakukan perbaikan kecil sesuai dengan pelatihan dan persetujuan oleh pengawasan dari *supervisor* atau pihak yang berwenang.

e. Data Produksi

Bagian dari pekerjaan operator produksi juga mengumpulkan data dan informasi.

3. *Preventive Maintenance*

Preventive maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga, dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan perawatan pencegahan akan terjamin kelancaran kerjanya dan akan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap setiap saat. Berdasarkan hal tersebut maka memungkinkan pembuatan suatu rencana jadwal perawatan dan rencana produksi yang lebih tepat dan efektif dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termaksud kedalam golongan *critical unit*. Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk dalam golongan *critical unit*.

4. *Training And Education*

Training and Education Pillar ini diperlukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan saat menerapkan *Total Productive Maintenance* (TPM). Kurangnya pengetahuan terhadap alat atau mesin yang dipakainya dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan tersebut dan menyebabkan rendahnya produktivitas kerja yang akhirnya merugikan perusahaan. Dengan pelatihan yang cukup, kemampuan operator dapat ditingkatkan sehingga dapat melakukan kegiatan perawatan dasar, sedangkan teknisi dapat dilatih dalam hal meningkatkan kemampuannya untuk melakukan perawatan pencegahan dan kemampuan dalam menganalisis kerusakan mesin atau peralatan kerja. Pelatihan pada level Manajerial juga dapat meningkatkan kemampuan Manajer dalam membimbing dan mendidik tenaga kerjanya (*Mentoring* dan *Coaching skills*) dalam penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM).

5. *Maintenance Prevention / Planned Maintenance*

Tujuan dari *planned maintenance* adalah agar mesin dan peralatan bebas dari masalah sehingga menghasilkan produk terbaik untuk kepuasan pelanggan. *Planned maintenance* mencapai tingkat ketersediaan mesin yang optimum dalam biaya *maintenance*, menghilangkan *spare inventory*, dan memperbaiki *reliability* dan *maintainability* mesin. Dengan *planned maintenance*

berkembang dari pendekatan reaktif ke proaktif. Bagian *maintenance* akan mampu membantu melatih operator untuk menjaga peralatan mereka dengan baik.

6. *Quality Maintenance*

Quality Maintenance (QM) mempunyai target kepuasan pelanggan melalui produk yang dihasilkan mempunyai kualitas tinggi dan bebas cacat. Fokusnya adalah menghilangkan ketidaksesuaian dalam sistem yang ada. Melalui QM, kita akan mengerti bagian dari peralatan yang berakibat pada kualitas produk, menghasilkan kualitas terbaik, dan memindahkan masalah kualitas yang potensial. Perubahan dari reaktif ke proaktif (dari *Quality Control* ke *Quality Assurance*).

Quality Maintenance (QM) mengatur kondisi peralatan untuk mencegah cacat kualitas, berdasarkan konsep penanganan peralatan secara sempurna untuk menghasilkan produk dengan kualitas terbaik. Kondisi ini diukur dalam periode waktu untuk menjamin nilai yang sesuai standar untuk mencegah cacat produk. Akibat dari pengukuran nilai ini adalah bisa memprediksi cacat yang akan terjadi dan mengambil tindakan sebelum hal itu terjadi. Konsep inti dari *Quality Maintenance* adalah mengintegrasikan dan mengeksekusi struktur, praktek dan metodologi didirikan dalam *Focussed Improvement*, *Autonomous Maintenance*, *Planned Maintenance* dan *Preventive Maintenance*. *Quality Maintenance* terjadi selama proses perencanaan peralatan dan desain, pengembangan teknologi produksi, dan produksi manufaktur dan aktivitas pemeliharaan (Shirose, 1996).

Quality Maintenance (QM) mendukung *Quality Assurance* melalui kondisi peralatan bebas cacat. Fokusnya adalah untuk penerapan yang efektif dari operator *Quality Assurance* (QA) dan menghilangkan sumber kerugian. Peluang dari perancangan *Poka-Yoke* akan diimplementasikan secara praktis.

7. *Administrative TPM / Office TPM*

Office TPM Pillar harus dimulai setelah menjalankan empat pilar yang lain (*Jishu Hozen*, *Kobetsu Kaizen*, *Quality Maintenance*, and *Planned Maintenance*). *Office TPM Pillar* harus mengacu pada perbaikan produktivitas,

efficiency dalam fungsi administrasi dan mengidentifikasi serta menghilangkan kerugian. Ini mencakup analisa proses dan prosedur untuk meningkatkan *office automation*.

8. *Safety, Health And Environmental*

Safety, Health and Environment pillar sama pentingnya dengan tujuh pilar lainnya. Shirose menjelaskan keselamatan sebagai "*the maintenance of peace of minds*" (Shirose, 1996).

Fokus dari pilar ini adalah membuat aman area kerja dan sekitar area yang tidak berbahaya sesuai proses dan prosedur. Pilar ini memainkan peranan penting dan mendasari pilar-pilar yang lain. Program TPM tidak akan bermakna tanpa fokus pada kesehatan, keselamatan kerja dan lingkungan. Memastikan keandalan peralatan, mencegah kesalahan manusia, dan menghilangkan kecelakaan dan polusi adalah prinsip-prinsip kunci dari TPM.

Para pekerja harus dapat bekerja dan mampu menjalankan fungsinya dalam lingkungan yang aman dan sehat. Dalam pilar ini, perusahaan diwajibkan untuk menyediakan lingkungan yang aman dan sehat serta bebas dari kondisi berbahaya. Tujuan pilar ini adalah mencapai target tempat kerja yang "Accident Free" (Tempat kerja yang bebas dari segala kecelakaan).

2.2.2 Keuntungan Total Productive Maintenance (TPM)

Apabila TPM berhasil diterapkan, maka keuntungan-keuntungan yang akan diperoleh oleh perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Untuk operator lingkungan kerja.
 - a. Lingkungan kerja yang lebih bersih, rapih, dan aman sehingga dapat meningkatkan efektivitas kerja operator.
 - b. Kerusakan ringan dari mesin dapat langsung diselesaikan oleh operator.
 - c. Efektivitas mesin itu sendiri dapat ditingkatkan.
 - d. Kesempatan operator untuk menambah keahlian dan pengetahuan serta melakukan perbaikan metode kerja yang lebih baik dan lebih efisien.
2. Untuk departemen pemeliharaan.
 - a. Mesin, peralatan, dan lingkungan kerja selalu bersih dan dalam kondisi yang baik.

- b. Frekuensi dan jumlah pemeliharaan darurat semakin berkurang, departemen pemeliharaan hanya melakukan pekerjaan yang membutuhkan keahlian khusus saja.
- c. Waktu untuk melakukan *preventive maintenance* lebih banyak dan mempunyai kesempatan untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan.

2.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Total productive maintenance (TPM) merupakan ide orisinal dari Nakajima yang menekankan pada pendayagunaan dan keterlibatan sumber daya manusia dan sistem *preventive maintenance* untuk memaksimalkan efektivitas peralatan dengan melibatkan semua departemen dan fungsional organisasi. *Total productive maintenance* didasarkan pada tiga konsep yang saling berhubungan yaitu (Nakajima, 1988) :

1. Memaksimalkan efektivitas permesinan dan peralatan.
2. Pemeliharaan secara mandiri oleh pekerja.
3. Aktivitas grup kecil.

Dengan konteks ini OEE dapat dianggap sebagai proses mengkombinasikan manajemen operasi dan pemeliharaan peralatan serta sumber daya. TPM memiliki dua tujuan yaitu tanpa interupsi kerusakan mesin (*zero breakdowns*) dan tanpa kerusakan produk (*zero defects*). Dengan pengurangan kedua hal tersebut diatas, tingkat penggunaan peralatan operasi akan meningkat, biaya dan persediaan akan berkurang dan selanjutnya produktivitas karyawan juga akan meningkat. Tentu saja dibutuhkan proses untuk mencapai hal tersebut, bahkan membutuhkan waktu yang menurut Nakajima berkisar tiga tahun tergantung besarnya perusahaan. Sebagai langkah awal, perusahaan perlu untuk menetapkan anggaran untuk perbaikan kondisi mesin, melatih karyawan mengenai peralatan dan permesinan. Biaya aktual tergantung pada kualitas awal peralatan dan permesinan. Biaya aktual tergantung pada kualitas awal peralatan dan keahlian dari *staff maintenance*. Begitu produktivitas meningkat tentu saja semua biaya ini akan tertutupi dengan cepat.

Semua aktivitas peningkatan kinerja pabrik dilakukan dengan meminimalkan *input* dan memaksimasimalkan *output*. Keluaran tidak saja menyangkut produktivitas tetapi terhadap kualitas yang lebih baik, biaya yang lebih rendah, penyerahan tepat waktu, peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja, moral yang lebih baik serta kondisi dan lingkungan kerja yang semakin menyenangkan.

Nakajima juga menyarankan *Overall Equipment Effectiveness* untuk mengevaluasi perkembangan dari TPM karena keakuratan data peralatan produksi sangat esensial terhadap kesuksesan perbaikan berkelanjutan dalam jangka panjang. Jika data tentang kerusakan peralatan produksi dan alasan kerugian-kerugian produksi tidak dimengerti, maka aktivitas apapun yang dilakukan tidak akan dapat menyelesaikan masalah penurunan kinerja sistem operasi. Kerugian produksi bersama-sama dengan biaya tidak langsung dan biaya tersembunyi merupakan mayoritas dari total biaya produksi. Itulah sebabnya Nakajima mengatakan OEE sebagai suatu pengukuran yang mencoba untuk menyatakan/menampakkan biaya tersembunyi ini. Inilah yang menjadi salah satu kontribusi penting OEE, dengan teridentifikasinya kerugian tersembunyi yang merupakan pemborosan besar yang tidak disadari.

Untuk mencapai efektivitas peralatan keseluruhan (*Overall Equipment Effectiveness*), maka langkah pertama yaitu fokus untuk menghilangkan kerugian utama (*six big losses*) yang dibagi dalam tiga kategori yang merupakan penghalang terhadap efektivitas peralatan, adapun *losses* tersebut adalah:

1. *Downtime*

- a. *Breakdown Losses/Equipment Failures* yaitu kerusakan mesin/peralatan yang tiba-tiba atau kerusakan yang tidak diinginkan tentu saja akan menyebabkan kerugian, karena kerusakan mesin akan menyebabkan mesin tidak beroperasi menghasilkan *output*. Hal ini akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia dan kerugian material serta produk cacat yang dihasilkan semakin banyak.
- b. *Setup and Adjustment Losses*/kerugian karena pemasangan dan penyetelan adalah semua waktu *setup* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan

juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan pengganti untuk satu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk proses produksi selanjutnya.

2. *Speed losses*

a. *Idling and minor stoppages*

Idling and Minor Stoppage Losses disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan *idle time* dari mesin. Kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak. Ketika operator tidak dapat memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage* dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai suatu *breakdown*.

b. *Reduced speed*

Reduced Speed Losses yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja optimal (penurunan kecepatan operasi) terjadi jika kecepatan aktual operasi mesin/peralatan lebih kecil dari kecepatan optimal atau kecepatan mesin yang dirancang.

3. *Quality losses*

a. *Process defect* yaitu kerugian yang disebabkan karena adanya produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang. Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, biaya tambahan untuk pengerjaan ulang dan limbah produksi meningkat. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun untuk memperbaiki produk yang cacat. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki produk yang cacat hanya sedikit, kondisi ini menimbulkan masalah yang lebih besar.

b. *Reduce Yield Losses*, kerugian ini timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin atau peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang diharapkan. Kerugian yang timbul bergantung pada faktor seperti kondisi operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan peralatan ataupun operator yang tidak mengerti dengan kegiatan produksi yang dilakukan.

2.3.1 Tujuan Implementasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Penggunaan OEE sebagai *performance indicator*, mengambil periode basis waktu tertentu, seperti: *shiftly*, harian, mingguan, bulanan, maupun tahunan. Pengukuran OEE lebih efektif digunakan pada suatu peralatan produksi. OEE dapat digunakan dalam beberapa jenis tingkatan pada sebuah lingkungan perusahaan.

1. OEE dapat digunakan sebagai “*Benchmark*” untuk mengukur rencana perusahaan dalam performansi.
2. Nilai OEE, perkiraan dari suatu aliran produksi, dapat digunakan untuk membandingkan garis performansi melintang dari perusahaan, maka akan terlihat aliran yang tidak penting.
3. Jika proses permesinan dilakukan secara individual, OEE dapat mengidentifikasikan mesin mana yang mempunyai performansi buruk, dan bahkan mengidentifikasikan fokus dan sumber daya TPM.

Selain untuk mengetahui performa peralatan, suatu ukuran OEE dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk keputusan pembelian peralatan baru. Dalam hal ini, pihak pengambil keputusan mengetahui dengan jelas kapasitas peralatan yang ada sehingga keputusan yang tepat dapat diambil dalam rangka memenuhi permintaan pelanggan.

Dengan menggabungkan dengan metode lain, seperti *Basic Quality Tools* (seperti *Pareto Analysis*, *Cause-Effect Diagram*) dengan diketahui nilai OEE, maka melalui metode tersebut faktor penyebab menurunnya nilai OEE dapat diketahui. Lebih lanjut, melalui faktor-faktor penyebab tersebut, tindakan-tindakan perbaikan dapat segera dilakukan sehingga dapat mengurangi usaha untuk pencarian area perbaikan.

2.3.2 Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* terdiri dari enam kerugian besar, keenam kerugian besar tersebut diukur untuk mengetahui berapa besar *Overall Equipment Effectiveness* sebagai fungsi dari *Availability Ratio*, *Performance Ratio* dan *Quality Ratio*. Perhitungan OEE dan semua fungsinya

serta kerugian yang terjadi, dilakukan dalam beberapa tahap yang disertai dengan penjelasan yang diuraikan sebagai berikut:

1. *Availability ratio* mengukur keseluruhan waktu dimana sistem tidak beroperasi karena terjadinya kerusakan alat, persiapan produksi dan penyetelan. Dengan kata lain *availability* diukur dari total waktu dimana peralatan dioperasikan setelah dikurangi waktu kerusakan alat dan waktu persiapan dan penyesuaian mesin yang juga mengidentifikasi rasio aktual antara *operating time* terhadap waktu operasi yang tersedia (*planned time available* atau *loading time*). Waktu pembebanan mesin dipisahkan dari waktu produksi secara teoritis serta waktu kerusakan dan waktu perbaikan yang direncanakan. Tujuan batasan ini adalah memotivasi untuk mengurangi *planned downtime* melalui peningkatan efisiensi penyesuaian alat serta waktu untuk aktivitas perawatan yang sudah direncanakan.

$$Availability = \frac{Operation\ Time}{Loading\ Time} \times 100\ %$$

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Down\ Time}{Loading\ Time} \times 100\ %$$

Loading Time adalah waktu yang tersedia (*Available Time*) per hari atau per bulan dikurang dengan waktu *Downtime* mesin direncanakan (*Planned Downtime*).

$$Loading\ time = Total\ Available\ Time - Planned\ Downtime$$

Planned downtime adalah jumlah waktu yang sudah direncanakan dan digunakan untuk *briefing* pagi atau *meeting*, sebelum melakukan pekerjaan untuk membahas masalah yang ada di dalam proses pekerjaan atau kegiatan manajemen lainnya.

2. *Performance Efficiency*

Perhitungan *Performance Efficiency* adalah hasil dari perhitungan *operating speed rate* dikalikan dengan *net operating rate*. Perhitungan *performancy efficiency* dapat ditulis dalam formula matematika, sebagai berikut:

$$Performace\ Efficiency = Net\ Operating\ Rate \times Operating\ Speed\ Rate$$

Tingkat kecepatan operasi (*operating speed rate*) peralatan mengacu pada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan kapasitas mesin) dan kecepatan operasi aktual (*actual operation speed*). Perhitungan *operation speed rate* ini dapat ditulis dalam formula matematika, sebagai berikut:

$$\text{Operating speed rate} = \frac{\text{theoretical cycle time}}{\text{Actual cycle time}}$$

Net operating rate mengukur pemeliharaan kecepatan tertentu selama periode waktu tertentu. Angka ini tidak dapat memberi tahu tingkat kecepatan.

$$\begin{aligned} \text{Net operating rate} &= \frac{\text{Actual processing time}}{\text{Operating time}} \\ &= \frac{\text{Processed amount} \times \text{actual cycle time}}{\text{operation time}} \end{aligned}$$

3. *Rate Of Quality* difokuskan pada kerugian kualitas berupa berapa banyak produk yang rusak yang terjadi berhubungan dengan peralatan yang selanjutnya dikonversi menjadi waktu dengan pengertian seberapa banyak waktu peralatan yang dikonsumsi untuk menghasilkan produk yang rusak.

$$\text{Rate Of Quality} = \frac{\text{Processed Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Processed Amount}} \times 100 \%$$

Overall Equipment Effectiveness (OEE) = Availability x Performance Efficiency x Rate Of Quality

4. *Breakdown Losses* = $\frac{\text{Breakdown time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$
5. *Set Up and Adjustment Losses* = $\frac{\text{Total setup \& adjusment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$
6. *Speed losses* = *Idling & minor stoppage Losses* + *Reduced Speed Losses*
7. *Idle&minorstoppages* = $\frac{\text{Operation Time} - (\text{Processed Amount} \times \text{Actual Cycle Time})}{\text{OperationTime}} \times 100\%$
8. *Reduced Speed Losses* = $\frac{(\text{Actual Cycle Time} - \text{Ideal Production Time})}{\text{Actual Cycle Time}} \times 100\%$
9. *Defect Losses* = *Rework Losses* + *Scrap Losses*
10. *Rework Losses* = $\frac{\text{Total Defect}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$
11. *Reduced Yeild/Scrap Losses* = $\frac{\text{Defect Awal}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$

Dengan teridentifikasi enam kerugian besar tersebut, perencanaan program yang sistematis dan jangka panjang dengan tujuan meminimasi *losses* dapat dilaksanakan yang secara langsung akan mempengaruhi elemen-elemen penting dari perusahaan seperti, produktivitas yang meningkat karena berkurangnya kerugian, kualitas juga meningkat sebagai dampak pengurangan kerusakan peralatan, sehingga biaya juga menurun dengan turunnya kerugian-kerugian yang terjadi, serta menurunnya angka kerusakan produk. Dengan demikian waktu penyerahan dapat dijamin lebih tepat waktu karena proses produksi dapat direncanakan tanpa gangguan permesinan.

OEE yang ideal dapat dicapai dengan kondisi, sebagai berikut (Nakajima, 1988) :

- a. *Availability* $\geq 90\%$
- b. *Performance Efficiency* $\geq 95\%$
- c. *Rate of Quality* $\geq 99\%$
- d. OEE $\geq 85\%$

2.4 Diagram Pareto

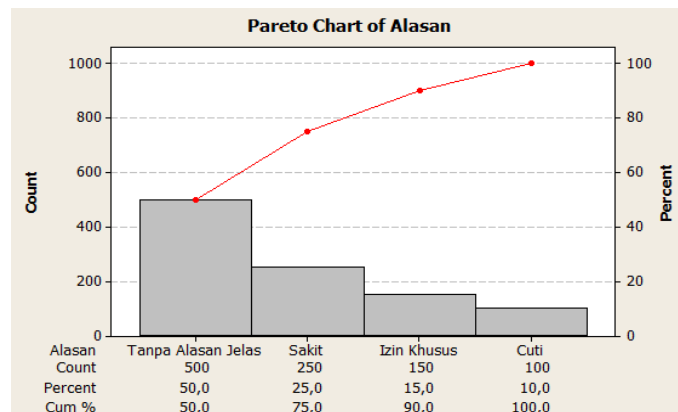
Diagram Pareto dikembangkan oleh Vilfredo Frederigo Samoso yang merupakan pendekatan logis dari tahap awal pada proses perbaikan suatu situasi yang digambarkan dalam bentuk histogram yang dikenal sebagai konsep *vital few* and *the trivial many* untuk mendapatkan penyebab utamanya. Diagram Pareto telah digunakan secara luas dalam kegiatan kendali mutu untuk menangani kerangka proyek; proses program; kombinasi pelatihan, proyek dan proses, sehingga sangat membantu dan memberikan kemudahan bagi para pekerja dalam meningkatkan mutu pekerjaan.

Prinsip Pareto juga dikenal sebagai aturan 80/20 dengan melakukan 20% dari pekerjaan bisa menghasilkan 80% manfaat dari pekerjaan itu. Aturan 80/20 dapat diterapkan pada hampir semua hal, seperti:

1. 80% dari keluhan pelanggan timbul 20% dari produk atau jasa.
2. 80% dari keterlambatan jadwal timbul 20% dari kemungkinan penyebab penundaan.
3. 20% dari produk atau *account* untuk layanan, 80% dari keuntungan anda.

4. 20% dari tenaga penjualan menghasilkan 80% dari pendapatan perusahaan anda.
5. 20% dari cacat sistem penyebab 80% masalahnya.

Prinsip Pareto untuk seorang manajer proyek adalah mengingatkan untuk fokus pada 20% hal-hal yang materi, tetapi tidak mengabaikan 80% masalah. Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.2.

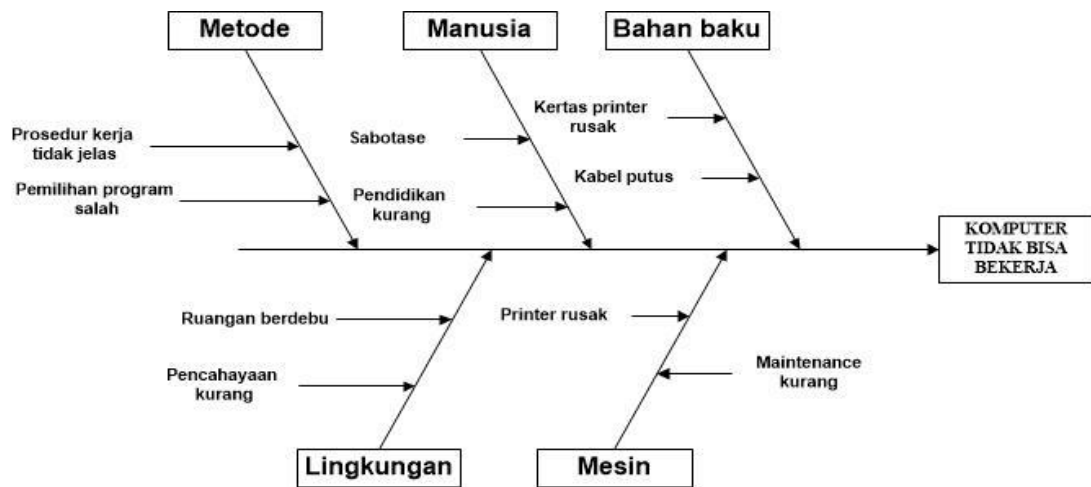


Gambar 2.2. Diagram Pareto
(Sumber: Wignjosoebroto,2003)

2.5 Fishbone Diagram

Fishbone diagram (diagram tulang ikan karena bentuknya seperti tulang ikan) sering juga disebut *Cause-and-Effect* Diagram atau Ishikawa Diagram diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone* diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah tim cenderung jatuh berpikir pada rutinitas.

Fishbone diagram akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, kebijakan, dan sebagainya. Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*. *Fishbone* diagram dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh *Fishbone* Diagram
(Sumber: Wignjosoebroto, 2003)

Dari gambar di atas terlihat bahwa faktor penyebab masalah antara lain terdiri dari: material/bahan baku, mesin, manusia dan metode. Semua yang berhubungan dengan material, mesin, manusia, dan metode yang saat ini dituliskan dan dianalisa faktor mana yang terindikasi menyimpang dan berpotensi terjadi masalah. Ingat, ketika sudah ditemukan satu atau beberapa penyebab jangan puas sampai disitu, karena ada kemungkinan masih ada akar penyebab di dalamnya yang tersembunyi. Dengan menerapkan diagram *fishbone* ini dapat menolong kita untuk dapat menemukan akar penyebab terjadinya masalah khususnya di industri manufaktur dimana prosesnya terkenal dengan banyaknya ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan. Apabila masalah dan penyebab sudah diketahui secara pasti, maka tindakan dan langkah perbaikan akan lebih mudah dilakukan.

2.6 Analisis 5W+1H

5W+1H adalah *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (di mana), *when* (bilamana), *who* (siapa), *how* (bagaimana). Pengembangan rencana tindakan perbaikan, dapat menggunakan 5W+1H *analysis* (Gasperz, 2002). Penggunaan 5W+1H dijelaskan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Penggunaan 5W+1H untuk Tindakan Perbaikan

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i> (apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
Metode	<i>How</i> (bagaimana)?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada.
		Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode	
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.
		Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan.	
Lokasi	<i>Where</i> (dimana)?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
		Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	
Sekuens (urutan)	<i>When</i> (bilamana)?	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan?	
		Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	
Orang	<i>Who</i> (siapa)?	Siapa yang mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	
		Apakah ada orang lain yang dapat aktivitas rencana tindakan itu?	

(Sumber: Gaspersz, 2002)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan suatu cara melakukan sesuatu dengan menggunakan pikiran secara seksama dan sistematis untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyimpulkan data dengan menggunakan metode dan teknik tertentu dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan yang dihadapi. Langkah-langkah yang terstruktur dan sistematis dalam pemecahan masalah ini antara lain sebagai berikut:

3.1 Jenis dan Sumber Data

Salah satu langkah awal yang dilakukan dalam menyusun laporan penelitian adalah mengumpulkan data dari perusahaan yang akan diteliti. Data merupakan salah satu unsur penting sebagai masukan dalam melakukan pengolahan data untuk dibahas dalam laporan ini.

3.1.1 Jenis Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan obyek yang akan diteliti. Informasi tersebut nantinya akan menjadi dasar dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah. Jenis data penelitian terdiri atas:

1. Data Primer

Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung tanpa perantara, dapat berupa opini secara individual atau merupakan hasil observasi terhadap produk (fisik), kejadian atau kegiatan, dan terhadap hasil pengujian. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer yaitu dapat berupa pengamatan langsung dilapangan, serta melakukan wawancara kepada pihak-pihak yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini tidak menggunakan data primer.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang sudah tersedia atau data yang diperoleh melalui data yang telah diteliti dan dikumpulkan oleh pihak lain yang berkaitan dengan permasalahan penelitian. Data-data tersebut sebagai berikut:

- a. Data umum perusahaan.
- b. Visi dan misi perusahaan.
- c. Struktur organisasi dan uraian jabatan.
- d. Tenaga kerja dan jam kerja.
- e. Prosedur produksi.
- f. Jenis-jenis produk yang dihasilkan.
- g. Proses produksi.
- h. Data-data waktu *setup* mesin, data *breakdown* mesin, dan data jenis *reject*.

3.1.2 Sumber Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder. Data sekunder adalah data yang berasal dari data historis pada seksi produksi plastik injeksi di PT Astra Honda Motor.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung dalam menyelesaikan permasalahan yang ada. Adapun metode yang digunakan dalam pengumpulan data dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian Lapangan (*Field Research*)

Penelitian lapangan ini dilakukan guna mencari data, mengumpulkan data serta mengolahnya dengan cara melakukan pengamatan secara langsung di lapangan pada PT Astra Honda Motor. Diskusi juga dilakukan dengan karyawan perusahaan yang bersangkutan dengan bidang yang diamati dalam menyusun tugas akhir ini.

2. Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Dalam penyusunan tugas akhir ini, dilakukan pula penelitian kepustakaan (*library research*) guna memenuhi dasar teori dalam menyusun tugas akhir ini. Penelitian kepustakaan ini dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mempelajari data-data kepustakaan baik yang diperoleh melalui buku-buku, diktat kuliah, jurnal maupun literatur lainnya yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi sehingga dapat menunjang dalam penyusunan tugas akhir ini.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan karyawan PT Astra Honda Motor, yang berhubungan langsung dengan permasalahan yang dihadapi dengan cara mengajukan beberapa pertanyaan mengenai permasalahan tersebut guna memperoleh informasi yang cukup terkait masalah yang sedang dihadapi.

3.3 Teknik Analisis

Langkah-langkah dalam teknik analisis ini dimulai dari survey lapangan pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian. Langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan dilaksanakan untuk mengamati obyek yang akan diteliti. Studi lapangan merupakan salah satu proses kegiatan observasi pengungkapan fakta-fakta, dalam proses memperoleh keterangan atau data dengan cara terjun langsung ke lapangan. Studi lapangan berguna untuk berbagi penelitian dan merupakan cara ilmiah yang dilakukan dengan rancangan operasional, serta dapat memberikan hasil yang lebih akurat untuk menghindari kesalahan penelitian, serta dapat menambah pengalaman. Dari studi lapangan diharapkan dapat diperoleh gambaran tentang pendekatan yang sesuai untuk pelaksanaan penelitian.

2. Perumusan Masalah

Setelah melakukan studi pendahuluan dan studi pustaka, maka tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah. Untuk tahap ini, telah dijelaskan pada bab I.

3. Studi Pustaka

Setelah mengidentifikasi dan merumuskan permasalahan, diperlukan suatu studi pustaka yang dapat dijadikan landasan teori dari penelitian. Studi pustaka akan digunakan untuk mendapatkan kajian secara teoritis, mengenai metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini. Selain itu juga dilakukan studi terhadap penelitian-penelitian yang telah ada sebelumnya, yang dapat dijadikan pertimbangan dan acuan bagi penelitian yang akan dilakukan.

4. Tujuan Penelitian

Setelah melakukan identifikasi dan perumusan masalah, maka langkah selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian ini. Tujuan penelitian ini telah disebutkan pada bab I.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi-informasi yang berkaitan dengan obyek yang akan diteliti. Informasi tersebut akan menjadi dasar dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah. Dibutuhkan beberapa data untuk mendukung proses selanjutnya, yaitu proses pengolahan data. Data yang dibutuhkan tersebut diperoleh melalui data historis perusahaan dan hasil wawancara, Adapun data-data yang dikumpulkan telah dijelaskan pada bagian jenis data.

6. Pengolahan Data

Pada tahap ini dijelaskan tahap-tahap dalam mengolah data terhadap data yang telah diambil dari tahap pengumpulan data, dengan metode-metode yang dipilih guna memecahkan masalah secara baik dan terencana. Adapun langkah-langkah dalam pengolahan data sebagai berikut:

a. Menghitung *Availability*

Availability adalah mengukur keseluruhan waktu dimana sistem tidak beroperasi karena terjadinya kerusakan alat, persiapan produksi dan penyetelan. Dengan kata lain *availability* diukur dari total waktu dimana peralatan dioperasikan setelah dikurangi waktu kerusakan alat dan waktu persiapan dan penyesuaian mesin yang juga mengidentifikasikan rasio aktual antara *operating time* terhadap waktu operasi yang tersedia (*planned time available* atau *loading time*).

b. Menghitung *Performance Efficiency*

Perhitungan *Performance Efficiency* adalah hasil dari perhitungan *operating speed rate* dikalikan dengan *net operating rate*. Tingkat kecepatan operasi (*operating speed rate*) peralatan mengacu pada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan kapasitas mesin) dan kecepatan operasi aktual (*actual operation speed*).

c. *Rate Of Quality* difokuskan pada kerugian kualitas berupa berapa banyak produk yang rusak yang terjadi berhubungan dengan peralatan yang selanjutnya dikonversi menjadi waktu dengan pengertian seberapa banyak waktu peralatan yang dikonsumsi untuk menghasilkan produk yang rusak.

d. Menghitung *Overall Equipment Effectiveness*

Setelah melakukan perhitungan dari ketiga parameter yang dipakai untuk mengetahui OEE, barulah OEE dapat dihitung. Dengan menggunakan formula perhitungan OEE yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

e. Perhitungan *Mean Time Between Failure (MTBF) & Mean Time To Repair (MTTR)*

Mean Time Between Failure (MTBF) adalah rata-rata waktu suatu mesin dapat dioperasikan sebelum terjadinya kerusakan. MTBF ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin, dibagi dengan jumlah/frekuensi kegagalan pengoperasian mesin karena *breakdown*. *Mean Time To Repair (MTTR)* merupakan indikator kemampuan dari operator *maintenance* mesin dalam menangani atau mengatasi setiap masalah kerusakan. MTTR ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari waktu

breakdown dibagi dengan frekuensi kegagalan pengoperasian mesin karena *breakdown*.

7. Analisis dan Pembahasan

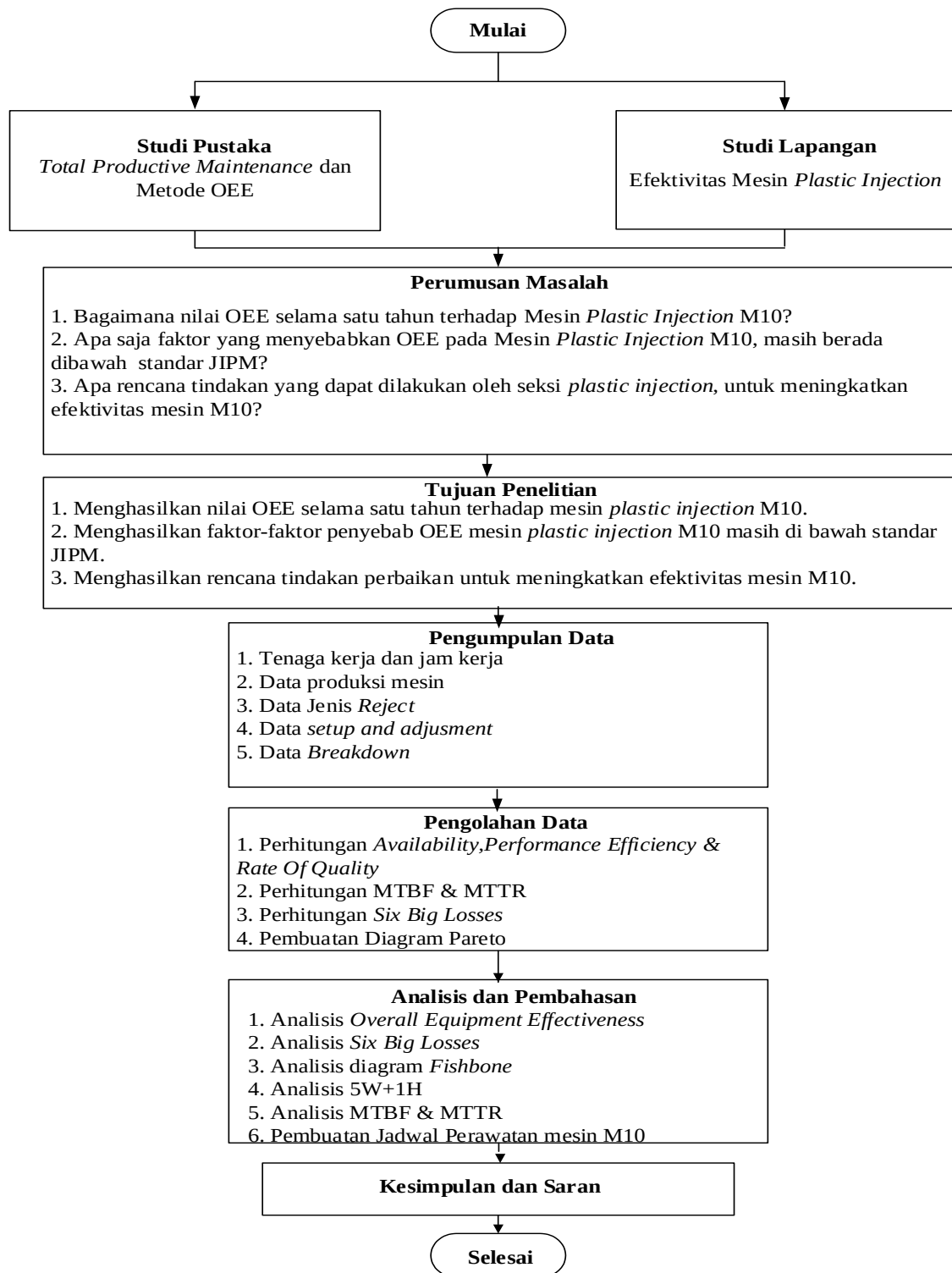
Setelah semua data diolah, maka dilakukan analisis total efektivitas mesin yang terbagi menjadi tiga pengukuran yaitu analisis *availability*, *performance efficiency*, *rate of quality*. Kemudian dilakukan analisa terhadap hasil pengolahan data menggunakan *six big losses*, lalu dibuat diagram pareto untuk mengklasifikasikan masalah, setelah itu membuat diagram *fishbone* untuk menentukan sebab akibat dari permasalahan yang terjadi. Selanjutnya melakukan analisis 5W+1H membuat rencana perbaikan untuk mencegah masalah yang paling dominan di dalam diagram pareto, terakhir yaitu melakukan analisis MTBF & MTTR untuk mengetahui waktu rata-rata antara *breakdown* dengan *breakdown* berikutnya dan mengetahui waktu rata-rata yang digunakan untuk memperbaiki suatu kerusakan mesin.

8. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh setelah memperoleh hasil pengolahan data dan analisa yang dilakukan terhadap data hasil penelitian yang telah diperoleh. Kesimpulan yang diambil, sedapat mungkin harus dapat menjawab semua tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian atas dasar kesimpulan tersebut, penulis memberikan saran kepada perusahaan yang diharapkan dapat memberikan kontribusi kepada kemajuan perusahaan.

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah (*Flowchart*)

Kerangka pemecahan masalah (*Flowchart*) menggambarkan langkah-langkah dalam pemecahan masalah. *Flowchart* pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Flowchart Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data merupakan sebuah keharusan dalam menyusun penulisan karya ilmiah. Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung menyelesaikan permasalahan yang ada. Berikut ini merupakan data yang dikumpulkan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Astra Honda Motor (AHM) merupakan pelopor industri sepeda motor di Indonesia. Didirikan pada 11 Juni 1971 dengan nama awal PT Federal Motor. Saat itu, PT Federal Motor hanya merakit, sedangkan komponennya diimpor dari Jepang dalam bentuk CKD (*completely knock down*). Tipe sepeda motor yang pertama kali di produksi Honda adalah tipe bisnis, S 90 Z bermesin 4 tak dengan kapasitas 90cc. Jumlah produksi pada tahun pertama selama satu tahun hanya 1500 unit, namun melonjak menjadi sekitar 30 ribu pada tahun dan terus berkembang hingga saat ini. Sepeda motor terus berkembang dan menjadi salah satu moda transportasi andalan di Indonesia.

Seiring dengan perkembangan kondisi ekonomi serta tumbuhnya pasar sepeda motor, pada tahun 2001 terjadi perubahan komposisi kepemilikan saham di pabrikan sepeda motor Honda. Pada tahun 2001 PT Federal Motor dan beberapa anak perusahaan di merger menjadi satu dengan nama PT AHM, yang komposisi kepemilikan sahamnya menjadi 50% milik PT Astra International Tbk dan 50% milik Honda Motor Co. Japan.

Saat ini PT AHM memiliki 4 fasilitas pabrik perakitan, pabrik pertama berlokasi di Sunter, Jakarta Utara yang juga berfungsi sebagai kantor pusat. Pabrik kedua berlokasi di Pegangsaan Dua, Kelapa Gading. Pabrik ketiga berlokasi di kawasan MM 2100 Cikarang Barat, Bekasi. Pabrik keempat berlokasi di Karawang. Pabrik keempat ini merupakan fasilitas pabrik perakitan terbaru yang mulai beroperasi sejak tahun 2014. Dengan keseluruhan fasilitas ini PT AHM saat ini memiliki kapasitas produksi 5.8 juta unit sepeda motor pertahunnya, untuk

permintaan pasar sepeda motor di Indonesia yang terus meningkat. Salah satu puncak prestasi yang berhasil diraih PT AHM adalah pencapaian produksi ke 50 juta pada tahun 2015. Prestasi ini merupakan prestasi pertama yang berhasil diraih oleh industri sepeda motor di Indonesia bahkan untuk tingkat ASEAN. Guna menunjang kebutuhan serta kepuasan pelanggan sepeda motor Honda, saat ini PT AHM di dukung oleh 1.800 *showroom* penjualan, 3.600 layanan *service* atau bengkel AHASS (Astra Honda *Authorized Service Station*), serta 7.400 gerai suku cadang, yang siap melayani jutaan pengguna sepeda motor Honda di seluruh Indonesia. Industri sepeda motor saat ini merupakan suatu industri yang besar di Indonesia. Karyawan PT AHM saat ini berjumlah sekitar 18.000 orang.

Pada PT AHM *Plant 1* Sunter terdapat 5 departemen produksi, salah satunya adalah departemen produksi 3 yaitu Divisi *Plastic Injection* dan Divisi *Painting Plastic*.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

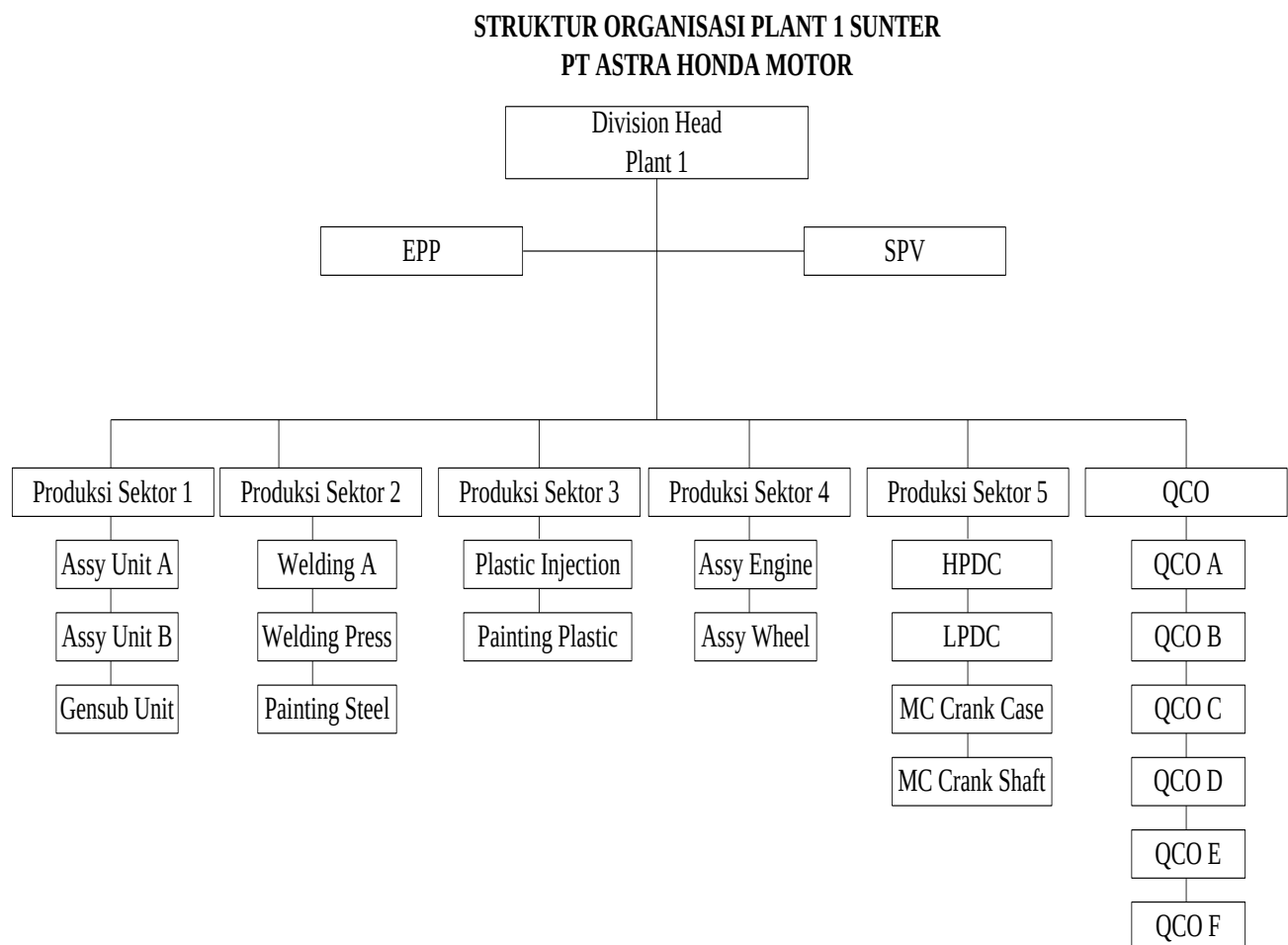
PT AHM berusaha untuk menjadi yang terbaik dalam industri sepeda motor di Indonesia, untuk memberi manfaat bagi masyarakat luas, dalam menyediakan alat transportasi yang berkualitas tinggi, sesuai kebutuhan konsumen, dengan harga yang terjangkau, serta didukung oleh fasilitas manufaktur terpadu, teknologi mutakhir, jaringan pemeliharaan, suku cadang dan manajemen kelas dunia. Dan PT AHM ingin mewujudkan impian konsumen, menciptakan kegembiraan bagi konsumen dan berkontribusi kepada masyarakat Indonesia. PT AHM memiliki misi untuk menyediakan sepeda motor yang berkualitas tinggi dan handal sebagai sarana transportasi bagi masyarakat, sesuai kebutuhan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau dan menciptakan solusi mobilitas bagi masyarakat dengan produk dan pelayanan terbaik.

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan dan Uraian Jabatan

Didalam sebuah perusahaan diperlukan struktur organisasi, agar semua kegiatan yang berkaitan dengan kelancaran tugas, yang akan dikerjakan bisa berjalan lancar dan tidak terjadi kesalahan dalam menyelesaikan *job desk* masing-masing. Uraian jabatan diperlukan agar setiap karyawan perusahaan mengetahui uraian pekerjaan apa saja yang wajib dilaksanakan.

1. Struktur Organisasi Perusahaan

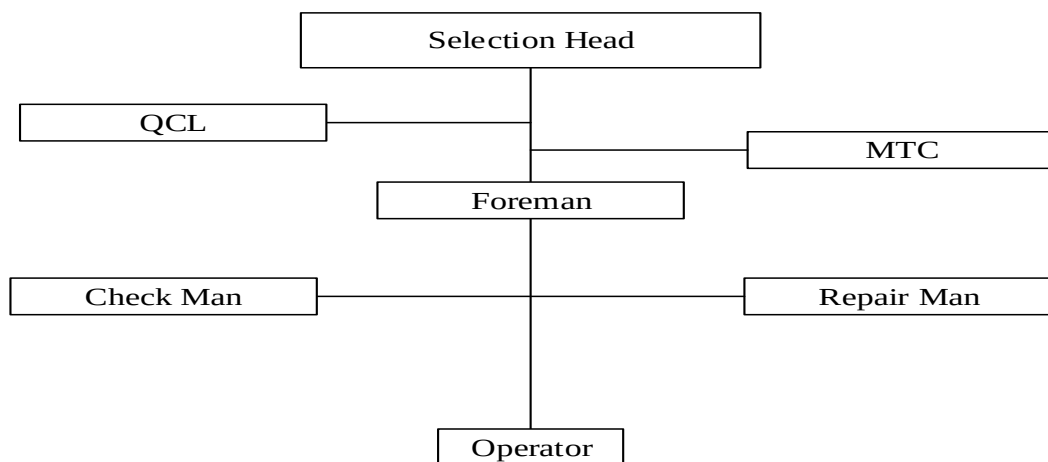
Struktur organisasi yang dianut perusahaan ini adalah, struktur organisasi garis dan staff, dimana asas komando dipertahankan. Tetapi dalam kelancaran tugas pemimpin dibantu oleh para staff, dimana staff berperan memberi masukan, bantuan pikiran, saran, dan informasi yang dibutuhkan. Struktur organisasi memiliki peranan penting dalam menentukan dan mempelancar jalannya roda perusahaan. Pendistribusian tugas, wewenang, dan tanggung jawab serta hubungan satu sama lain dapat digambarkan pada struktur organisasi. Setiap perusahaan yang mempunyai tujuan tertentu akan berusaha semaksimal mungkin untuk membuat hubungan kerja sama baik dan harmonis. Struktur organisasi PT AHM terlihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut:



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT AHM *Plant 1* Sunter
(Sumber: PT AHM)

PT AHM *Plant 1* Sunter terbagi atas lima sektor produksi, pada produksi sektor 1 terdapat *assy unit A*, *assy unit B*, dan *gensub unit*. Pada produksi sektor 2 terdapat *welding A*, *welding press*, dan *painting steel*. Pada produksi sektor 3 terdapat *plastic injection* dan *painting plastic*. Pada produksi sektor 4 terdapat *assy engine* dan *assy wheel*. Dan terakhir pada produksi sektor 5 terdapat *High Pressure Die Casting (HPDC)*, *Low Pressure Die Casting (LPDC)*, *mc crank case*, dan *mc crank shaft*. Pada struktur organisasi PT AHM *Plant 1* Sunter terdapat divisi *Quality Control Operational (QCO)* yang berfungsi untuk mengontrol kualitas di setiap sektor produksi yang ada di PT AHM *Plant 1* Sunter. Struktur organisasi yang baik akan memudahkan pelaksanaan tugas pada masing-masing bagian, serta memudahkan pendelegasian wewenang dari atasan kepada bawahannya, dan secara tidak langsung dapat menciptakan hubungan yang erat antara atasan dengan bawahannya. Pada kegiatan operasionalnya, dalam menetapkan perencanaan untuk mencapai tujuan, diperlukan susunan atau struktur yang baik sehingga diketahui dengan jelas fungsi dan tugas masing-masing dari setiap divisi dari PT AHM. Selain struktur organisasi keseluruhan yang ada di PT AHM, terdapat struktur organisasi yang ada pada setiap sektor produksi di PT AHM. Struktur organisasi dari tiap sektor produksi terdapat pada Gambar 4.2.

STRUKTUR ORGANISASI SEKTOR PRODUKSI PT ASTRA HONDA MOTOR



Gambar 4.2 Struktur Organisasi Sektor Produksi
(Sumber: PT AHM)

2. Uraian Jabatan

Adapun untuk penjelasan struktur organisasi sektor produksi dari PT AHM, berikut adalah garis besar tugas dan wewenang dari masing-masing berdasarkan struktur organisasi di atas.

Tugas dan wewenang secara umum dari masing-masing anggota sektor produksi PT AHM adalah sebagai berikut:

a. *Selection Head*

Wewenang kepala seksi, yaitu:

- 1) Memberhentikan produksi apabila terjadi penyimpangan kualitas dan *safety*.
- 2) Memutuskan *lay-off* produksi atas sepengetahuan *Product Planning Control* (PPC).
- 3) Mengambil tindakan administrasi atau sanksi kepada bawahan yang melanggar ketentuan yang berlaku.
- 4) Memberikan penilaian kerja bawahannya.

Tugas kepala seksi, yaitu:

- 1) Mengatur *loading* pekerjaan sesuai *planning* dan target
- 2) Menjalankan line produksi sesuai *Quality, Cost, Delivery, Safety, Morale* (QCDSM)
- 3) Menghitung kebutuhan *man power* sesuai dengan kebutuhan produksi
- 4) Melakukan *coaching* dan konseling kepada bawahannya
- 5) Membuat laporan rutin
- 6) Menjadi perantara hubungan antar seksi
- 7) Melaksanakan program lingkungan yang menjadi sasaran perusahaan
- 8) Melakukan *improvement* produksi, *quality, cost*, dan *safety*

b. *Foreman*

Uraian wewenang *foreman*, yaitu:

- 1) Memberikan pengarahan atau nasihat kepada bawahannya yang melakukan pelanggaran.
- 2) Memberikan sanksi kepada bawahan yang melakukan pelanggaran
- 3) Mengusulkan sistem rotasi.

- 4) Memberi masukan atau pertimbangan kepada kepala seksi dalam membuat penilaian kerja.

Uraian tugas *foreman*, yaitu:

- 1) Menjaga kelancaran arus produksi.
- 2) Mengontrol hasil produksi dalam hal *quality* dan *quantity*.
- 3) Membuat laporan hasil produksi.
- 4) Mengontrol absensi karyawan.
- 5) Mengkordinir bawahan sesuai tugas dan stasiun kerja.
- 6) Melatih operator baru.
- 7) Melaksanakan program lingkungan dan 5K2S.
- 8) Menjalankan sesuai dengan sistem yang berlaku.

c. *Quality Control Leader (QCL)*

Uraian wewenang QCL, yaitu:

- 1) Mengusulkan untuk menghentikan produksi kepada *foreman* atau kepala seksi bila ditemukan penyimpangan kualitas.
- 2) Menginformasikan pada *Quality Control Production (QCP)* untuk menolak *part* dari seksi sebelumnya bila ditemukan penyimpangan pada *part* tersebut.

Uraian tugas QCL, yaitu:

- 1) Memeriksa hasil proses *part* sesuai standar kualitas.
- 2) Mengisi *checksheet* pemeriksaan rutin kualitas.
- 3) Membantu *foreman* dalam menyusuri *problem identification*.
- 4) Mendata *reject* sesuai dengan standar yang berlaku.
- 5) Mengisi *Work Station Inspection Result Data (WSIRD)*.

d. *Material Tools and Consumable (MTC)*.

Uraian wewenang MTC, yaitu:

- 1) Membuat permintaan pembelian peralatan, *Material* dan perlengkapan kerja dengan persetujuan atasan langsung.
- 2) Mengatur pemakaian perlengkapan kerja sesuai dengan kebutuhan.
- 3) Menolak barang, yang tidak sesuai dengan *Material Requirement Planning (MRP)*.

Uraian tugas MTC, yaitu:

- 1) Mengontrol dan mengelola *Material* , perlengkapan kerja, dan sarana kerja produksi.
- 2) Bertanggung jawab terhadap data stok.
- 3) Keadministrasian seksi dan membuat *Material Requirement* (MR) dalam membuat laporan data produksi.
- 4) Mengambil peralatan kerja dari gudang sesuai dengan sistem yang berlaku.
- 5) Pembukaan pencatatan *part* atau komponen saat masuk dan keluar.
- 6) Menyiapkan peralatan dan perlengkapan keperluan produksi.
- 7) Melakukan pengecekan terhadap peralatan perlengkapan penunjang produksi.
- 8) Membuat *order* pengadaan atau perbaikan perlengkapan keperluan produksi.
- 9) Menyimpan dan merawat peralatan dan perlengkapan kerja yang ada.

e. *Checkman*

Uraian wewenang *checkman*, yaitu:

- 1) Berhubungan dengan *part supply* dalam hal masalah kekurangan *part* dan kesalahan *part*.
- 2) Menandatangani *checksheet* untuk *part-part* yang dikirim dari *part supply* seksi lain.
- 3) Menghentikan *line* sesaat jika terjadi kesulitan pemasangan *part*.

Uraian tugas *checkman*, yaitu:

- 1) Mengontrol beberapa proses kerja operator sesuai dengan OS.
- 2) Membantu operator apabila operator yang bersangkutan mengalami kesulitan dalam proses perakitan.
- 3) Memeriksa *part-part* sebelum dirakit.
- 4) Mengecek kualitas *part* dan menerima *part* dari *part supply*.
- 5) Menjalankan tugas yang diberikan atasan.
- 6) Melaksanakan 5K2S.

f. *Repairman*

Uraian wewenang *repairman*, yaitu melakukan perbaikan *part* untuk produksi.

Uraian tugas *repairman*, yaitu:

- 1) Melakukan reparasi terhadap *part Not Good* (NG)
- 2) Melakukan proses terhadap *part* NG sehingga dapat diganti dengan *part* standar.
- 3) Mengganti *part reject* dengan *Part Preparation* (PP).

g. Operator

Uraian wewenang operator, yaitu mengoperasikan mesin yang menjadi tanggung jawabnya.

Uraian tugas operator, yaitu:

- 1) Melaksanakan tugas sesuai dengan standar proses.
- 2) Menjaga kualitas dengan *check* 100% hasil proses.
- 3) Menjaga 5K2S dan menjalankan OS.
- 4) Merawat mesin dan menjaga sarana yang ada.
- 5) Melaksanakan program lingkungan yang menjadi sasaran perusahaan.

4.1.4 Jenis Produk

Seksi *Plastic Injection* memproduksi banyak *part* plastik, salah satunya adalah *Fender FR* dari motor Honda Beat. Gambar dari *Fender FR* motor Honda Beat, dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Fender FR* Honda Beat
(Sumber: PT AHM)

Adapun dalam penelitian ini hanya mengamati mesin yang digunakan dalam produksi *part* plastik.

4.1.5 Jenis Material

Seksi *Plastic Injection* memproduksi *part* plastik dengan bahan dasar *Polypropylene* (PP) dan *Acronitrile Butadiene Styrene* (ABS). PP memiliki ciri yaitu tahan terhadap bahan kimia, memiliki sifat ulet yang baik, penyerapan kadar air yang rendah, ketahanan pukulnya rendah, serta sering digunakan sebagai bahan dasar plastik pada perusahaan manufaktur otomotif. PP memiliki titik leleh yang tinggi yaitu 190-200° C memiliki tingkat kristalisasi antara 130-135° C. Contoh dari PP dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 *Polypropylene*
(Sumber: PT AHM)

Sedangkan ABS memiliki sifat yaitu tahan terhadap bahan kimia, stabil terhadap panas, mudah diproses, dan penyerapan kadar airnya tinggi. Selain itu, ABS biasa digunakan untuk *part* plastik yang nantinya memerlukan pelapisan cat. ABS juga memiliki sifat higroskopis yaitu memiliki kemampuan yang baik dalam menyerap molekul air. ABS dapat cair dengan temperature 200-280° C. ABS banyak digunakan untuk gagang telepon, perabotan, interior bagian luar dan dalam kendaraan, serta perlengkapan otomotif lainnya. Contoh ABS dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Acronitrile Butadiene Styrene*
(Sumber: PT AHM)

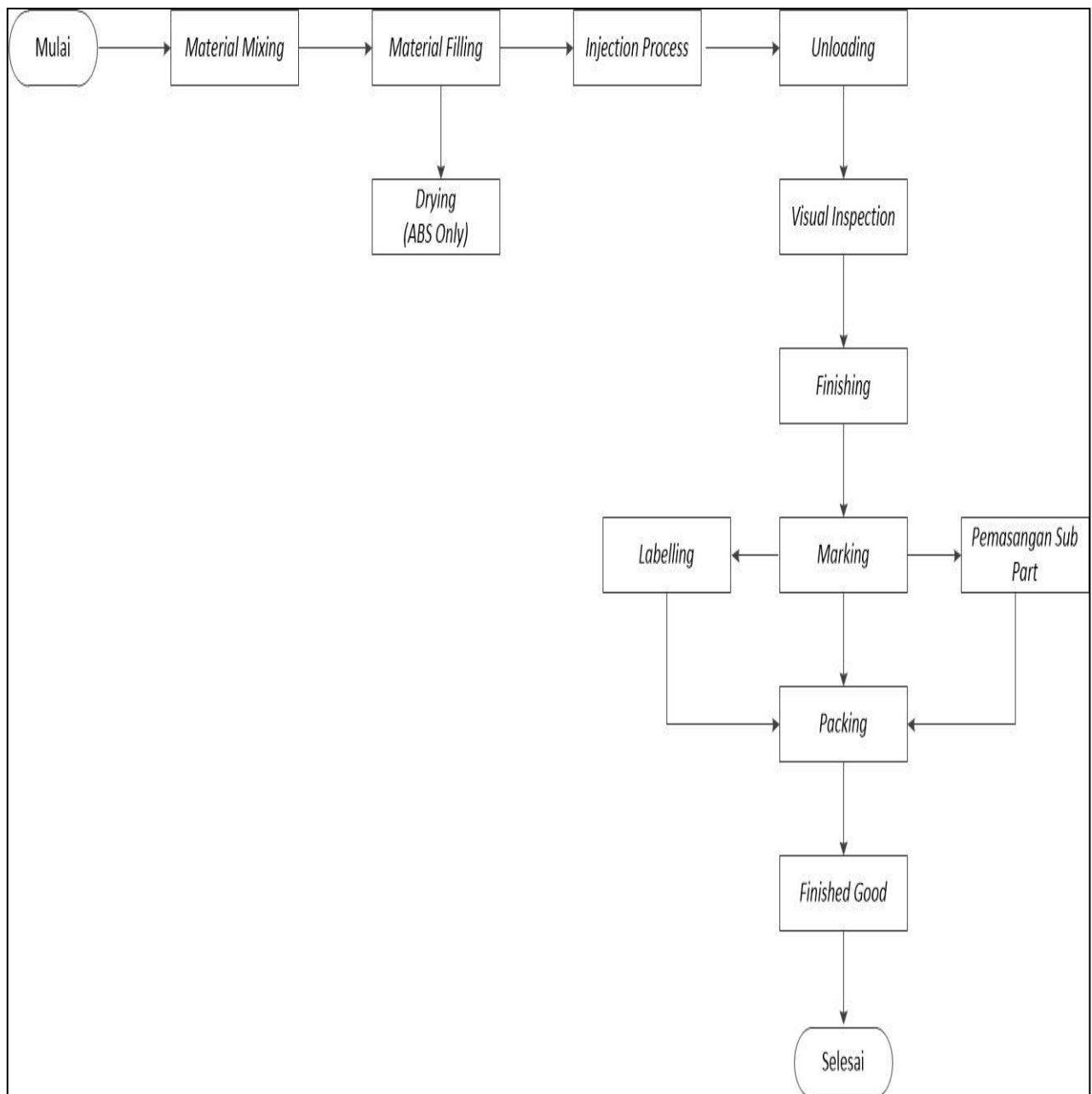
Bijih plastik yang digunakan pada pembuatan *part* plastik masih belum berwarna, dari itu masih diperlukan pewarna yang digunakan sebagai campuran untuk bijih plastik tersebut. *Masterbatch* adalah bahan yang dapat dicampurkan dengan seluruh jenis polimer untuk digunakan sebagai pewarna. *Masterbatch* yang disebut sebagai resin *carrier* ini memiliki beberapa jenis yang kemudian dipilih penggunaannya sesuai dengan jenis polimer yang akan dicampuri. Polimer disini disebut juga sebagai resin aplikasi. Intinya, resin *carrier masterbatch* yang digunakan harus kompatibel dengan resin aplikasinya. Penggunaan banyak *masterbatch* yang dicampurkan tergantung dengan warna yang ingin dihasilkan dan sifat dari resin aplikasinya. Pencampuran kedua bahan ini biasanya disebut dengan proses *mixing*. Contoh *masterbatch* yang digunakan dalam pembuatan *part* plastik dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 *Masterbatch Black*
(Sumber: PT AHM)

4.1.6 Proses Produksi

Proses Produksi merupakan kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang dengan menggunakan faktor-faktor yang ada seperti, tenaga kerja, mesin, bahan baku, dan modal agar lebih bermanfaat bagi kebutuhan manusia. Proses produksi pada pembuatan *part plastic* dapat dijelaskan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Flow Process Part Plastic
(Sumber : PT AHM)

Pertama pada proses *Material Mixing* bahan mentah *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) atau *Polypropylene* (PP) dicampur dengan *masterbatch*, masing-masing sesuai dengan komposisi yang telah ditetapkan. Contohnya pada bahan ABS, jika produk tidak membutuhkan proses pengecatan maka komposisi *masterbatch* sebesar 5% dan jika produk tersebut membutuhkan proses pengecatan maka komposisi *masterbatch* hanya 1%. Sedangkan pada bahan PP komposisi *masterbatch* adalah 3%. Setelah proses pencampuran selesai material didistribusikan ke mesin-mesin menggunakan palet secara manual oleh pekerja, tetapi ada juga material yang didistribusikan secara otomatis melalui pipa-pipa yang langsung masuk ke dalam mesin. Setelah material didistribusikan ke mesin-mesin, maka material dimasukkan kedalam *Hopper*. *Hopper* adalah proses pengeringan untuk material khususnya ABS, material PP tidak memerlukan proses *drying* terlebih dahulu. Namun material ABS perlu proses pengeringan dalam *hopper* menggunakan *circulation heater* dengan temperatur 80°C selama 2-3 jam, hal ini dikarenakan sifat higroskopis pada ABS (mudah menyerap air). Apabila ABS tidak dikeringkan, dalam prosesnya ABS dapat menyerap molekul air yang akan menyebabkan adanya cacat pada produk. Kemudian dari *hopper*, Material akan melalui barrel sebelum akhirnya mengalami proses injeksi pada *molding* unit. Pada mesin injeksi tersebut telah di *setting* dengan *mold* (cetakan) yang sesuai dengan jenis *part* yang akan diproduksi. Setiap *mold* memiliki kriteria yang berbeda, kriterianya dapat dilihat dari bentuk dan *cavity*nya. *Mold* untuk *part Fender FR motor honda beat* memiliki jumlah 1 *cavity*. Kemudian *part* diambil oleh operator dari mesin injeksi untuk diperiksa kualitasnya. Lalu ada jenis *reject* yang dapat terjadi pada saat proses produksi. Berikut dibawah ini jenis *reject* yang tertera pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data Jenis *Reject* yang ada pada divisi *Plastic Injection*

No	Jenis <i>Reject</i>	Keterangan
1	Silver	Ada pola warna perak pada <i>part</i>
2	Gores	Ada pola gores pada <i>part</i>
3	Belang	Ada pola warna hitam putih pada <i>part</i>
4	<i>Ejector Mark</i>	Tonjolan pada permukaan <i>part</i> arah <i>ejector</i>
5	<i>Flow Mark</i>	Ada pola pada <i>part</i>
6	Berminyak	Tidak dapat dicat
7	Material Tertinggal	Terdapat unsur lain
8	Legok	Terdapat lekukan
9	<i>Weld Line</i>	Dua aliran lelehan material bertemu
10	Benang	Meninggalkan pola bentuk benang di permukaan

(Sumber: PT AHM)

Apabila pada saat selesai melakukan proses injeksi operator menemukan *part* dengan salah satu jenis *reject* yang terdapat pada tabel 4.1. maka operator bertanggung jawab untuk memisahkan *part* tersebut ke bagian *spoilage*. Sedangkan jika sudah memenuhi kriteria dari kualitas yang ditentukan maka akan lanjut ke proses *finishing*.

4.1.7 Jenis-jenis *Reject*

Terdapat empat jenis *reject* di divisi *Plastic Injection*, yaitu:

1. *Reject* awal ialah *reject* yang terjadi ketika mesin baru dinyalakan dan sedang melakukan pemanasan. *Reject* jenis ini sangat sulit untuk dihindari. Contohnya *short shot*.
2. *Reject* proses ialah *reject* yang terjadi ketika proses produksi sedang berlangsung. Terdapat 10 jenis *reject* proses seperti yang telah di paparkan pada tabel 4.1.
3. *Reject setting* mesin ialah *reject* yang terjadi setelah mesin di *setting* ulang akibat terjadinya *breakdown* di tengah berjalannya kegiatan produksi. Contohnya *clamping error*.

4. *Reject setting mold* ialah *reject* yang terjadi setelah *mold* di *setting* ulang akibat terjadinya gangguan di tengah berjalannya kegiatan produksi. Contohnya *part* pecah.

4.1.8 Mesin *Plastic Injection*

Diawali dari teknologi plastik yang berkembang pada tahun 1800an, John dan Isiyah Hyatt berhasil mematenkan mesin injeksi pada tahun 1872. Terdapat dua jenis mesin yang digunakan untuk proses injeksi plastik. Mesin injeksi *horizontal* dan mesin injeksi *vertical*. Pada kesempatan kali ini, hanya akan dipaparkan mengenai mesin injeksi *horizontal*, seperti terlihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Mesin Injeksi Plastik

(Sumber: PT AHM)

Mesin injeksi memiliki beberapa tipe tonase, besarnya tonase mesin berpengaruh terhadap gaya tekan yang dapat diberikan saat proses injeksi. Dilihat secara diagram, mesin plastik injeksi *horizontal* dapat dibagi menjadi tiga bagian yaitu, *clamping unit*, *mold*, dan *injection unit*. Akan dibahas terlebih dahulu detil dari sub bagian mesin tersebut. Pertama adalah *clamping unit*. *Clamping* berfungsi untuk menahan dan mengatur gerakan *mold*, gerakan *ejector* ketika melepas benda dari *mold*, dan mengatur panjang gerakan *mold* saat akan dibuka. Kedua adalah *molding unit*. Bagian ini merupakan tambahan yang krusial terhadap mesin injeksi plastik karena berperan sebagai alat cetak. Pemasangan *mold* di mesin injeksi

dapat diganti ganti sesuai dengan kebutuhan bentuk *part* plastik yang ingin dihasilkan. Terdapat beberapa sub bagian dari *molding* unit:

- a. *Cavity Side* : merupakan sisi yang berhubungan dengan *nozzle* pada mesin dan terletak di *stationary plate*. *Stationary* merupakan bagian yang tidak bergerak saat proses ejection plastik. Salah satu fungsinya adalah untuk memberi bentuk pada produk plastik yang diinginkan.
- b. *Core Side* : merupakan sisi yang berhubungan dengan ejection mesin dan terletak di *moving plate*. *Plate* ini lah bagian yang bergerak saat proses ejection plastik. Sama dengan *cavity*, *core* juga memberi bentuk pada produksi plastik.
- c. *Ejector System* : *mold* mempunyai sistem yang berbeda-beda saat melakukan pelepasan produk yang telah di cetak di *cavity*. Bagian yang melepaskan sistem inilah yang disebut *ejector*.

Bagian terakhir adalah *injection* unit. Terbagi menjadi enam bagian besar, diantaranya:

- a. Motor dan *Transmission Gear* Unit: motor berperan sebagai penghasil daya yang berfungsi untuk memutar *screw* pada barrel, sedangkan *transmission gear* unit berfungsi untuk mengatur dan mengalirkan daya dari putaran motor ke dalam *screw*.
- b. *Cylinder Screw Ram*: menjaga perputaran *screw* agar dihasilkan kecepatan dan tekanan yang konstan saat proses injeksi plastik.
- c. *Hopper*: tempat dimasukkannya bijih plastik sebelum ke *barrel*. Berfungsi untuk menjaga kelembapan polimer karena apabila kandungan air pada material plastik terlalu besar, hasil injeksinya kurang bagus.
- d. *Barrel*: pada bagian ini terdapat *heater* yang digunakan untuk melelehkan bijih plastik. Selain itu juga berfungsi sebagai selubung yang menjaga aliran lelehan polimer saat bijih plastik sedang dipanaskan *heater*.
- e. *Screw*: berfungsi untuk mengalirkan lelehan bijih plastik dari *hopper* ke *nozzle*.

- f. *Non return Valve*: berfungsi untuk menjaga aliran bijih plastik yang sudah meleleh sehingga tidak kembali saat *screw* berhenti berputar.

4.1.9 Tenaga Kerja dan Jam Kerja

PT AHM memiliki tenaga kerja yang berbeda-beda disetiap sektor produksi. Pada sektor produksi yang mengerjakan perakitan (*Assembling*) memiliki tenaga kerja lebih banyak, dibandingkan dengan tenaga kerja di sektor lain.

1. Tenaga Kerja

PT AHM memiliki banyak bagian yang didalamnya terdapat ribuan karyawan, pada seksi plastik injeksi terdapat 134 karyawan yang terbagi dalam divisi masing-masing. Tenaga yang bekerja di seksi plastik injeksi memiliki tingkat pendidikan yang bervariasi dari mulai SMU dan Sarjana.

2. Jam Kerja

Dalam kegiatan operasional, PT AHM telah menetapkan jam operasional untuk bekerja, yaitu terbagi menjadi tiga shift. Jam operasional kerja di PT AHM dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Jam Kerja Tiga Shift PT AHM

Shift	Waktu	Istirahat	Jam Kerja
1	07.00 - 16.00	1 Jam	8 jam
2	16.00 - 24.00	1 Jam	7 jam
3	24.00 – 07.00	1 Jam	6 jam

(Sumber : PT AHM)

Jadi total jam kerja karyawan yang tersedia dalam tiga shift diperoleh berdasarkan data pada Tabel 4.2. yaitu sebanyak 21 jam per hari.

4.1.10 Data Produksi Mesin

Data atau Output yang diproses pada mesin *Plastic Injection* merupakan rekapitulasi dari laporan produksi.

Tabel 4.3 Data *Output* Yang Diproses Pada Mesin *Plastic Injection* Periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	<i>Processed Amount (part)</i>	<i>Defect Awal (part)</i>	<i>Defect Process (part)</i>	<i>Total Defect (part)</i>
Januari	30.156	166	1.969	2.135
Februari	29.674	210	2.333	2.543
Maret	31.535	249	2.130	2.379
April	30.966	164	1.992	2.156
Mei	30.078	211	2.228	2.439
Juni	31.897	160	2.271	2.431
Juli	25.643	126	1.440	1.566
Agustus	31.710	246	2.325	2.571
September	31.459	163	1.981	2.144
Oktober	31.144	210	2.225	2.435
November	31.226	165	2.396	2.561
Desember	29.878	158	2.154	2.312
Total	365.366	2.228	25.444	27.672

(Sumber : PT AHM)

4.1.11 Total Available Time

Total *Available Time* adalah total waktu mesin *plastic injection* yang tersedia untuk melakukan proses produksi. Data waktu *available time* mesin *plastic injection* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 *Available Time* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 - Desember 2016

No	Bulan	Hari Kerja (Hari)	Waktu Kerja 3 Shift (menit)	<i>Available Time (menit)</i>
		(a)	(b)	(c = a x b)
1	Januari	20	1.260	25.200
2	Februari	20	1.260	25.200
3	Maret	21	1.260	26.460
4	April	21	1.260	26.460
5	Mei	20	1.260	25.200
6	Juni	22	1.260	27.720
7	Juli	16	1.260	20.160
8	Agustus	22	1.260	27.720
9	September	22	1.260	27.720
10	Oktober	21	1.260	26.460
11	November	22	1.260	27.720
12	Desember	20	1.260	25.200

(Sumber: PT AHM)

4.1.12 Data Downtime Mesin Plastic Injection

Faktor-faktor yang menyebabkan *downtime* pada mesin *plastic injection* di PT AHM adalah:

1. *Breakdown*, yaitu kerusakan atau gangguan terhadap mesin atau peralatan yang menyebabkan mesin berhenti beroperasi untuk sementara waktu.
2. *Setup time*, yaitu waktu persiapan mesin sebelum dioperasikan.

Tabel 4.5 Data Waktu *Downtime* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016

Bulan	Waktu Breakdown (menit)	Waktu Setup & Adjustment (menit)	Total Downtime (menit)
Januari	1.410	720	2.130
Februari	1.029	900	1.929
Maret	1.710	1.080	2.790
April	1.239	720	1.959
Mei	668	900	1.568
Juni	1.350	720	2.070
Juli	1.623	540	2.163
Agustus	2.664	1.080	3.744
September	2.026	720	2.746
Oktober	2.128	900	3.028
November	2.240	720	2.960
Desember	1.657	720	2.377

(Sumber: PT AHM)

4.1.13 Data Planned Downtime Mesin Plastic Injection

Planned Downtime adalah jumlah waktu yang sudah direncanakan dan digunakan untuk *briefing* pagi atau *meeting*, sebelum melakukan pekerjaan untuk membahas masalah yang ada di dalam proses pekerjaan atau kegiatan manajemen lainnya.

Tabel 4.6 Data *Planned Downtime* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016

Bulan	Hari Kerja	Planned Downtime (menit)
Januari	20	480
Februari	20	480
Maret	21	504

Lanjut...

Tabel 4.6 Data *Planned Downtime* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 (Lanjutan)

Bulan	Hari Kerja	<i>Planned Downtime</i> (menit)
April	21	504
Mei	20	480
Juni	22	528
Juli	16	384
Agustus	22	528
September	22	528
Oktober	21	504
November	23	528
Desember	22	480

(Sumber: PT AHM)

4.2 Pengolahan Data

Pada tahap ini dijelaskan tahap-tahap dalam mengolah data terhadap data yang telah diambil dari tahap pengumpulan data, dengan metode-metode yang dipilih guna memecahkan masalah secara baik dan terencana.

4.2.1 Perhitungan *Availability*

Availability adalah rasio dari tingkat tinggi ketersediaan *operation time* mesin terhadap *loading time*. Untuk menghitung nilai *availability* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Availability} &= \frac{\text{Loading Time}}{\text{Process Amount}} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Loading Time}}{\text{Process Amount}} \times 100\%
 \end{aligned}$$

1. Menghitung *Loading Time*

Loading time adalah waktu yang tersedia perbulan dikurangi dengan waktu *downtime* yang telah ditetapkan oleh perusahaan (*planned downtime*). Perhitungan *loading time* ini dapat ditulis dalam formula matematika, sebagai berikut:

$$\text{Loading Time} = \text{Available Time} - \text{Planned Downtime}$$

Perhitungan *loading time* mesin *plastic injection* untuk Januari 2016 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Loading time} &= 25.200 \text{ menit} - 480 \text{ menit} \\ &= 24.720 \text{ menit} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *loading time* mesin *plastic injection* untuk Januari 2016 – Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil perhitungan *Loading Time* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	Total Available Time (menit)	Planned Downtime (menit)	Loading Time (menit)
Januari	25.200	480	24.720
Februari	25.200	480	24.720
Maret	26.460	504	25.956
April	26.460	504	25.956
Mei	25.200	480	24.720
Juni	27.720	528	27.192
Juli	20.160	384	19.776
Agustus	27.720	528	27.192
September	27.720	528	27.192
Oktober	26.460	504	25.956
November	27.720	528	27.192
Desember	25.200	480	24.720
Total	311.220	5.928	305.292

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel 4.7 yaitu hasil perhitungan *loading time* mesin *plastic injection* selama periode Januari 2016 – Desember 2016 didapat total keseluruhan *loading time* yaitu 305.292 menit.

2. Menghitung Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Waktu Siklus (*Cycle Time*) adalah Waktu yang dibutuhkan seorang operator untuk menyelesaikan 1 siklus pekerjaannya termasuk untuk melakukan kerja manual dan berjalan. Terkadang diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 unit produk.

Perhitungan *Cycle Time* untuk bulan Januari 2016 ini dapat ditulis dalam formula matematika, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Cycle Time} &= \text{Loading Time} / \text{Processed Amount} \\ &= 24.720 \text{ menit} / 30.156 \text{ part} \\ &= 0.82 \text{ menit} \gg 49.18 \text{ detik} \end{aligned}$$

Perhitungan *Ideal Cycle Time* untuk bulan Januari 2016 ini dapat ditulis dalam formula matematika, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \% \text{ Jam Kerja} &= 1 - \frac{\text{Total Delay}}{\text{Available Time}} \times 100\% \\ \text{Total Delay} &= \text{Planned Downtime} + \text{Total Downtime} \\ &= 480 \text{ menit} + 2.130 \text{ menit} \\ &= 2.610 \text{ menit} \\ &= 1 - \frac{2.610 \text{ menit}}{25.200 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 90\% \\ \text{Ideal Cycle Time} &= \text{Cycle Time} \times \% \text{ Jam Kerja} \\ &= 0.82 \text{ menit} \times 90\% \\ &= 0.73 \text{ menit} \gg 44 \text{ detik} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *Cycle Time*, Persentase Jam Kerja dan *Ideal Cycle Time* periode Januari 2016 – Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Hasil perhitungan *Cycle Time* dan *Ideal Cycle Time* periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	<i>Cycle Time</i> (menit)	% Jam Kerja	<i>Ideal Cycle Time</i> (menit)
Januari	0,82	90	0,73
Februari	0,83	90	0,75
Maret	0,82	88	0,72
April	0,84	91	0,76
Mei	0,82	92	0,76
Juni	0,85	91	0,77

Lanjut...

Tabel 4.8 Hasil perhitungan *Cycle Time* dan *Ideal Cycle Time* periode Januari 2016 – Desember 2016 (Lanjutan)

Bulan	<i>Cycle Time</i> (menit)	% Jam Kerja	<i>Ideal Cycle Time</i> (menit)
Juli	0,77	87	0,67
Agustus	0,86	85	0,73
September	0,86	88	0,76
Oktober	0,83	87	0,72
November	0,87	87	0,76
Desember	0,83	89	0,73

(Sumber: Pengolahan Data)

3. Menghitung *Operation Time*

Operation Time adalah waktu operasi yang diperoleh dengan mengurangi *Downtime* dari *Loading Time*.

Perhitungan *operation time* ini dapat ditulis dalam formula matematika sebagai berikut:

$$\text{Operation time} = \text{Loading Time} - \text{Downtime}$$

Perhitungan *Operation time* mesin *Plastic Injection* untuk bulan Januari 2016 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Operation time} &= \text{Loading Time} - \text{Downtime} \\ &= 24.720 \text{ menit} - 2.130 \text{ menit} \\ &= 22.590 \text{ menit}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan *Operation time* dari bulan Januari 2016 – Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil perhitungan *Operation time* Mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)
Januari	24.720	2.130	22.590
Februari	24.720	1.929	22.791

Lanjut...

Tabel 4.9 Hasil perhitungan *Operation time* Mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 – Desember 2016 (Lanjutan)

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)
Maret	25.956	2.790	23.166
April	25.956	1.959	23.997
Mei	24.720	1.568	23.152
Juni	27.192	2.070	25.122
Juli	19.776	2.163	17.613
Agustus	27.192	3.744	23.448
September	27.192	2.746	24.446
Oktober	25.956	3.028	22.928
November	27.192	2.960	24.232
Desember	24.720	2.377	22.343
Total			275.828

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel 4.9 yaitu hasil perhitungan *operation time* mesin *Plastic Injection* selama periode Januari 2016 – Desember 2016 didapat total keseluruhan *operation time* yaitu 275.828.

4. Menghitung *Availability*

Perhitungan *Availability Plastic Injection* untuk Januari 2016 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Operation Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{22.590 \text{ menit}}{24.720 \text{ menit}} \times 100\% \\
 &= 91.38\%
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *availability* mesin *Plastic Injection* dari bulan Januari sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan *Availability*

Bulan	<i>Loading time</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Availability</i> (%)
Januari	24.720	22.590	91,38
Februari	24.720	22.791	92,20
Maret	25.956	23.166	89,25
April	25.956	23.997	92,45
Mei	24.720	23.152	93,66
Juni	27.192	25.122	92,39
Juli	19.776	17.613	89,06
Agustus	27.192	23.448	86,23
September	27.192	24.446	89,90
Oktober	25.956	22.928	88,33
November	27.192	24.232	89,11
Desember	24.720	22.343	90,38
Total			1084,36
Rata-rata			90,36

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.10 perhitungan *Availability*, maka dapat diketahui nilai persentase terendah yaitu terjadi pada bulan Agustus, dengan nilai persentase sebesar 86.23% dan nilai persentase tertinggi terjadi pada bulan Mei dengan nilai persentase sebesar 93,66%.

4.2.2 Perhitungan *Performance Efficiency*

Perhitungan *performance efficiency* adalah hasil dari perhitungan dari *operating speed rate* dikalikan dengan *net operating rate*. Perhitungan *performance efficiency* ini dapat ditulis dalam formula matematika, sebagai berikut:

$$\text{Performance Efficiency} = \text{Net operating rate} \times \text{Operating speed rate}$$

Tingkat kecepatan operasi (*oprating speed rate*) peralatan mengacu pada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan kapasitas mesin) dan kecepatan

operasi aktual (*actual operation speed*). Perhitungan *operation speed rate* ini dapat ditulis dalam formula matematika, sebagai berikut:

$$\text{Operating speed rate} = \frac{\text{Ideal cycle time}}{\text{Actual cycle Time}}$$

Net operating rate mengukur pemeliharaan kecepatan tertentu selama periode waktu tertentu. Angka ini tidak dapat memberitahu kita, tingkat kecepatan yang sebenarnya lebih cepat atau lebih lambat dari kecepatan standar. Mengukur apakah suatu operasi tetap stabil meskipun periode dimana peralatan dioperasikan pada kecepatan yang lebih rendah.

$$\begin{aligned} \text{Net operating rate} &= \frac{\text{Actual processing time}}{\text{Operation time}} \\ &= \frac{\text{processed amount x actual cycle time}}{\text{Operation time}} \end{aligned}$$

Perhitungan *performance efficiency* adalah hasil dari perhitungan dari *operating speed rate* dikalikan dengan *net operating rate*. Perhitungan *Performance Efficiency* untuk bulan Januari 2016 adalah sebagai berikut:

Performance Efficiency

$$\begin{aligned} &= \text{Net operation rate} \times \text{Operating Speed Rate} \\ &= \frac{\text{processed amount x actual cycle time}}{\text{operation time}} \times \frac{\text{ideal cycle time}}{\text{actual cycle time}} \\ &= \frac{\text{processed amount x ideal cycle time}}{\text{operation time}} \\ &= \frac{30.156 \text{ part} \times 0.73 \text{ menit}}{22.590 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 97.44\% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *performance efficiency* mesin *Plastic injection* dari bulan Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan *Performance Efficiency* periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	<i>Processed Amount</i> (menit)	<i>Ideal Cycle Time</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Performance Efficiency</i> (%)
Januari	30.156	0,73	22.590	97,44
Februari	29.674	0,75	22.791	97,65
Maret	31.535	0,72	23.166	98,01
April	30.966	0,76	23.997	98,07
Mei	30.078	0,76	23.152	98,73
Juni	31.897	0,77	25.122	97,76
Juli	25.643	0,67	17.613	97,54
Agustus	31.710	0,73	23.448	98,72
September	31.459	0,76	24.446	97,80
Oktober	31.144	0,72	22.928	97,80
November	31.226	0,76	24.232	97,93
Desember	29.878	0,73	22.343	97,61
Total				1175,10
Rata-rata				97,92

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.11 perhitungan *Performance Efficiency*, maka dapat diketahui nilai persentase terendah yaitu terjadi pada bulan Januari, dengan nilai persentase sebesar 97,44% dan nilai persentase tertinggi terjadi pada bulan Mei, dengan nilai persentase sebesar 98.73%.

4.2.3 Perhitungan *Rate Of Quality*

Rate of Quality Product merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Rumus yang digunakan untuk menghitung *Rate of Quality Product* yaitu:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Processed amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\%$$

Perhitungan *Rate of Quality Product* untuk bulan Januari 2016 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Rate of Quality Product} &= \frac{30.156 \text{ part} - 2.135 \text{ part}}{30.156 \text{ part}} \times 100 \% \\ &= 92,92 \% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan *Rate Of Quality* mesin *Plastic Injection* dari bulan Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Perhitungan *Rate Of Quality*

Bulan	<i>Processed amount (part)</i>	<i>Total Defect (part)</i>	<i>Rate Of Quality (%)</i>
Januari	30.156	2.135	92,92
Februari	29.674	2.543	91,43
Maret	31.535	2.379	92,46
April	30.966	2.156	93,04
Mei	30.078	2.439	91,89
Juni	31.897	2.431	92,38
Juli	25.643	1.566	93,89
Agustus	31.710	2.571	91,89
September	31.459	2.144	93,18
Oktober	31.144	2.435	92,18
November	31.226	2.561	91,80
Desember	29.878	2.312	92,26
Rata-rata			92,44

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.12 perhitungan *Rate Of Quality*, maka dapat diketahui nilai persentase terendah yaitu terjadi pada bulan Februari, dengan nilai persentase sebesar 91,43% dan nilai persentase tertinggi terjadi pada bulan Juli dengan nilai persentase sebesar 93,89%.

4.2.4 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah tingkat keefektifan penggunaan mesin selama mesin tersebut dalam keadaan beroperasi.

Contoh perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* untuk bulan Januari 2016 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{OEE} &= \text{Availability} \times \text{Performance Efficiency} \times \text{Rate Of Quality} \\
&= (91.38 \times 97.45 \times 92.92) \times 100\% \\
&= 82,75\%
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan OEE mesin *Plastic Injection* dari bulan Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate Of Quality (%)	OEE (%)
Januari	91,38	97,45	92,92	82,75
Februari	92,20	97,65	91,43	82,31
Maret	89,25	98,01	92,46	80,88
April	92,45	98,07	93,04	84,36
Mei	93,66	98,74	91,89	84,97
Juni	92,39	97,77	92,38	83,44
Juli	89,06	97,55	93,89	81,57
Agustus	86,23	98,72	91,89	78,23
September	89,90	97,80	93,18	81,93
Oktober	88,33	97,80	92,18	79,64
November	89,11	97,94	91,80	80,12
Desember	90,38	97,62	92,26	81,40
Rata-rata				81,80

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.13 perhitungan OEE, maka dapat diketahui nilai persentase terendah yaitu terjadi pada bulan Agustus, dengan nilai persentase sebesar 78.23% dan nilai persentase tertinggi terjadi pada bulan Mei dengan nilai persentase sebesar 84,97%.

4.2.5 Perhitungan Penjadwalan Perawatan

Perhitungan penjadwalan perawatan adalah rencana kerja yang tersusun dan saling terkait satu sama lainnya dengan berbasis waktu guna mengefektifkan kerja, sehingga akan diperoleh hasil yang baik berdampak pada laju produktivitas. Sedangkan perawatan adalah semua kegiatan yang berhubungan untuk mempertahankan suatu mesin/peralatan tersebut dapat kembali pada kondisi yang baik. Dalam perhitungan penjadwalan perawatan terdiri dari 3 bagian:

1. Reliability

Mean Time Between Failure (MTBF) ini dirumuskan sebagai hasil bagi dari total waktu pengoperasian mesin dibagi dengan frekuensi kegagalan pengoperasian mesin karena *breakdown*. Waktu total *operation time* merujuk dari Tabel 4.9. Contoh perhitungan MTBF untuk bulan Januari 2016 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{MTBF} &= \frac{\text{Total Operation Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \\ &= \frac{22.590 \text{ menit}}{49 \text{ kali}}\end{aligned}$$

Tabel 4.14. Perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF)

Bulan	Total Operation Time (menit)	Frekuensi Breakdown (kali)	MTBF (menit)
Januari	22.590	49	461,02
Februari	22.791	33	690,64
Maret	23.166	80	289,58
April	23.997	84	285,68
Mei	23.152	24	964,67
Juni	25.122	39	644,15
Juli	17.613	21	838,71
Agustus	23.448	71	330,25
September	24.446	78	313,41
Oktober	22.928	60	382,13
Nopember	24.232	74	327,46
Desember	22.343	53	421,57
Rata-rata			495,77

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.14 perhitungan MTBF, maka dapat diketahui waktu rata-rata mesin berhenti karena *breakdown* dari bulan Januari 2016 s.d Desember 2016, yaitu sebesar 495,77 menit atau sama dengan 8 jam 30 menit.

2. Maintainability

Mean Time To Repair (MTTR) merupakan indikator kemampuan dari operator *maintenance* mesin dalam mengatasi setiap masalah kerusakan.

Waktu *breakdown* merujuk dari Tabel 4.5. Contoh perhitungan MTTR untuk bulan Januari 2016 adalah sebagai berikut::

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{\text{Breakdown Time}}{\text{Frekuensi Breakdown}} \\ &= \frac{1.410 \text{ menit}}{49 \text{ kali}} \end{aligned}$$

Tabel 4.15. Perhitungan *Mean Time To Repair* (MTTR)

Bulan	Breakdown Time (menit)	Frekuensi Breakdown (kali)	MTTR (menit)
Januari	1.410	49	28,78
Februari	1.029	33	31,18
Maret	1.710	80	21,38
April	1.239	84	14,75
Mei	668	24	27,83
Juni	1.350	39	34,62
Juli	1.623	21	77,29
Agustus	2.664	71	37,52
September	2.026	78	25,97
Oktober	2.128	60	35,47
Nopember	2.240	74	30,27
Desember	1.657	53	31,26
Rata-rata			33,02

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.15 perhitungan MTTR, maka dapat diketahui waktu rata-rata lama untuk perbaikan mesin karena *breakdown* dari bulan Januari 2016 s.d Desember 2016, yaitu sebesar 33,02 menit $\approx$ 33 menit.

3. *Availability*

Availability adalah rasio untuk melihat *line stop* ditinjau dari aspek *breakdown* saja. Hasil perhitungan *Availability* dapat dilihat pada tabel 4.10.

4.2.6 Perhitungan *Six Big Losses*

Perhitungan *Six Big Losses* dilakukan untuk mencegah terjadinya enam kerugian besar yaitu:

1. Downtime Losses

Dalam perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE), *equipment failures* dan waktu *setup and adjustment* dikategorikan sebagai kerugian waktu *downtime* (*downtime losses*).

a. Breakdown Loss

Besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *breakdown loss* dapat dihitung dengan menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Loss} = \frac{\text{Breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh perhitungan *breakdown loss* mesin *Plastic Injection* pada bulan Januari 2016 sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Loss} = \frac{1.410 \text{ menit}}{24.720 \text{ menit}} \times 100\% = 5.70\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka nilai persentase *breakdown loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Hasil perhitungan *Breakdown Losses* mesin *Plastic Injection* Periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	<i>Breakdown Time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Breakdown Loss</i> (%)
Januari	1.410	24.720	5.70
Februari	1.029	24.720	4.16
Maret	1.710	25.956	6.59
April	1.239	25.956	4.77
Mei	668	24.720	2.70
Juni	1.350	27.192	4.96
Juli	1.623	19.776	8.21
Agustus	2.664	27.192	9.80
September	2.026	27.192	7.45
Oktober	2.128	25.956	8.20
November	2.240	27.192	8.24
Desember	1.657	24.720	6.70
Rata-rata			6.46

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.16 perhitungan *Breakdown Losses*, maka dapat diketahui nilai persentase terendah yaitu terjadi pada bulan Mei, dengan nilai persentase sebesar

2.70% dan nilai persentase tertinggi terjadi pada bulan Agustus dengan nilai persentase sebesar 9.80%.

b. Setup dan Adjustment

Untuk mengetahui besarnya persentase *downtime loss* yang disebabkan oleh waktu *setup and adjustment* tersebut, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Setup and adjustment Loss} = \frac{\text{Total Setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh perhitungan *setup and adjusment loss* mesin *Plastic Injection* pada bulan Januari 2016 sebagai berikut:

$$\text{Setup and adjustment Loss} = \frac{720 \text{ menit}}{24.720 \text{ menit}} \times 100\% = 2,91\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka nilai persentase *setup and adjustment loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil perhitungan *Setup and Adjusment Loss* mesin *Plastic Injection*
Periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	Setup and Adjusment Time (menit)	Loading Time (menit)	Setup and Adjusment Loss (%)
Januari	720	24.720	2.91
Februari	900	24.720	3.64
Maret	1.080	25.956	4.16
April	720	25.956	2.77
Mei	900	24.720	3.64
Juni	720	27.192	2.65
Juli	540	19.776	2.73
Agustus	1.080	27.192	3.97
September	720	27.192	2.65

Lanjut...

Tabel 4.17 Hasil perhitungan *Setup and Adjustment Loss* mesin *Plastic Injection*
Periode Januari 2016 – Desember 2016 (Lanjutan)

Bulan	<i>Setup and Adjustment Time (menit)</i>	<i>Loading Time (menit)</i>	<i>Setup and Adjustment Loss (%)</i>
Oktober	900	25.956	3.47
November	720	27.192	2.65
Desember	720	24.720	2.91
Rata-rata			3.18

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.17 perhitungan *Setup and Adjustment Loss*, maka dapat diketahui nilai persentase terendah yaitu terjadi pada bulan Juni, September & November, dengan nilai persentase sebesar 2.65% dan nilai persentase tertinggi terjadi pada bulan Maret dengan nilai persentase sebesar 4.16%.

2. *Speed Loss*

Speed loss terjadi pada saat mesin tidak beroperasi sesuai dengan kecepatan produksi maksimum yang sesuai dengan kecepatan mesin yang dirancang. Faktor yang mempengaruhi *speed losses* ini adalah *idling and minor stoppages* dan *reduced speed*.

a. *Idling and Minor Stoppages*

Untuk mengetahui besarnya faktor efektivitas yang hilang karena faktor *idling and minor stoppages* digunakan rumusan sebagai berikut:

Idling and minor stoppages=

$$\frac{\text{Operation Time} - (\text{processed amount} \times \text{actual cycle time})}{\text{Operation Time}} \times 100\%$$

$$\text{Actual Cycle Time} = \text{Operation Time} / \text{Processed Amount}$$

$$= 22.590 \text{ menit} / 30.156 \text{ part}$$

$$= 0.75 \text{ menit} \gg 44.95 \text{ detik}$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh perhitungan *Idling and minor stoppages* mesin *Plastic Injection* pada bulan Januari 2016 sebagai berikut:

$$\text{Idling and minor stoppages} = \frac{22.590 \text{ menit} - (30.156 \text{ part} \times 0,75 \text{ menit})}{22.590 \text{ menit}} \times 100\%$$

$$\text{Idling and minor stoppages} = \frac{22.590 \text{ menit} - 22.617 \text{ menit}}{22.590 \text{ menit}} \times 100\% = 0\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka nilai persentase *Idling and minor stoppages* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Hasil perhitungan *Idling and minor stoppages* mesin *Plastic Injection*
Periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	Operation Time (menit)	Process Amount (part)	Actual Cycle Time (menit)	Idling and minor stoppages (%)
Januari	22.590	30.156	0.75	0
Februari	22.791	29.674	0.77	0
Maret	23.166	31.535	0.73	0
April	23.997	30.966	0.77	0
Mei	23.152	30.078	0.77	0
Juni	25.122	31.897	0.79	0
Juli	17.613	25.643	0.69	0
Agustus	23.448	31.710	0.74	0
September	24.446	31.459	0.78	0
Oktober	22.928	31.144	0.74	0
November	24.232	31.226	0.78	0
Desember	22.343	29.878	0.75	0
Rata-rata				0

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan tabel 4.18 perhitungan *Idling and minor stoppages*, selama periode Januari 2016 - Desember 2016 dengan rata-rata 0 %.

b. *Reduced Speed*

Untuk mengetahui besarnya persentase faktor *reduced speed* yang hilang, maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$= \frac{\text{Actual Cycle time} - \text{Ideal Cycle time}}{\text{Actual Cycle Time}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh perhitungan *Reduced Speed Loss* mesin *Plastic Injection* pada bulan Januari 2016 sebagai berikut:

$$\text{Reduce Speed Loss} = \frac{0.75 \text{ menit} - 0.73 \text{ menit}}{0.75 \text{ menit}} \times 100\% = 1.90\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka nilai persentase *Reduced Speed Loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil perhitungan *Reduce Speed Loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	Actual Cycle Time (menit)	Ideal Cycle Time (menit)	Reduce Speed Loss (%)
Januari	0.75	0,73	1.90
Februari	0.77	0,75	1.90
Maret	0.73	0,72	1.90
April	0.77	0,76	1.90
Mei	0.77	0,76	1.90
Juni	0.79	0,77	1.90
Juli	0.69	0,67	1.90
Agustus	0.74	0,73	1.90
September	0.78	0,76	1.90
Oktober	0.74	0,72	1.90
November	0.78	0,76	1.90
Desember	0.75	0,73	1.90
Rata-rata			1.90

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel 4.19 yaitu hasil perhitungan *Reduce Speed Loss* mesin *Plastic Injection* selama periode Januari 2016 - Desember 2016 dengan rata-rata 1.90 %.

3. Defect Loss

Defect loss artinya mesin tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas produk yang telah ditentukan dan *scrap* sisa hasil proses selama produksi berjalan. Faktor yang dikategorikan kedalam *defect loss* adalah *rework loss* dan *yield/scrap loss*.

a. Rework Loss

Untuk mengetahui persentase faktor *rework loss* yang mempengaruhi efektifitas penggunaan mesin. Digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rework Loss} = \frac{\text{Total Defect}}{\text{Processed Amount}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh perhitungan *Rework Loss* mesin *Plastic Injection* pada bulan Januari 2016 sebagai berikut:

$$\text{Rework Loss} = \frac{2.135}{30.156} \times 100\% = 7.08\%$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka nilai persentase *Rework Loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Hasil perhitungan *Rework Loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	Total Defect (part)	Processed Amount (part)	Rework Loss (%)
Januari	2.135	30.156	7.08
Februari	2.543	29.674	8.57
Maret	2.379	31.535	7.54
April	2.156	30.966	6.96
Mei	2.439	30.078	8.11
Juni	2.431	31.897	7.62
Juli	1.566	25.643	6.11
Agustus	2.571	31.710	8.11
September	2.144	31.459	6.82

Lanjut...

Tabel 4.20 Hasil perhitungan *Rework Loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 – Desember 2016 (Lanjutan)

Bulan	<i>Total Defect (part)</i>	<i>Processed Amount (part)</i>	<i>Rework Loss (%)</i>
Oktober	2.435	31.144	7.82
November	2.561	31.226	8.20
Desember	2.312	29.878	7.74
Rata-rata			7.56

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel 4.20 yaitu hasil perhitungan *rework loss* mesin *Plastic Injection* selama periode Januari 2016 - Desember 2016 dengan rata-rata 7.56%.

b. Yield atau Scrap Loss

Untuk mengetahui persentase faktor *yield* atau *scrap loss* yang mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin. Digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Yield atau Scrap Loss} = \frac{\text{Defect Awal}}{\text{Process Amount}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka diperoleh perhitungan *Yield* atau *Scrap Loss* mesin *Plastic Injection* pada bulan Januari 2016 sebagai berikut:

$$\text{Yield atau Scrap Loss} = \frac{166 \text{ part}}{30.156 \text{ part}} \times 100\% = 0.55 \%$$

Dengan cara perhitungan yang sama maka nilai persentase *Yield* atau *Scrap Loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hasil perhitungan *Scrap Loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 – Desember 2016

Bulan	<i>Defect Awal (part)</i>	<i>Processed Amount (part)</i>	<i>Yield atau Scrap Loss (%)</i>
Januari	166	30.156	0.55
Februari	210	29.674	0.71
Maret	249	31.535	0.79
April	164	30.966	0.53

Lanjut...

Tabel 4.21 Hasil perhitungan *Scrap Loss* mesin *Plastic Injection* periode Januari 2016 – Desember 2016 (Lanjutan)

Bulan	<i>Defect Awal (part)</i>	<i>Processed Amount (part)</i>	<i>Yield atau Scrap Loss (%)</i>
Mei	211	30.078	0.70
Juni	160	31.897	0.50
Juli	126	25.643	0.49
Agustus	246	31.710	0.78
September	163	31.459	0.52
Oktober	210	31.144	0.67
November	165	31.226	0.53
Desember	158	29.878	0.53
Rata-rata			0.61

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel 4.21 yaitu hasil perhitungan *scrap loss* mesin *Plastic Injection* selama periode Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 dengan rata-rata 0.61%

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Total Efektivitas Mesin

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui nilai performansi sistem secara menyeluruh melalui keefektifan fasilitas. Hasil perhitungan ini digunakan untuk mendeteksi bagian sistem mana yang perlu mendapatkan perbaikan. Hal ini disebabkan karena pengukuran keberhasilan TPM dilihat dari keefektifan peralatan yang dipakai. Untuk dapat menganalisis tingkat keefektifan peralatan atau fasilitas yang dipakai (*Overall Equipment Effectiveness*) tiga pengukuran harus dianalisis yaitu: tingkat *Availability*, *Performance efficiency* dan *Rate of quality*. Analisis ketiga komponen tersebut adalah sebagai berikut:

5.1.1 Analisis Availability

Analisis *availability* adalah nilai yang menunjukkan tingkat persediaan (*productive time*) mesin yang digunakan untuk berproduksi, dalam analisis ini adalah mesin *plastic injection*, maka tinggi *availability* mesin makin produktif. Dari perhitungan data *availability* untuk mesin *plastic injection*, selama penelitian dapat dilihat dalam (tabel 4.10) nilai rata-rata *availability* mesin *plastic injection* selama 12 bulan sebesar 90,36%. Nilai ini sudah memenuhi standar JIPM yaitu sebesar 90%.

Dari hasil pengolahan data pada bab sebelumnya bisa dilihat hasil perhitungan *Availability* pada bulan Januari 2016 hingga Desember 2016 dan dapat dilihat kembali pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Nilai *Availability*

Bulan	<i>Availability</i> (%)	JIPM (%)
Januari	91,38	90
Februari	92,20	90
Maret	89,25	90
April	92,45	90
Mei	93,66	90
Juni	92,39	90

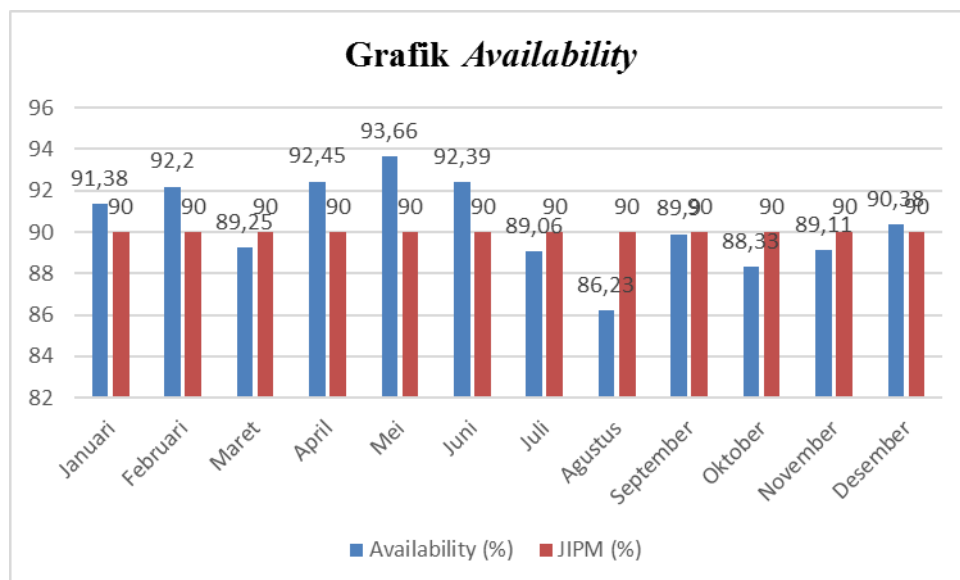
Lanjut...

Tabel 5.1 Nilai *Availability* (Lanjutan)

Bulan	<i>Availability</i> (%)	JIPM (%)
Juli	89,06	90
Agustus	86,23	90
September	89,90	90
Oktober	88,33	90
November	89,11	90
Desember	90,38	90
Rata-rata	90,36	90

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel diatas dapat dilihat fluktuasi ketersediaan waktu yang dapat digunakan untuk proses produksi pada Gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 5.1 Grafik *Availability* Mesin M10

(Sumber : Pengolahan Data)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa fluktuasi nilai *Availability* bulan Januari 2016 hingga Desember 2016 pada mesin M10 sudah masuk dalam kriteria standar JIPM. Rata rata *Availability* selama periode tersebut sebesar 90,36 %.

5.1.2 Analisis *Performance Efficiency*

Performance efficiency adalah nilai yang menunjukkan kerja mesin, semakin tinggi *Performance efficiency* maka semakin tinggi kerja mesin. Nilai *Performance efficiency* dipengaruhi oleh proses aktual, semakin besar waktu proses aktual semakin kecil nilai *Performance efficiency* mesin. Nilai rata- rata

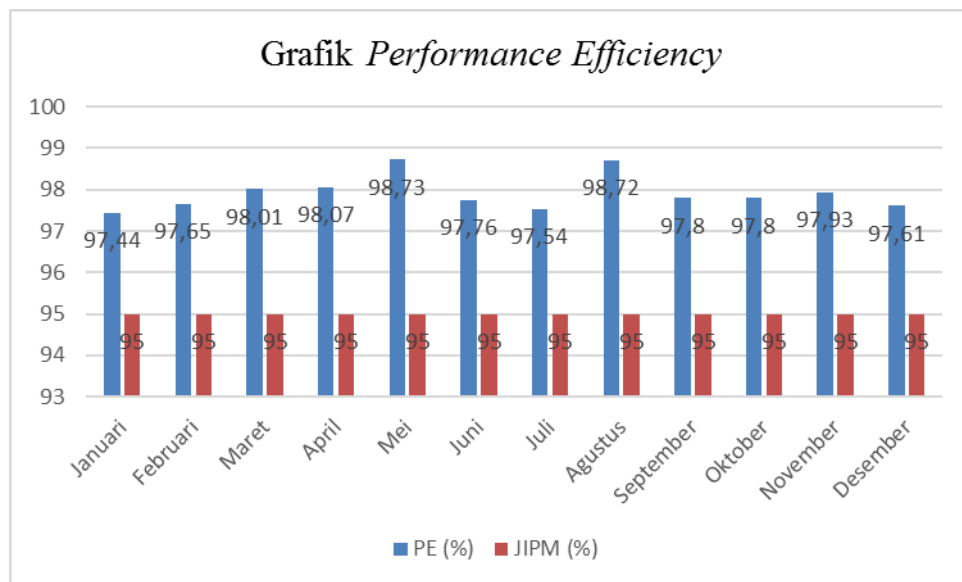
Performance efficiency dalam 12 bulan yaitu 97,92% nilai ini sudah masuk dalam kriteria standar JIPM sebesar 95%.

Tabel 5.2 Nilai *Performance Efficiency*

Bulan	PE (%)	JIPM (%)
Januari	97,44	95
Februari	97,65	95
Maret	98,01	95
April	98,07	95
Mei	98,73	95
Juni	97,76	95
Juli	97,54	95
Agustus	98,72	95
September	97,80	95
Oktober	97,80	95
November	97,93	95
Desember	97,61	95
Rata-rata	97,92	95

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel diatas dapat dilihat fluktuasi kinerja mesin saat proses produksi pada Gambar 5.2 dibawah ini.



Gambar 5.2 Grafik *Performance Efficiency* Mesin M10

(Sumber : Pengolahan Data)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa fluktuasi nilai *Performance Efficiency* bulan Januari 2016 hingga Desember 2016 pada mesin M10 sudah

masuk dalam kriteria standar JIPM. Rata rata *Availability* selama periode tersebut sebesar 97,92 %.

5.1.3 Analisis *Rate of quality*

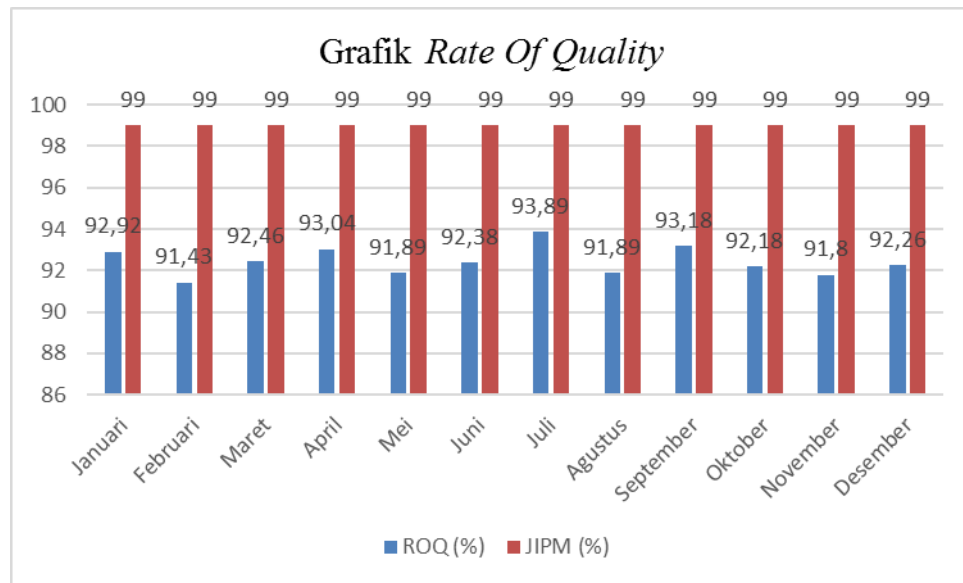
Nilai kualitas manufaktur dipengaruhi oleh jumlah proses yang dicapai dan jumlah cacat (*defect*) yang dihasilkan. semakin besar jumlah *defect* yang terjadi maka akan semakin kecil nilai kualitas yang didapat karena barang atau hasil manufaktur yang dihasilkan (barang *good*) semakin kecil. Padahal kualitas yang baik adalah satuan elemen yang ingin dicapai oleh setiap perusahaan, ini harus diupayakan banyak cara untuk untuk tetap meningkatkan kualitas produk. salah satunya adalah meningkatkan pemeliharaan mesin itu sendiri. Biasanya *defect* yang selalu berkaitan dengan adanya kecacatan dalam produk langsung. dari perhitungan data *rate of quality* untuk mesin *plastic injection*. Rata-rata *rate of quality* dalam 12 bulan yaitu 92,44% berarti masih kurang 6,56% untuk mencapai standar JIPM yaitu 99%.

Tabel 5.3 Nilai *Rate of quality*

Bulan	ROQ (%)	JIPM (%)
Januari	92,92	99
Februari	91,43	99
Maret	92,46	99
April	93,04	99
Mei	91,89	99
Juni	92,38	99
Juli	93,89	99
Agustus	91,89	99
September	93,18	99
Oktober	92,18	99
November	91,80	99
Desember	92,26	99
Rata-rata	92,44	99

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel diatas dapat dilihat fluktuasi jumlah proses yang dicapai dan jumlah cacat (*defect*) yang dihasilkan saat proses produksi pada Gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3 Grafik *Rate Of Quality* Mesin M10
(Sumber : Pengolahan Data)

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa fluktuasi nilai *Rate Of Quality* bulan Januari 2016 hingga Desember 2016 pada mesin M10 masih belum masuk dalam kriteria standar JIPM. Rata - rata *Rate Of Quality* selama periode tersebut hanya mampu mencapai 92,44 %. Padahal menurut JIPM standar yang ideal adalah sebesar 90 %.

5.1.4 Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Penentuan keberhasilan dari pelaksanaan TPM ditentukan oleh nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Nilai ini mengukur keefektifan mesin dari elemen yang ada. Makin besar nilai elemen maka makin besar nilai OEE. Nilai rata-rata bulan Januari 2016 sampai dengan Desember 2016 adalah 81,80% berarti masih kurang 3,20% lagi untuk mencapai standar yang ditentukan JIPM yaitu 85%. Nilai OEE tertinggi pada bulan Mei yaitu sebesar 84,97% dan terendah pada bulan Agustus yaitu sebesar 78,23% masih belum memenuhi kriteria standar yang telah ditetapkan oleh JIPM. Perhitungan OEE pada bulan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 5.4 di bawah ini:

Tabel 5.4 Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Bulan	<i>Availability</i> (%)	<i>Performance Efficiency</i> (%)	<i>Rate Of Quality</i> (%)	OEE (%)	JIPM (%)
Januari	91,38	97,45	92,92	82,75	85
Februari	92,20	97,65	91,43	82,31	85
Maret	89,25	98,01	92,46	80,88	85
April	92,45	98,07	93,04	84,36	85
Mei	93,66	98,74	91,89	84,97	85
Juni	92,39	97,77	92,38	83,44	85
Juli	89,06	97,55	93,89	81,57	85
Agustus	86,23	98,72	91,89	78,23	85
September	89,90	97,80	93,18	81,93	85
Oktober	88,33	97,80	92,18	79,64	85
Nopember	89,11	97,94	91,80	80,12	85
Desember	90,38	97,62	92,26	81,40	85
Rata-rata	90,36	97,93	92,44	81,80	85

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

5.2 Analisis *Six Big Losses*

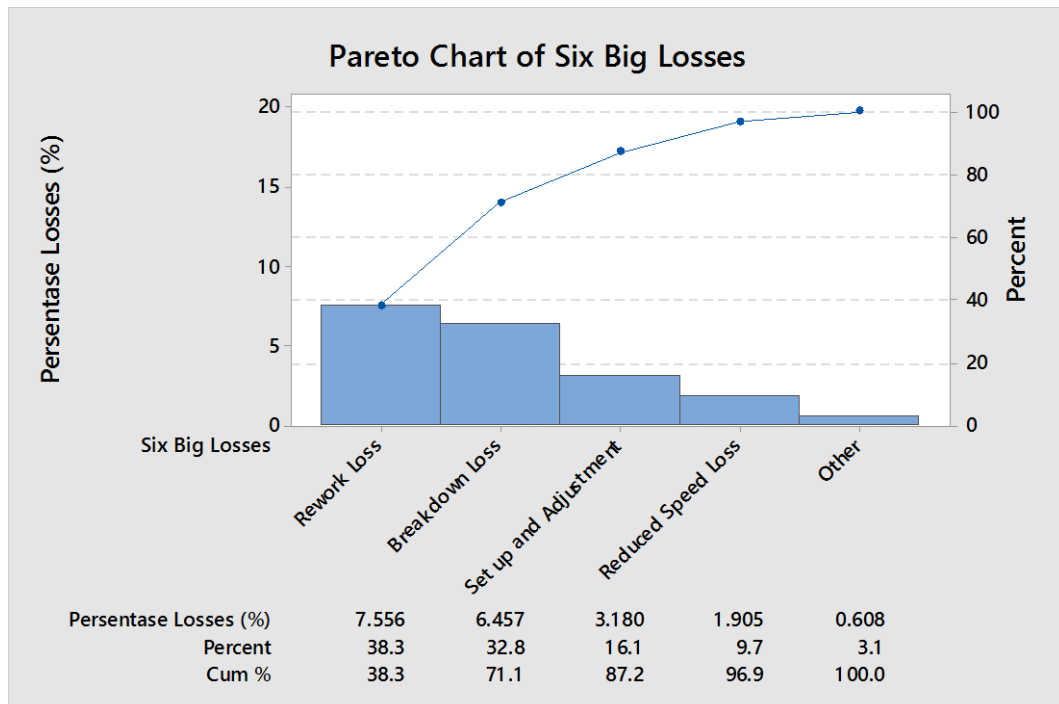
Berdasarkan hasil pengolahan data untuk *six big losses* dapat dilihat kembali pada Tabel 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.5 Analisis *Six Big Losses* mesin *Plastic Injection*

No	<i>Six Big Losses</i>	Persentase Losses (%)	Frekuensi Relatif (%)	Frekuensi Kumulatif (%)
1	<i>Rework Loss</i>	7.56	38.34	38.34
2	<i>Breakdown Loss</i>	6.46	32.77	71.11
3	<i>Set up and Adjustment</i>	3.18	16.13	87.25
4	<i>Reduced Speed Loss</i>	1.90	9.67	96.91
5	<i>Scrap Loss</i>	0.61	3.09	100.00
6	<i>Idling and Minor Stoppages</i>	0.00	0.00	100.00

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel diatas bisa dilihat untuk hasil pengurutan *six big losses* mesin *plastic injection* agar lebih jelas dibuatkan diagram pareto pada Gambar 5.4 berikut ini:



Gambar 5.4 *Pareto chart of Six Big Losses*

(Sumber : Pengolahan Data)

Dari diagram pareto diatas maka diketahui perhitungan untuk nilai *rework loss* adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Frekuensi Kumulatif} &= \frac{\text{Percentase Rework Loss}}{\text{Total Frekuensi Losses}} \times 100 \% \\
 &= \frac{7,56 \%}{19,71\%} \times 100\% \\
 &= 38,34 \%
 \end{aligned}$$

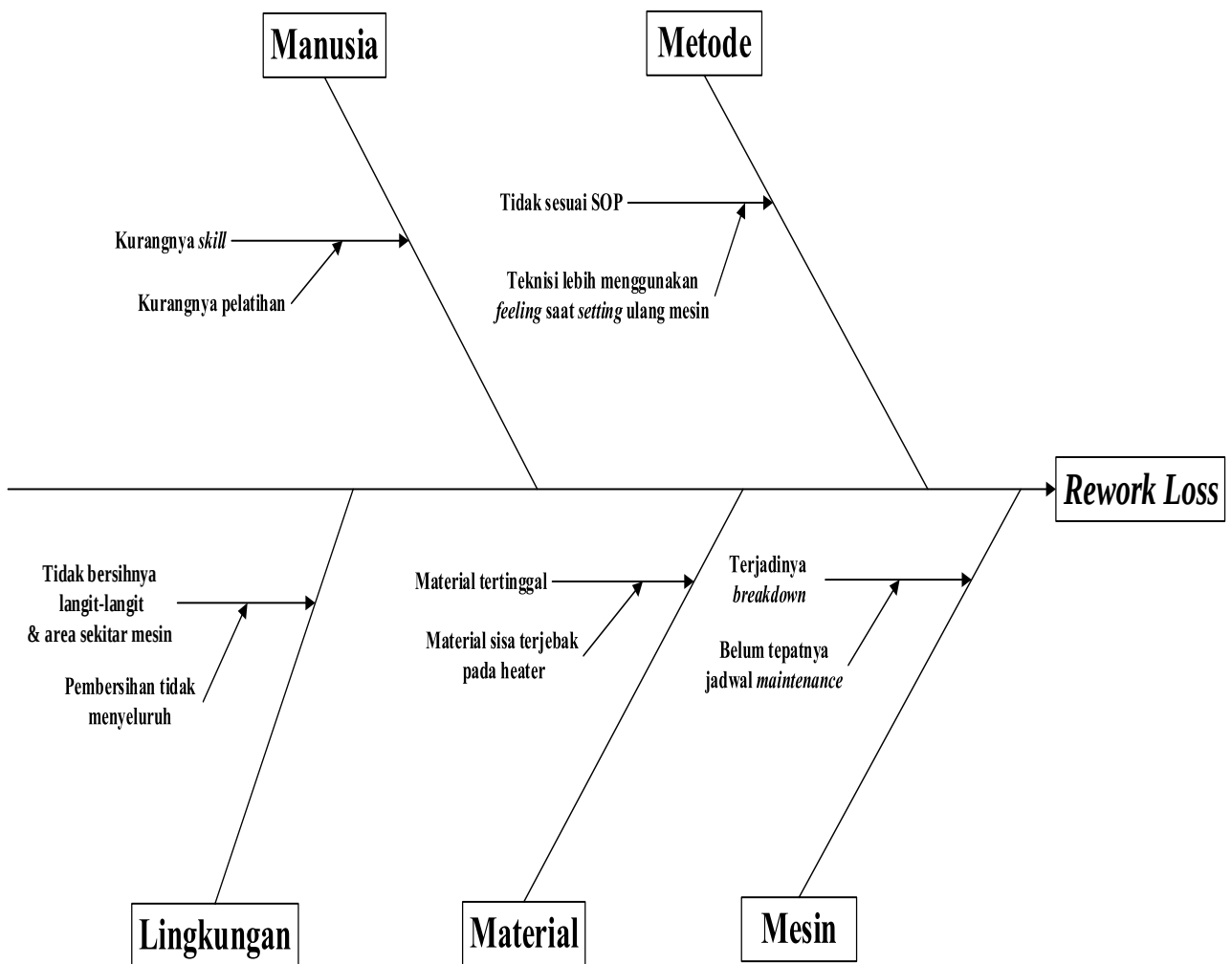
Berdasarkan diagram pareto diatas dapat diketahui bahwa ada satu faktor yang dominan dan mengakibatkan nilai OEE tidak tercapai yaitu *Rework Loss* dengan persentase sebesar 7.56%.

5.3 Analisis Diagram *Fishbone*

Diagram *fishbone* berguna untuk menganalisis dan menentukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan berdasarkan diagram pareto diatas. Dari diagram pareto diatas selanjutnya dibuat analisis. Dibawah ini analisis *fishbone rework loss* :

5.3.1 Analisis *Fishbone* Penyebab *Rework Loss*

Analisis penyebab *rework loss* melalui wawancara dengan pekerja menggunakan *fishbone* diagram, dengan tujuan dapat menemukan akar penyebab dari terjadinya *rework loss* tersebut. *Fishbone* diagram yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Diagram Sebab Akibat *Rework Loss*
(Sumber: Analisis Data)

Penjelasan lebih terperinci dari diagram *fishbone rework loss* diatas adalah sebagai berikut:

1. Manusia

Pada faktor manusia, ditemukan bahwa *skill* operator masih kurang dalam melakukan proses produksi *part*. Hal ini dikarenakan kurangnya pelatihan untuk operator. Selain itu, ditemukan operator sering berganti dalam menggunakan mesin yang berbeda sehingga diperlukan adaptasi untuk mesin yang akan digunakan.

2. Metode

Teknisi lebih menggunakan *feeling* saat *setting* ulang mesin; diakibatkan saat *mensetting* ulang mesin tidak sesuai dengan SOP yang berlaku.

3. Material

Material tertinggal disebabkan adanya material sisa yang terjebak pada *heater*.

4. Mesin

Adanya *breakdown* mesin di tengah produksi; dapat disebabkan karena belum tepatnya jadwal *maintenance* mesin plastik injeksi.

5. Lingkungan

Tidak bersihnya langit-langit dan area sekitar mesin disebabkan tidak adanya pembersihan secara menyeluruh pada langit-langit dan area sekitar mesin.

5.4 Analisis 5W+1H Penyebab *Rework Loss*

Rencana perbaikan untuk mencegah masalah-masalah yang menyebabkan *rework loss* dengan menggunakan metode 5W+1H, yang terdiri dari *what, why, where, when, who* dan *how*. Perbaikan 5W+1H pada mesin *Plastic Injection*. Tabel perbaikan *rework loss* dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Rencana Perbaikan *Rework Loss*

Faktor	What	How	Why	Who	Where	When
	Masalah yang terjadi	Tindakan	Alasan	PIC	Tempat	Waktu
Manusia	Kurangnya <i>Skill</i>	Operator lama maupun baru tetap di <i>training</i>	Agar operator memiliki <i>skill</i> yang baik	<i>Foreman</i>	Area Produksi	Di evaluasi setiap 3 bulan sekali
Metode	Tidak sesuai dengan SOP	Adanya pengawasan pada teknisi dalam penggunaan SOP	Agar operator dapat bekerja sesuai dengan prosedur	<i>Foreman</i>	Area Produksi	Setiap akan <i>setting</i> mesin
Material	Material tertinggal	Melakukan pengecekan pada <i>heater</i> saat pergantian <i>shift</i>	Untuk memastikan agar <i>heater</i> selalu dalam kondisi bersih	<i>Foreman</i>	Area Produksi	Setiap awal <i>shift</i>
Mesin	Terjadinya <i>breakdown</i>	Membuat jadwal perawatan	Agar <i>breakdown</i> dapat di minimalisir	<i>Section Head</i>	Area Produksi	Setiap 8 jam 30 menit sekali
Lingkungan	Tidak bersihnya langit-langit di area sekitar mesin	Memberikan jadwal piket kepada operator untuk membersihkan area kerja	Supaya area kerja selalu terjaga kebersihannya & tidak tercemar dengan udara yang berdebu	<i>Foreman & Operator</i>	Area Mesin	Dilakukan rutin setiap seminggu sekali

(Sumber: Analisis Data)

5.5 Analisis Mean Time Between Failure & Mean Time To Repair

Mean Time Between Failure (MTBF) merupakan waktu rata-rata antara *breakdown* dengan *breakdown* berikutnya, biasanya penyebab mesin M10 *breakdown* yaitu karena *repair mold* . Sedangkan *Mean Time To Repair* (MTTR) merupakan waktu rata-rata antara yang digunakan untuk memperbaiki suatu kerusakan mesin/*line*. MTTR juga dapat dikatakan sebagai indikator kemampuan dari operator *maintenance* mesin dalam menangani atau mengatasi setiap masalah *breakdown*. Dibawah ini rekapitulasi MTBF & MTTR dapat dilihat pada Tabel 5.7 yang merujuk dari Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.

Tabel 5.7 Rekapitulasi MTBF dan MTTR Bulan Januari 2016 s.d Desember 2016

Bulan	MTBF (menit)	MTTR (menit)
Januari	461,02	28,78
Februari	690,64	31,18
Maret	289,58	21,38
April	285,68	14,75
Mei	964,67	27,83
Juni	644,15	34,62
Juli	838,71	77,29
Agustus	330,25	37,52
September	313,41	25,97
Oktober	382,13	35,47
Nopember	327,46	30,27
Desember	421,57	31,26
Rata-rata	495,77	33,02

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.7, maka dapat diketahui waktu rata-rata mesin berhenti karena *breakdown* dari bulan Januari 2016 s.d Desember 2016, yaitu sebesar 495,77 menit atau sama dengan 8 jam 30 menit. Sedangkan waktu rata-rata lama untuk melakukan perbaikan mesin karena *breakdown* dari bulan Januari 2016 s.d Desember 2016, yaitu sebesar 33,02 menit $\approx$ 33 menit.

Setelah mengetahui waktu MTBF dan MTTR maka dibuat tabel penjadwalan perawatan. Waktu awal berhentinya mesin sebelum terjadi *breakdown* pada pukul 08.00 WIB, dikarenakan waktu MTBF nya selama 8 jam 30 menit maka jarak waktu selanjutnya untuk perawatan mesin, yaitu pada pukul 16.30 WIB, dengan waktu perbaikan mesin kurang lebih selama 33 menit. Dibawah ini dapat dilihat Tabel 5.8 penjadwalan perawatan mesin M10 bulan Januari 2018.

Tabel 5.8 Penjadwalan Perawatan Mesin M10 Bulan Januari 2018

Tanggal	Shift			Jam Maintenance	Total Waktu Maintenance	PIC
	1	2	3			
01-Jan-18		√		16.30 WIB	33 menit	Teknisi
02-Jan-18			√	01.00 WIB	33 menit	Teknisi
03-Jan-18	√			09.30 WIB	33 menit	Teknisi
04-Jan-18			√	17.30 WIB	33 menit	Teknisi
05-Jan-18			√	02.00 WIB	33 menit	Teknisi
06-Jan-18	MESIN OFF					
07-Jan-18						
08-Jan-18		√		16.30 WIB	33 menit	Teknisi
09-Jan-18			√	01.00 WIB	33 menit	Teknisi
10-Jan-18	√			09.30 WIB	33 menit	Teknisi
11-Jan-18			√	17.30 WIB	33 menit	Teknisi
12-Jan-18			√	02.00 WIB	33 menit	Teknisi
13-Jan-18	MESIN OFF					
14-Jan-18						
15-Jan-18		√		16.30 WIB	33 menit	Teknisi
16-Jan-18			√	01.00 WIB	33 menit	Teknisi
17-Jan-18	√			09.30 WIB	33 menit	Teknisi
18-Jan-18			√	17.30 WIB	33 menit	Teknisi
19-Jan-18			√	02.00 WIB	33 menit	Teknisi
20-Jan-18	MESIN OFF					
21-Jan-18						
22-Jan-18		√		16.30 WIB	33 menit	Teknisi
23-Jan-18			√	01.00 WIB	33 menit	Teknisi
24-Jan-18	√			09.30 WIB	33 menit	Teknisi
25-Jan-18			√	17.30 WIB	33 menit	Teknisi
26-Jan-18			√	02.00 WIB	33 menit	Teknisi

Lanjut...

Tabel 5.8 Penjadwalan Perawatan Mesin M10 Bulan Januari 2018 (lanjutan)

Tanggal	Shift			Jam Maintenance	Total Waktu Maintenance	PIC
	1	2	3			
27-Jan-18	MESIN OFF					
28-Jan-18						
29-Jan-18		√		16.30 WIB	33 menit	Teknisi
30-Jan-18			√	01.00 WIB	33 menit	Teknisi
31-Jan-18	√			09.30 WIB	33 menit	Teknisi

(Sumber: Analisis Data)

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui pada tanggal 1 Januari 2018 s.d 31 Januari 2018 waktu *maintenance* dilakukan setelah mesin beroperasi selama 8 jam 30 menit, dengan lamanya waktu *maintenance* yaitu selama 33 menit. Mesin *off* pada hari libur nasional dan *weekend*. *Repair mold* dilakukan tanpa mengganggu kinerja mesin, karena *maintenance repair mold* dilakukan diluar bagian mesin.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan, diolah dan dianalisis pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis ke-3 (ketiga) faktor OEE yaitu *Availability*, *Performance Efficiency*, dan *Rate Of Quality* maka didapat nilai rata-rata dari ketiga faktor tersebut. Nilai rata-rata untuk faktor *Availability* sebesar 90,36%. Nilai rata-rata *performance efficiency* sebesar 97,92% dan nilai rata-rata *rate of quality* sebesar 92,44%. Dari hasil nilai rata-rata ketiga faktor OEE maka didapat nilai rata-rata *Overall Equipment Effectiveness* yang dicapai mesin *plastic injection* sebesar 81,80%, nilai ini tidak memenuhi standar yang direkomendasikan *Japan Institute Of Plant Maintenance* (JIPM) yaitu sebesar 85%.
2. Hasil analisis *six big losses* dari keenam faktor menunjukkan bahwa ada satu faktor *six big losses* yang mengakibatkan nilai OEE tidak memenuhi standar, yaitu faktor *rework loss*. Persentase untuk *rework loss* yaitu sebesar 7.56%. Akar permasalahan penyebab *rework loss* adalah pada faktor manusia, metode, lingkungan, *material* & mesin.
3. Hasil analisis dari MTBF & MTTR diketahui waktu rata-rata mesin berhenti karena *breakdown* dari bulan Januari 2016 s.d Desember 2016, yaitu sebesar 495,77 menit atau sama dengan 8 jam 30 menit. Sedangkan waktu rata-rata lama untuk melakukan *maintenance* mesin karena *breakdown* dari bulan Januari 2016 s.d Desember 2016, yaitu sebesar 33,02 menit $\approx$ 33 menit.

6.2 Saran

Dari hasil pengolahan data, analisis dan kesimpulan penelitian, dapat dikemukakan beberapa saran yang dapat diberikan kepada perusahaan sebagai berikut:

1. Mengevaluasi terhadap hasil perhitungan *Overall Equipment Effectiveness & Six Big Losses* setiap bulannya, maka permasalahan-permasalahan menyangkut efektivitas mesin & hal-hal yang menyebabkan kerugian dapat dicari solusinya. Dengan efektivitas mesin yang tinggi & hal-hal yang menyebabkan kerugian sudah di minimalisir maka proses produksi pada seksi *Plastic Injection* pun akan berjalan lebih lancar dan target produksi dapat selalu terpenuhi.
2. Perusahaan perlu menerapkan perawatan mandiri atau *small repair* pada setiap mesin yang dioperasikannya, yaitu *cleaning, tightening, lubricating*, sehingga mengenai kegiatan perawatan tiap mesin tidak hanya menjadi tanggung jawab teknisi / operator *maintenance*.
3. Perusahaan diharapkan menerapkan rencana perbaikan dari faktor *rework loss* yaitu dari faktor manusia, operator lama maupun baru tetap di *training* setiap 3 bulan sekali. Faktor metode yaitu adanya pengawasan pada teknisi dalam penggunaan SOP setiap akan *setting* mesin. Faktor material, melakukan pengecekan pada *heater* saat pergantian *shift*/awal *shift*. Faktor mesin yaitu membuat jadwal perawatan mesin M10 setelah mesin beroperasi setiap 8 jam 30 menit sekali secara kontinu. Faktor lingkungan, memberikan jadwal piket kepada operator untuk membersihkan area kerja yang dilakukan setiap seminggu sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, Sofjan. 2004. *Manajemen Produksi dan Operasi*, edisi revisi, Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.
- Dervitsiotis, Kostas N. 1981. *Operational Management*. New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Ebeling, C.E. 1997, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*, New York: Mc Graw Hill.
- Gazperz, Vincent. 2002. *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Nakajima, S, 1988. "Introduction to Total Productive Maintenance". Productivity Press Inc, Portland.
- Pujotomo, Darminto, dan Septiawan, Heppy. 2007. *Analisis Total Productive Maintenance Pada Line 8 Carbonated Soft Drink PT Coca-Cola Bottling Indonesia Central Java*. Jurnal Analisis Total Productive Maintenance. Semarang: Undip Tembalang.
- Shirose, Kunio. 1996. *The Fast Guide to OEE., Vorne Industries., Itasca, IL USA*.
- Suhara, Deni. 2014. *Analisa Sistem Penjadwalan Perawatan Mesin Departemen Utility Di PT Indorama Synthetics, Tbk Dengan Menggunakan Metode MTBF*. Jurnal Teknologika. Jawa Barat: STT Wastukancana.
- Suzaki, Kiyoshi. 2001. *The New Manufacturing Challenge Technique for Continues Improvement, The Free Press*. New York.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.

PENGADILAN NEGERI JAKARTA UTARA

TURUNAN RESMI PENETAPAN PERKARA

Nomor : 301 /Pdt.P/ 2018 / PN.Jkt.Ut

Nama Pemohon : STEVANUS DWI IRIANTO

Alamat : Jl. Bentengan VI Ego Sky V

No. 50 RT/RW 007/005 Kelurahan

Sunter Jaya Kecamatan Tanjung Priok

PENGADILAN NEGERI JAKARTA UTARA

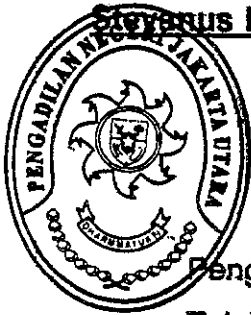


PENETAPAN

No.301/PDT.P/2018/PN.JKT.UTR.

DEMI KEADILAN BERDASARKAN KETUHANAN YANG MAHA ESA

Pengadilan Negeri Jakarta Utara yang memeriksa dan mengadili permohonan pada Peradilan tingkat pertama telah menetapkan sebagai berikut dalam permohonan yang diajukan oleh :



Stevanus Dwi Irianto, beralamat di Jalan Bentengan VI GG. Sky V No. 50 RT. 007 RW. 005 Kelurahan Sunter Jaya, Kecamatan Tanjung Priuk – Jakarta Utara, untuk selanjutnya disebut sebagai Pemohon;

Pengadilan Negeri tersebut ;

Telah membaca permohonan Pemohon ;

Telah memperhatikan alat bukti yang diajukan Pemohon di depan persidangan ;

Menimbang, bahwa Pemohon dengan surat permohonannya tertanggal 31 Mei 2018 yang diterima dan didaftar di Kepaniteraan Pengadilan Negeri Jakarta Utara pada tanggal 04 Juni 2018 dengan nomor 301/Pdt.P/2017/PN.JKT.UTR. telah mengemukakan hal-hal sebagai berikut :

1. Bahwa pemohon dilahirkan di Jakarta tanggal 01 September 1992 dan diberi nama **Stevanus Dwi Irianto** adalah anak ke-2 laki-laki dari suami istri Antonius Ngatiran dan Anna Claudia Sutarni, sebagaimana kutipan Akta Kelahiran Nomor: 7.199/JU/KLT/2009 tanggal 17 Juli 2009;
2. Bahwa pemohon bermaksud **Mengganti Nama Depan** pada Akta Kelahiran pemohon dari **Stevanus Dwi Irianto** menjadi **Ahmad Dwi Irianto** karena sudah pindah agama/keyakinan yang sebelumnya beragama Katholik menjadi Islam;
3. Bahwa untuk sahnya **Penggantian Nama Depan** tersebut sebelumnya pemohon memerlukan ijin berupa suatu penetapan dari Pengadilan Negeri Jakarta.

Berdasarkan hal-hal tersebut diatas, selanjutnya pemohon mohon agar Pengadilan Negeri Jakarta berkenan untuk menetapkan :

1. Mengabulkan permohonan tersebut;
2. Memberi ijin kepada pemohon untuk **Mengganti Nama Depan** pada Akta Kelahiran pemohon dari **Stevanus Dwi Irianto** menjadi **Ahmad Dwi Irianto**;

3. Memerintahkan Kepala Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Jakarta Utara untuk memberikan catatan pinggir tentang **Mengganti Nama Depan** pada Akta Kelahiran pemohon dari **Stevanus Dwi Irianto** menjadi **Ahmad Dwi Irianto** di dalam Akta Kelahiran Nomor: 7.199/JU/KLT/2009 tanggal 17 Juli 2009;



4. Membebaskan biaya perkara kepada Pemohon.

Menimbang, bahwa pada hari sidang yang telah ditetapkan Pemohon hadir sendiri dipersidangan, dan setelah dibacakan permohonannya, Pemohon menyatakan tetap pada permohonannya;

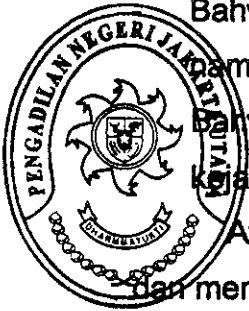
Menimbang, bahwa untuk menguatkan permohonannya Pemohon telah mengajukan dipersidangan alat bukti surat berupa :

1. Fotocopy Kutipan Akta Kelahiran Nomor : 7.199/JU/KLT/2009 atas nama Stevanus Dwi Irianto, yang dikeluarkan oleh Kepala Suku Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Kota Administrasi Jakarta Utara, tanggal 17 Juli 2009, yang diberi tanda P-1 ;
2. Fotocopy Kartu Keluarga Nomor : 3172022401098672 atas nama kepala keluarga Antonius Ngatiran, yang dikeluarkan oleh Kelurahan Sunter Jaya, tanggal 24 Agustus 2011, yang diberi tanda P-2 ;
3. Fotocopy Kartu Tanda Penduduk Nomor : 3172020109920003 atas nama Stevanus Dwi Irianto, yang dikeluarkan oleh Kelurahan Sunter Jaya, tanggal 02 Desember 2011, yang diberi tanda P-3 ;
4. Fotocopy Ijasah atas nama Stevanus Dwi Irianto, yang diberi tanda P-4;
5. Fotocopy Surat Pernyataan yang dibuat oleh Antonius Ngatiran, tanggal 20 Mei 2018, yang diberi tanda P-5;

Menimbang, bahwa fotocopy alat bukti surat tersebut telah ditempel metérai secukupnya sebagai alat pembuktian yang sah;

M

- Bahwa sebelumnya Pemohon beragama Katholik, sekarang sudah Islam;
 - Bahwa Pemohon belum berkeluarga;
 - Bahwa Pemohon sering sholat ke Mesjid;
 - Bahwa Ayah Pemohon beragama Katholik dan Ibunya beragama Islam;
- Bahwa setahu saksi dari pihak keluarga tidak ada yang keberatan apabila nama Pemohon diganti;
- Bahwa penggantian nama Pemohon bukan untuk menghindari diri dari kejaran hukum;
- Atas keterangan yang saksi berikan tersebut Pemohon tidak keberatan dan membenarkannya ;



2. Saksi Widayat Joyo :

- Bahwa saksi kenal dengan Pemohon sebagai teman Pemohon;
- Bahwa saksi tahu Pemohon mengajukan permohonan penggantian nama Pemohon;
- Bahwa nama Pemohon adalah Stevanus Dwi Irianto yang ingin diganti menjadi Ahmad Dwi Irianto;
- Bahwa alasan Pemohon ingin mengurangi namanya karena Pemohon sudah pindah Agama;
- Bahwa sebelumnya Pemohon beragama Katholik, sekarang sudah Islam;
- Bahwa Pemohon belum berkeluarga;
- Bahwa Pemohon sering sholat ke Mesjid;
- Bahwa Ayah Pemohon beragama Katholik dan Ibunya beragama Islam;
- Bahwa setahu saksi dari pihak keluarga tidak ada yang keberatan apabila nama Pemohon diganti;
- Bahwa penggantian nama Pemohon bukan untuk menghindari diri dari kejaran hukum;

Atas keterangan yang saksi berikan tersebut Pemohon tidak keberatan dan membenarkannya ;

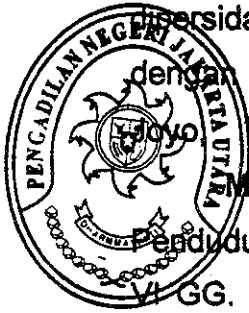
Menimbang, bahwa Pemohon menyatakan tidak mengajukan sesuatu lagi dipersidangan dan mohon penetapan;

Menimbang, bahwa untuk mempersingkat uraian Penetapan ini selanjutnya ditunjuk pada hal-hal yang termuat dalam Berita Acara Persidangan yang dianggap telah dimuat dan dipertimbangkan dalam penetapan ini;

Menimbang, bahwa maksud dan tujuan permohonan Pemohon adalah seperti tersebut diatas;

Menimbang, bahwa Pemohon dalam permohonannya tertanggal 31 Mei 2018 No. 301/Pdt.P/2018/PN.JKT.UTR. pada pokoknya memohon penggantian

nama Pemohon didalam Kutipan Akta Kelahiran Pemohon yang semula ditulis Stevanus Dwi Irianto menjadi Ahmad Dwi Irianto dengan alasan Pemohon karena Pemohon sudah berpindah keyakinan yang sebelumnya beragama Katholik menjadi Agama Islam;



Menimbang, bahwa untuk menguatkan permohonannya Pemohon persidangan telah mengajukan alat bukti surat yang diberi tanda P-1 sampai dengan P-5 serta dua orang saksi yang bernama Abdul Karim dan Widayat

Menimbang, bahwa berdasarkan alat bukti P-3 berupa Kartu Tanda Penduduk telah nyata bahwa Pemohon bertempat tinggal di : Jalan Bentengan VI GG. Sky V No. 50 RT. 007 RW. 005 Kelurahan Sunter Jaya, Kecamatan Tanjung Priuk Jakarta Utara, oleh karena itu Pengadilan Negeri Jakarta Utara berwenang mengadili perkara permohonan Pemohon;

Menimbang, bahwa berdasarkan keterangan saksi-saksi yang diajukan Pemohon, diketahui bahwa nama Pemohon semula bernama Stevanus Dwi Irianto yang ingin diganti menjadi Ahmad Dwi Irianto;

Menimbang, bahwa berdasarkan bukti P-5 berupa Surat Pernyataan yang dibuat oleh Antonius Ngatiran, tanggal 20 Mei 2018 yang merupakan Ayah Pemohon yang menyatakan bahwa ia tidak keberatan apabila nama Pemohon diganti yang sebelumnya nama Pemohon Stevanus Dwi Irianto menjadi Ahmad Dwi Irianto;

Menimbang, bahwa permohonan Pemohon adalah untuk mengganti nama Pemohon yang semula ditulis Stevanus Dwi Irianto didalam Kutipan Akta Kelahiran Pemohon Nomor : 7.199/JU/KLT/2009, yang dikeluarkan oleh Kepala Suku Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Jakarta Utara, tanggal 17 Juli 2009 karena Pemohon telah berpinda Agama yang semula beragama Katholik menjadi beragama Islam dan penggantian nama tersebut tidak bertentangan dengan adat istiadat serta pengurangan nama Pemohon tersebut bukan untuk menghindari kejaran hukum, oleh karena itu permohonan pemohon beralasan untuk dikabulkan;

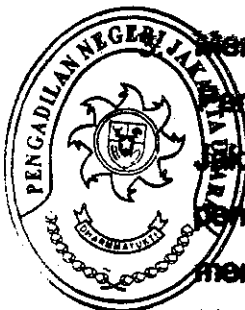
Menimbang, bahwa oleh karena perkara ini adalah kehendak dari Pemohon maka biaya perkara dibebankan kepada Pemohon yang besarnya akan disebutkan dalam amar penetapan dibawah ini ;

Memperhatikan, Undang-Undang No.23 tahun 2006 Jo Undang-Undang No. 24 Tahun 2013 tentang Administrasi Kependudukan dan peraturan perundang-undangan lain yang bersangkutan ;

12

MENETAPKAN

1. Mengabulkan permohonan Pemohon;
2. Memberikan izin kepada Pemohon melakukan penggantian nama Pemohon didalam Kutipan Akta Kelahiran Pemohon Nomor : 7.189/UUKL.T/2009 yang semula ditulis Stevanus Dwi Irianto menjadi Ahmad Dwi Irianto;
3. Memberi izin kepada Pemohon untuk mencatatkan penggantian nama Pemohon kepada Kepala Suku Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil Jakarta Utara atau maupun instansi terkait lainnya untuk mencatatkan pengurangan nama Pemohon yang semula ditulis Stevanus Dwi Irianto menjadi Ahmad Dwi Irianto;
4. Membebankan kepada Pemohon biaya perkara sebesar Rp.221.000 (dua ratus dua puluh satu ribu rupiah);



Demikian ditetapkan pada hari : Senin, tanggal 09 Juli 2018 oleh Agus Darwanta, SH., selaku Hakim Tunggal Pengadilan Negeri Jakarta Utara tersebut yang diucapkan dalam sidang yang terbuka untuk umum pada hari itu juga, dengan dibantu Budi Utoyo. SH., Panitera Pengganti pada Pengadilan Negeri Jakarta Utara serta dihadiri Pemohon.

Panitera Pengganti

ttd

Budi Utoyo. SH.,

Hakim

ttd

Agus Darwanta, SH.,

Biaya-biaya:

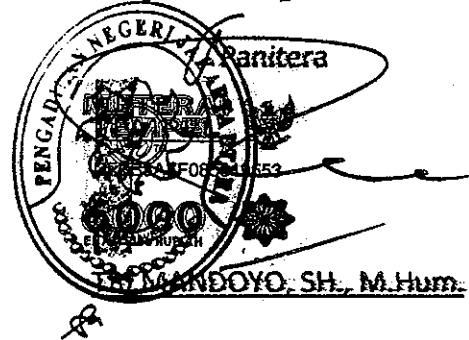
- PNPB	: Rp 30.000,00
- ATK	: Rp 75.000,00
- Biaya Panggilan	: Rp 100.000,00
- PNPB Panggilan Pemohon	: Rp 5.000,00
- Biaya Redaksi	: Rp 5.000,00
- Biaya Materai	: Rp 6.000,00

Jumlah : Rp.221.000,00 (dua ratus dua puluh satu ribu rupiah)

Salinan resmi sesuai dengan aslinya Penetapan Nomor : 301/Pdt.P/2018/PN.Jkt.Utr.,
Ditetapkan tanggal 09 Juli 2018, diberikan kepada Pemohon atas permintaannya secara
lisan;

Jakarta, // Juli 2018

Pengadilan Negeri Jakarta Utara



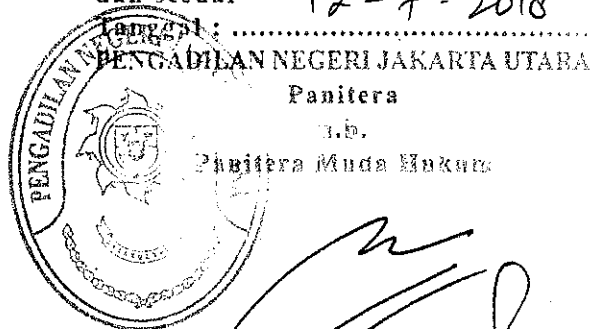
Perincian biaya-biaya :

1. Penyerahan salinan penetapan : Rp. 1.500,-
(5 lembar x Rp.300).
2. Leges : Rp. 3.000,-
3. Meterai : Rp. 6.000,- +
- Jumlah : Rp.10.500,-

NOMOR :	5079
TGL :	11 - 7 - 2018
PARAF :	

Nomor 395 / Legalisasi / 2018

Setelah isi foto copy diperiksa
dan dicocokkan dengan surat aslinya
ternyata foto copy tersebut cocok,
dan sesuai 12-7-2018



BUDI UTAMI, SH. MH.