

**UPAYA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN INJECTION DENGAN
MENGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS
(OEE) DAN SIX BIG LOSSES DI PT MAHLE INDONESIA**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

NAMA : ANNISA RAHMADANIA SIREGAR

NIM : 1214032

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

2019

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR

**UPAYA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN *INJECTION* DENGAN
MENGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*
DAN *SIX BIG LOSSES* DI PT MAHLE INDONESIA**

DISUSUN OLEH :

NAMA : ANNISA RAHMADANIA SIREGAR

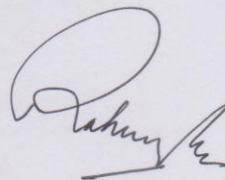
NIM : 1214032

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, 9 Agustus 2019

Dosen Pembimbing,



Ir. Mohammad Rachmatullah, M.B.A.

NIP: 19550407.198403.1.004

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR :

**“UPAYA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN INJECTION
DENGAN MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT
EFFECTIVENESS (OEE) DAN SIX BIG LOSSES DI PT MAHLE
INDONESIA”**

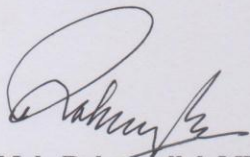
DISUSUN OLEH :

NAMA : ANNISA RAHMADANIA SIREGAR
NIM : 1214032
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada
hari Jumat tanggal 13 September 2019.

Jakarta, 13 September 2019

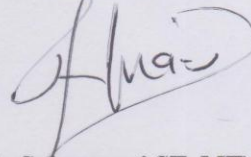
Penguji 1,



(Ir. Moh. Rahmatullah MBA)

NIP: 19550407.198403.1.004

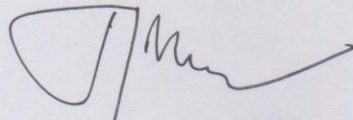
Penguji 2,



(Wilda Sukmawati ST, MT)

NIP: 19760208.20064.2.001

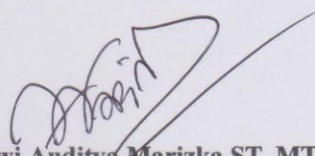
Penguji 3,



(Dr. Ir. Drs Hasan Sudrajat, M.M. M.H)

NIP: 19580409.197903.1.002

Penguji 4,



(Dewi Auditya Marizka ST, MT)

NIP: 19760208.20064.2.001

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Annisa Rahmadania Siregar
 NIM : 1214032
 Judul TA : Menghitung Efektivitas mesin injeksi dengan menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di Pt. Mahle Indonesia
 Pembimbing : Ir. Mohammad Rachmatullah, M.B.A.
 Asisten Pembimbing :

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
1/7/19		Pengajuan Proposal (Revisi)	
4/7/19		Acc Proposal	
12/7/19	I & II	IAcc BAB I, Revisi BAB II	
15/7/19	II & III	Acc BAB III, Revisi BAB II	
18/7/19	II	BAB II Acc	
22/7/19	IV	Revisi Bab IV	
26/7/19	IV	Revisi Bab IV	
1/8/19	IV, V, VI	Revisi Bab IV	
6/8/19	I - VI	Revisi BAB II & BAB IV	
8/8/19	I - VI	Revisi BAB IV	
9/8/19	I - VI	Acc	

Mengetahui,
Ka Prodi

TIO

ga

Muhammad Agus

NIP : 197008292002121001

Pembimbing

Ir. Mohammad Rachmatullah, M.B.A

NIP : 19550407-1984031-001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Annisa Rahmadania Siregar

NIM : 1214032

Berstatus sebagai mahasiswa program studi Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian R.I. dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul **“UPAYA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN INJECTION DENGAN MENGGUNAKAN METODE OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE) DAN SIX BIG LOSSES DI PT MAHLE INDONESIA”**

- **Dibuat** dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, assistensi dengan dosen pembimbing, dan mempelajari 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, kecuali yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.

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

Jakarta, 9 Agustus 2019

Yang Membuat Pernyataan,



Annisa Rahmadania Siregar

ABSTRAK

PT Mahle Indonesia (PMI) merupakan salah satu perusahaan industri manufaktur yang memproduksi komponen otomotif yaitu plastik injeksi untuk *spare part* mobil. PT Mahle Indonesia (PMI) sering mengalami permasalahan pada mesin-mesin produksi terutama pada bagian *injection*, sehingga sering adanya perbaikan pada bagian *injection*. Hal tersebut dapat mengakibatkan produk yang diproduksi tidak sesuai dengan kriteria sehingga pengiriman kepada konsumen tidak dapat tepat waktu. Oleh karena itu dengan adanya masalah tersebut pengukuran kinerja mesin sangat penting bagi PT Mahle Indonesia (PMI). *Total Productive Maintenance* (TPM) adalah suatu pendekatan yang dilakukan oleh semua lini sebagai usaha untuk memaksimalkan efisiensi dan efektivitas peralatan atau mesin secara keseluruhan. TPM dapat diukur dengan menggunakan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) sebagai alat ukur performa dari peralatan atau mesin. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan OEE pada salah satu mesin Injeksi di PT Mahle Indonesia (PMI). Nilai rata-rata OEE yang didapat masih dibawah nilai standar *world class* yaitu 76,16% dimana standar nilai *world class* sebesar 85%. Rendahnya nilai OEE diakibatkan adanya faktor yang belum mencapai nilai standar yaitu faktor dari *performance rate*. Nilai *performance rate* yang dihasilkan belum mencapai standar *world class* dan nilai *performance rate* lebih rendah dibandingkan dengan faktor lainnya yaitu 83,98%. *Losses* yang menyebabkan rendahnya nilai OEE yaitu tingginya nilai persentase *reduced speed loss* sebesar 16,02%, *Idling Minor Stoppages* sebesar 5,12%, *setup and adjustment loss* sebesar 4,31% dan *breakdown loss* sebesar 3,48%.

Kata Kunci : *Total Productive Maintenance* (TPM), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), *Six Big Losses*, Diagram Sebab Akibat

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamin, Segala Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“UPAYA MENINGKATKAN EFEKTIVITAS MESIN *INJECTION* DENGAN MENGGUNAKAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)* DAN *SIX BIG LOSSES* DI PT. MAHLE INDONESIA”**. Tidak lupa terima kasih pula pada keluarga tersayang, Ayah dan Ibu Wahyudin Siregar dan Atikah Hayati yang selalu memberikan dukungan moril maupun materil, baik dalam doa maupun nasehat, serta dalam cinta kasih sayang yang selalu mendidik.

Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan program studi Diploma IV jurusan Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Kakak-kakakku Abi Tapsunji, Eva Nurliana, Rio Marantika, Anggi Hanggara, Shara Silvana dan adikku Mochammad Annas Nasrudin yang senantiasa mendo'akan, serta memberikan motivasi, masukan dan batuan yang tiada henti.
2. Seluruh kerabat dan keluarga yang membantu baik doa, materi, maupun moral.
3. Bapak Dr. Mustofa, S.T, M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
4. Bapak DR. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T. selaku Pembantu Direktur 1 Bidang Akademik Politeknik STMI Jakarta.
5. Bapak Muhamad Agus, S.T, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta.
6. Bapak Taswir Syahfoeddin, SMI, M.Si selaku dosen pembimbing Akademik

7. Bapak Ir. Mohammad Rachmatullah, M.B.A. selaku dosen pembimbing. Terima kasih telah memberikan ilmu, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Staff serta karyawan PT. Mahle Indonesia yang telah memberikan waktu dan tenaga dan pikiran kepada penulis selama melaksanakan Praktek Kerja Lapangan.
9. Teman-teman tercinta di Politeknik STMI Jakarta terutama angkatan 2014 yang selalu kompak dalam memberikan informasi dalam semua hal yang berkaitan dengan laporan tugas akhir.
10. Semua pihak yang penulis tidak bisa sebutkan namanya satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir ini.

Penulis sangat menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan dimasa yang akan datang.

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

Jakarta, Agustus 2019

Annisa Rahmadania Siregar

DAFTAR ISI

JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR BIMBINGAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. <i>Maintenance</i> (Perawatan)	7
2.1.1. Tujuan <i>Maintenance</i> (Perawatan)	7
2.1.2. Jenis-Jenis <i>Maintenance</i> (Perawatan)	8
2.1.3. Peranan <i>Maintenance</i> (Perawatan) dalam Sistem Produksi	11
2.2. <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	11
2.2.1 Pilar dari <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	12

2.2.2 Tujuan <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM)	13
2.2.3 <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) di dalam TPM	14
2.3. <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE).....	15
2.3.1. Tujuan Implementasi <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)...	16
2.3.2. Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	16
2.3.3. Pengukuran Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	18
2.4. <i>Six Big Losses</i> (Enam Kerugian Besar)	19
2.5. <i>Pareto Chart</i>	22
2.6. Diagram Sebab Akibat (<i>Fishbone, Ishikawa</i>).....	23
2.7. Analisa 5W+1H	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Data dan Sumber Data	26
3.1.1. Jenis Data.....	26
3.1.2. Sumber Data	27
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	27
3.3. Metodologi Pemecahan Masalah	28

BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGELOLAAN DATA

4.1. Pengumpulan Data	34
4.1.1. Profil Perusahaan (<i>Company Profil</i>).....	34
4.1.2. Sejarah Perusahaan	35
4.1.3. Visi dan Misi Perusahaan	35
4.1.4. Ruang Lingkup Bidang Usaha.....	36
4.1.5. Lokasi Perusahaan	37
4.1.6. Struktur Organisasi	38
4.1.7. Uraian Jabatan.....	39
4.1.8. Tenaga Kerja.....	40
4.1.8.1. Komposisi Karyawan	41

4.1.8.1.1. Jumlah Tenaga Kerja	41
4.1.8.2.1. Pengaturan Waktu dan Jam Kerja	41
4.1.8.3.1. Jam Kerja.....	42
4.1.9. Kesejahteraan Karyawan	42
4.1.10. Pengenalan Produk	43
4.1.11. Pengenalan Mesin Injeksi	44
4.1.12. Proses Produksi.....	47
4.1.13. Data Jumlah Produksi Mesin	50
4.1.14. Data Jam Kerja Mesin Injeksi.....	50
4.1.15. Data <i>Downtime</i> dan <i>Planned Downtime</i>	51
4.2. Pengelolaan Data	52
4.2.1. Pengukuran <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)	
Mesin Injeksi.....	52
4.2.1.1. Perhitungan <i>Availability Rate</i>	53
4.2.1.2. Perhitungan <i>Performance Rate</i>	54
4.2.1.3. Perhitungan <i>Quantity Rate</i>	55
4.2.1.4. Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) ..	56
4.2.2. Perhitungan <i>Six Big Losses</i>	58
4.2.2.1 <i>Breakdown Loss</i>	58
4.2.2.2 <i>Set Up and Adjustment Loss</i>	59
4.2.2.3 <i>Idling and Minor Stoppages Loss</i>	60
4.2.2.4 <i>Reduced Speed Loss</i>	62
4.2.2.5 <i>Defect Loss</i>	63
4.2.2.6 <i>Scrap/Yield Loss</i>	64

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	66
5.2. Analisis Perhitungan <i>Losses</i>	68
5.3. Analisis Hubungan Antara Rendah nya Nilai OEE dengan <i>Losses</i> ...	70

5.4. Analisis Diagram Sebab-Akibat	70
BAB VI PENUTUP	
6.1. Kesimpulan	77
6.2. Saran	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Berdasarkan <i>World Class</i>	19
Tabel 4.1.	Jam Kerja di PT. Mahle Indonesia.....	42
Tabel 4.2.	Macam-macam plastik <i>Injection</i> yang diproduksi di PT. Mahle Indonesia	43
Tabel 4.3.	Data Jumlah Produksi Mesin Injeksi di PT. Mahle Indonesia....	50
Tabel 4.4.	Data Jam Kerja Mesin Injeksi.....	51
Tabel 4.5.	Data <i>Downtime</i> dan <i>Planned Downtime</i>	51
Tabel 4.6.	Data Hasil Perhitungan <i>Available Rate</i>	53
Tabel 4.7.	Data Hasil Perhitungan <i>Performance Rate</i>	55
Tabel 4.8.	Data Hasil Perhitungan <i>Quality Rate</i>	56
Tabel 4.9.	Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	57
Tabel 4.10.	Data Hasil Perhitungan <i>Breakdown Loss</i>	58
Tabel 4.11.	Data Hasil Perhitungan <i>SetUp and Adjustment</i>	60
Tabel 4.12.	Data Hasil Perhitungan <i>Idling and Minor Stoppages</i>	61
Tabel 4.13.	Data Hasil Perhitungan <i>Reduced Speed Loss</i>	62
Tabel 4.14.	Data Hasil Perhitungan <i>Defect Loss</i>	64
Tabel 4.15.	Data Hasil Perhitungan <i>Scrap/Yield Loss</i>	65
Tabel 5.1.	Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	67
Tabel 5.2.	<i>Persentase</i> dari <i>Six Big Losses</i>	68
Tabel 5.3.	Analisis Diagram Sebab-Akibat	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pilar dari TPM	13
Gambar 2.2.	Contoh Diagram Sebab-Akibat	24
Gambar 3.1.	Kerangka Pemecahan Masalah.....	33
Gambar 4.1.	Jenis Produk Yang dihasilkan	36
Gambar 4.2.	<i>Customer</i>	36
Gambar 4.3.	Peta Lokasi Perusahaan	37
Gambar 4.4.	Layout Perusahaan.....	37
Gambar 4.5.	Struktur Organisasi.....	38
Gambar 4.6.	Pengaturan Jam Kerja.....	41
Gambar 4.7.	Mesin Injeksi (Tampak Depan)	45
Gambar 4.8.	Mesin Injeksi (Tampak Belakang)	45
Gambar 4.9.	Diagram Aliran Produksi.....	48
Gambar 5.1.	Grafik <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Mesin Injeksi	67
Gambar 5.2.	Diagram Pareto rata-rata Persentase dari <i>Six Big Losses</i>	69
Gambar 5.3.	Diagram Sebab Akibat Penyebab Tidak Tercapainya Nilai OEE	71

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi yang semakin pesat menuntut semua kalangan manusia untuk dapat menguasai setiap perkembangan yang terjadi pada teknologi baik dalam dunia industri manufaktur maupun industri lain yang terus menerus diperbaharui perkembangannya sampai saat ini. Salah satu faktor penunjang keberhasilan suatu industri manufaktur ditentukan oleh kelancaran suatu proses produksi, sehingga bila proses produksi berjalan dengan lancar, penggunaan mesin dan peralatan produksi yang efektif akan menghasilkan produk yang berkualitas, waktu penyelesaian pembuatan yang tepat dan ongkos produksi yang murah (Rinawati, 2014).

Dalam dunia industri tidak hanya teknologi yang dibutuhkan, namun sumber daya manusia juga tidak kalah penting dengan teknologi. PT Mahle Indonesia (PMI) merupakan perusahaan industri manufaktur yang memproduksi komponen otomotif yaitu *Plastic Injection* untuk *spare part* mobil. PT Mahle Indonesia (PMI) didirikan pada April 2013, Produksi PT Mahle Indonesia (PMI) bersifat *make to order*. PT Mahle Indonesia (PMI) terus berupaya melakukan perbaikan dalam meningkatkan kepuasan konsumen dengan berusaha memenuhi permintaan produk sesuai keinginan konsumen dan ketepatan dalam pengiriman produk.

Dalam proses produksinya PT Mahle Indonesia diperlukan mesin-mesin produksi untuk membantu proses pembuatan produk. Mesin produksi sebagai salah satu faktor terpenting dalam keberhasilan proses produksi PT Mahle Indonesia, sehingga harus selalu dioptimalkan penggunaannya agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Permasalahan yang terjadi di PT Mahle Indonesia adalah rendahnya tingkat efisiensi dan efektivitas pada mesin *injection* yang sering mengalami kerusakan atau *breakdown* yang mengakibatkan rendahnya tingkat

produktivitas dari mesin tersebut sehingga target produksi tidak dapat terpenuhi. Mesin injeksi adalah mesin yang memproduksi bahan-bahan *thermoplastic* dengan menggunakan cetakan yang diisi dengan bahan biji plastik yang terlebih dahulu harus dilakukan pemanasan hingga mencapai titik lumer dengan mekanisme injeksi atau suntikan. Terdapat 3 mesin injeksi horizontal di *Injection Line*. Setiap mesin memiliki tonase yang berbeda-beda. Tonase membedakan mesin injeksi berdasarkan besarnya gaya pencengkraman maksimum yang bisa diberikan. Kisaran tonase mesin injeksi yang ada pada *Injection Line* dimulai dari 450 ton, 650 ton dan 850 ton. Mesin injeksi ini setiap harinya memproduksi produk berupa plastik injeksi untuk *spare part* mobil seperti *Air Cleaner*, *Intake Manifold*, *Oil Stainer*, dan *Head Cover*. Mesin injeksi adalah salah satu mesin yang di gunakan di PT Mahle Indonesia dengan frekuensi pemakaian yang terus menerus. Karena, semakin sering suatu mesin bekerja dalam memenuhi kebutuhan produksi maka dapat menurunkan kemampuan dari suatu mesin tersebut, serta membutuhkan pergantian komponen mesin yang mengalami kerusakan.

Kata pemeliharaan yang sudah banyak dikenal dalam sektor industri yaitu *Total Productive Maintenance* (TPM). *Total Productive Maintenance* (TPM) sendiri ialah sebuah pendekatan *inovatif* untuk perawatan yang optimal untuk meningkatkan efektivitas peralatan, menghilangkan kerusakan dan memperkenalkan sebuah perawatan oleh operator melalui kegiatan sehari-hari yang melibatkan total tenaga kerja (Nakajima, 1988). Tujuan dari *Total Productive Maintenance* (TPM) sendiri untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas suatu mesin dan peralatan, serta mengoptimalkan suatu mesin produksi dapat beroperasi dengan lancar sehingga dapat menghindari terjadinya kerusakan mesin, berhentinya proses produksi dan meminimalisir kecacatan produk (Nakajima, 1988).

Salah satu metode pengukuran *Total Productive Maintenance* (TPM) yaitu menggunakan metode OEE atau yang biasa dikenal dengan *Overall Equipment Effectiveness*. Metode ini dalam perhitungannya dipengaruhi oleh faktor ketersediaan (*Availability Rate*), faktor performa mesin (*Performance Rate*), dan faktor kualitas

(*Quality Rate*). Untuk mengetahui penyebab dari ketidak efektifan suatu mesin atau peralatan maka dilakukan perhitungan *six big losses* (Nurfaizah dkk, 2014).

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan diatas, rumusan permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Seberapa besar nilai keefektifan mesin *injection* di PT Mahle Indonesia?
2. Bagaimana perhitungan eman kerugian besar (*Six Big Losses*) pada mesin injeksi di PT Mahle Indonesia?
3. Apa saja faktor-faktor yang berpengaruh pada rendahnya tingkat produktivitas mesin *injection* di PT Mahle Indonesia?
4. Apa tindakan yang dapat di implementasikan untuk meningkatkan keefektifan mesin Injeksi dalam rangka pencapaian total *effectiveness* pada *Total Productive Maintenance* (TPM)?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai efektivitas mesin Injeksi menggunakan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) di PT Mahle Indonesia.
2. Mengidentifikasi enam kerugian besar (*six big losses*) pada mesin injeksi di PT Mahle Indonesia.
3. Mendapatkan faktor penyebab rendahnya tingkat produktivitas mesin injeksi di PT Mahle Indonesia.
4. Mengetahui tindakan yang dapat di implementasikan untuk meningkatkan keefektifan mesin injeksi dalam rangka mencapai total *effectiveness* pada *Total Productive Maintenance* (TPM).

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 PT Mahle Indonesia.
2. Objek utama penelitian ini adalah salah satu mesin Injeksi yang ada pada *injection line* yaitu mesin injeksi JSW 650T.
3. Data pengamatan atau periode pengukuran OEE dilakukan pada bulan Juli 2017 sampai dengan Juni 2018.
4. Pengelompokan jenis-jenis pemborosan dengan menggunakan *Six Big Losses*
5. Menggambarkan tingkat keefektifan pada mesin Injeksi dengan menggunakan Diagram Pareto.
6. Kebutuhan tenaga kerja tidak diperhitungkan.
7. Tidak membahas masalah kerugian biaya berhentinya mesin Injeksi pada *Injection Line*.

1.5. Manfaat Penelitian

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

1. Pihak perusahaan
Sebagai bahan masukan bagi PT Mahle Indonesia
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 ialah sebuah gambaran uraian mengenai pembahasan yang akan dibahas pada sub bab, sehingga pada masing-masing sub bab akan terdapat pembahasan tersendiri. Sistematika penulisan yang akan dibahas pada penelitian tugas akhir ini dapat diuraikan sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai Latar Belakang Permasalahan dari dilakukannya penelitian, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Batasan Masalah, Manfaat Penelitian, serta Sistematika Penulisan.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi teori-teori yang menjadikan pedoman dari penelitian ini dan berkaitan dengan permasalahan yang diangkat sebagai topic. Teori-teori tersebut merupakan acuan untuk memecahkan masalah tersebut. Dasar teori ini diperoleh dari literature, artikel, jurnal, skripsi, tesis, disertai yang terkait dengan objek dan metode penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan masalah secara berurutan dan sistematis mulai dari melakukan studi lapangan, studi pustaka, identifikasi masalah, tujuan penelitian yang ingin dicapai, pengumpulan data, pengolahan data, analisis masalah, serta kesimpulan dan saran.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjelaskan mengenai perihal pengumpulan data yang akan dilakukan dengan meninjau beberapa dokumen-dokumen terkait. Data variabel yang telah dikumpulkan akan diidentifikasi dan disajikan untuk memberikan gambaran awal kepada pembaca.

BAB V : ANALISIS MASALAH DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh

dari pengumpulan dan pengolahan data pada bab sebelumnya. Dijabarkan pula beberapa solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ada.

BAB VI : PENUTUP

Bab ini menyajikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Maintenance (Perawatan)

Maintenance (perawatan) menurut Wati (2009) adalah “semua tindakan teknik dan administratif yang dilakukan untuk menjaga agar kondisi mesin/peralatan tetap baik dan dapat melakukan segala fungsinya dengan baik, efisien, dan ekonomis sesuai dengan tingkat keamanan yang tinggi.” Pendapat tersebut sejalan dengan pendapat Stephens (2010), yang menyatakan bahwa “*all activities necessary to keep a system and all of its components in working order.*” Sehingga dapat dikatakan bahwa seiring berlalunya waktu fungsi mesin serta peralatan yang digunakan untuk produksi semakin lama akan berkurang. Namun dengan adanya suatu sistem perawatan yang baik, maka usia kegunaan mesin dapat diperpanjang dengan melakukan perawatan secara berkala dengan perawatan yang tepat. Terdapat dua hasil yang diharapkan dari kegiatan perawatan, yaitu :

1. *Condition maintenance*, yaitu aktivitas perawatan untuk mempertahankan keadaan mesin/peralatan agar dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan usia ekonomis mesin itu.
2. *Replacement maintenance*, yaitu aktivitas perawatan untuk perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan.

2.1.1. Tujuan Maintenance (Perawatan)

Secara umum perawatan bertujuan untuk:

1. Menjamin ketersediaan, keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis maupun teknis, sehingga dalam penggunaannya dapat dilaksanakan seoptimal mungkin.
2. Memperpanjang usia kegunaan fasilitas (mesin dan peralatan).

3. Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan dalam keadaan darurat.
4. Menjamin keselamatan kerja, keamanan dalam penggunaannya

Dilihat dari perkembangan industri, memungkinkan mesin-mesin produksi akan melakukan seluruh tugas, artinya dituntut adanya pelaksanaan pekerjaan perawatan yang baik dan terarah. Pekerjaan perawatan lebih diarahkan untuk menjaga kestabilan sistem, sehingga sistem akan dapat meningkatkan produktivitasnya.

Dalam perusahaan kegiatan perawatan secara garis besar dilakukan untuk mencegah kerusakan mesin atau peralatan yang digunakan untuk kegiatan produksi yang terlalu cepat, selain itu kegiatan perawatan harus memiliki kriteria efektif, efisien, dan biaya rendah. Maka ada beberapa tujuan kegiatan perawatan menurut Wati (2009) yaitu:

- a. Memperpanjang usia pakai dari mesin atau peralatan
- b. Menjaga fungsi dari mesin atau peralatan agar tetap baik
- c. Menjamin ketersediaan optimum mesin atau peralatan
- d. Menjamin kesiapan operasional mesin atau peralatan
- e. Mengurangi waktu *downtime* dari mesin atau peralatan (memaksimalkan ketersediaan/*availability*)
- f. Menjamin keselamatan *user* mesin atau peralatan tersebut
- g. Menjamin kepuasan pelanggan

2.1.2. Jenis-Jenis *Maintenance* (Perawatan)

Ada beberapa jenis-jenis dalam *maintenance* di suatu perusahaan atau proses fabrikasi yang juga merupakan bagian dari pilar pada TPM yaitu :

1. *Planned Maintenance*

Planned maintenance atau disebut juga dengan perawatan terencana merupakan suatu bagian dari pilar pada *Total Productive Maintenance* (TPM). Menurut Panneerselvam (2005), tujuan dari metode ini adalah “*Planned maintenance aims to have trouble free machines and equipments to produce defect free products to*

fully satisfy customers requirements.” Sehingga dapat dikatakan bahwa *planned maintenance* bertujuan untuk menciptakan suatu kondisi mesin yang bebas masalah dan menghasilkan suatu produk yang bebas cacat, sehingga kepuasan pelanggan dapat terpenuhi. Lalu definisi *planned maintenance* menurut Wati (2009), “pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya.” Jadi dapat dikatakan *planned maintenance* merupakan jenis perawatan yang telah diorganisir, direncanakan, dijadwalkan, serta dilakukan pencatatan pada setiap prosesnya. Pada *planned maintenance* mempunyai tiga bentuk tipe perawatan, yaitu :

a. *Reactive atau Corrective Maintenance (repair and breakdown)*

Perawatan perbaikan ini dilakukan tepat pada saat terjadi kegagalan mesin atau pada saat mesin benar-benar rusak. Perawatan ini menuntut operator serta teknisi untuk melakukan hal-hal yang mencakup :

- b. Mencatat hasil yang timbul dari kerusakan yang terjadi secara detail dan terperinci, sehingga operator dan teknisi dapat menganalisa kerusakan dan mencari penyebabnya.
- c. Ikut memberikan masukan-masukan setelah melakukan pencatatan serta menganalisanya, yang tujuannya adalah mencegah kejadian serupa terjadi kembali pada mesin atau peralatan

2. *Preventive Maintenance*

Perawatan jenis ini adalah kebalikan dari perawatan perbaikan, perawatan ini dilakukan untuk mencegah dan memperbaiki masalah sebelum terjadi kegagalan mesin atau peralatan. Dalam hal ini pemeriksaan merupakan kegiatan yang penting untuk pembuatan laporan dan merencanakan perawatan yang rutin untuk kegiatan selanjutnya agar lebih tepat dan cepat. Langkah-langkah standar yang dilakukan untuk melakukan perawatan jenis ini adalah :

- a. Membersihkan area dekat mesin atau peralatan, seperti membersihkan debu, membersihkan sisa pelumas yang tercecer, membersihkan sisa-sisa *scrap*, dan lain-lain.
- b. Inspeksi mesin atau peralatan setelah digunakan, seperti memeriksa tingkat ketinggian oli, memeriksa apakah ada baut di mesin yang lepas, atau kabel yang lepas serta terbuka, dan lain-lain.
- c. Pelumasan terhadap bagian mesin atau peralatan yang mungkin memerlukannya.

3. *Predictive Maintenance*

Perawatan ini merupakan perkembangan dari *preventive maintenance*, perawatan ini dilakukan pada interval waktu yang telah ditentukan berdasarkan prediksi hasil analisa. Data yang digunakan untuk dianalisa dalam sistem perawatan ini dapat berupa temperatur, getaran, bahan kimia pelumas dan lain-lain.

4. *Autonomous Maintenance*

Suatu sistem pemeliharaan mandiri, dimana kegiatan perawatan mesin/peralatan dilakukan oleh operator sendiri, seperti yang dikatakan oleh Panneerselvam (2005), “*to prepare the operators to take care of routine maintenance task which will help to free the core maintenance personnel to concentrate on high end maintenance activities.*” Namun hanya berlaku pada perawatan ringan saja yang dilakukan oleh operator tersebut. Beberapa tujuan dari *Autonomous maintenance* adalah sebagai berikut :

1. Mencegah dan mengurangi lama waktu mesin atau peralatan *downtime*.
2. Mencegah *defect* dari proses mesin.
3. Mempercepat penanganan mesin *downtime*.
4. Meningkatkan ketahanan mesin.
5. Menjaga kondisi mesin dalam keadaan prima.
6. Mencegah kerusakan mesin yang lebih parah.
7. Meningkatkan pemahaman operator dan *skill* tentang mesin.

8. Mengurangi resiko kecelakaan kerja, karena operator lebih paham dengan sistem *safety* dari mesin.

2.1.3. Peran Perawatan (*Maintenance*) dalam Sistem Produksi

Dalam industri dikenal dengan suatu produk yang merupakan hasil dari suatu proses. Proses tersebut membentuk suatu sistem yang saling terkait satu sama lain. Hal ini dapat disebut dengan suatu sistem produksi, atau sistem produksi merupakan sarana yang dipergunakan dalam mengubah masukan-masukan seperti sumber daya manusia, mesin atau peralatan, dan yang lainnya untuk menciptakan barang atau jasa yang bermanfaat. Dalam usaha untuk memenuhi *output* yang diinginkan, pada umumnya slalu diusahakan agar fasilitas dapat dipergunakan secara optimal dan kegiatan produksi dapat berjalan dengan maksimal.

Dalam sistem produksi, peran kegiatan perawatan (*maintenance*) tidak hanya untuk menjaga agar sistem tetap bekerja, tetapi produk yang dihasilkan untuk konsumen dapat dikirim atau diserahkan secara tepat waktu dengan kualitas yang diharapkan. Jadi peran perawatan (*maintenance*) dalam sistem produksi sangat menentukan dalam kelancaran produksi, kualitas, volume produksi, dan efesiensi dan berproduksi.

2.2. Total Productive Maintenance (TPM)

Total Productive Maintenance TPM adalah sebuah pendekatan daur hidup (*life cycle*) yang terintegrasi dengan pemeliharaan pabrik. TPM dapat dimanfaatkan dengan efektif oleh organisasi untuk mengembangkan keterlibatan pekerja pada setiap langkah proses manufaktur dan pemeliharaan fasilitas untuk lebih mengefektifkan aliran produksi (*production flow*), meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya operasi. Keterlibatan pekerja secara total, pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*) oleh operator, aktivitas-aktivitas kelompok kecil untuk meningkatkan kehandalan (*reliability*), kemudahan untuk dipelihara (*maintainability*), produktivitas peralatan serta perbaikan berkesinambungan (*kaizen*) merupakan prinsip-prinsip yang tercakup dalam TPM (Borris, 2006).

Total Productive Maintenance (TPM) menyangkut aspek operasi dan instalasi mesin tersebut dan *Total Productive Maintenance* (TPM) sangat mempengaruhi motivasi orang-orang yang bekerja dalam suatu perusahaan. *Total Productive Maintenance* (TPM) memiliki tiga komponen yaitu:

1. Pendekatan Total (*Total Approach*)

Filosofi dari TPM sesuai dengan semua aspek yang terkait dengan fasilitas yang dipergunakan dalam area operasi dan orang yang mengoperasikan, men-set up dan merawat fasilitas yang merupakan objek yang menjadi fokus perhatian.

2. Aksi yang Produktif (*Productive Action*)

Pendekatan yang bersifat proaktif pada setiap kondisi dari operasi fasilitas bertujuan untuk meningkatkan produktifitas secara terus-menerus dan performansi bisnis yang optimal secara keseluruhan.

3. Perawatan (*Maintenance*)

Metodologi yang sangat praktis untuk melakukan manajemen perawatan yang baik dan peningkatan keefektifitasan dari fasilitas dan integrasi dari semua operator produksi hingga level manajemen.

Selain itu TPM atau *Total Productive Maintenance* memiliki 3 target utama, berikut adalah target utama dari TPM yaitu:

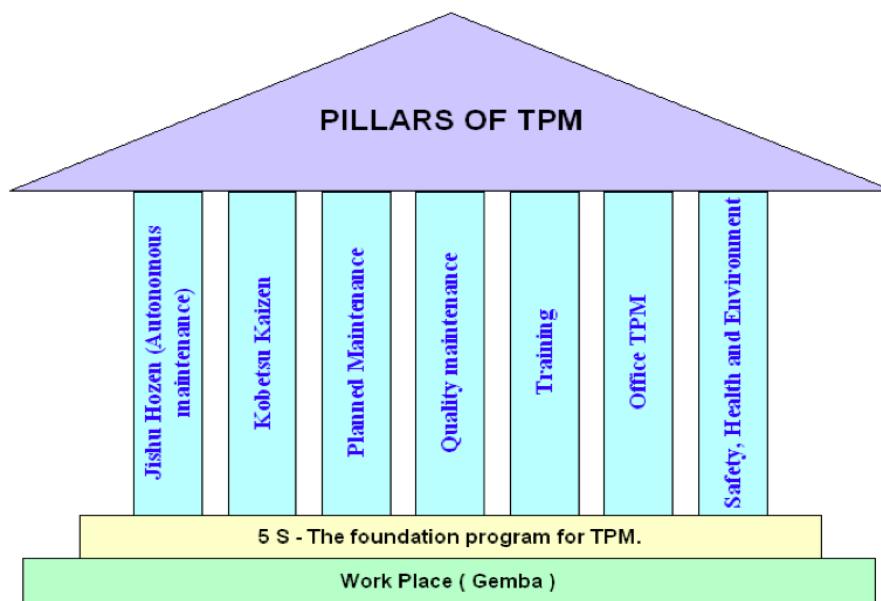
1. *Zero product defect* (tidak ada produk cacat)
2. *Zero equipment unplanned failures* (tidak ada kegagalan atau kerusakan pada mesin yang tidak terdeteksi sebelumnya)
3. *Zero accident* (tidak ada kecelakaan di area kerja)

2.2.1. Pilar dari *Total Productive Maintenance* (TPM)

Dalam sistem *Total Productive Maintenance* (TPM) memiliki dasar pondasi yang menjadi ciri khas sistem ini, dasar pondasi tersebut di sebut juga pilar, pilar ini terdiri dari delapan metode yang menjadi penyokong berjalannya suatu sistem TPM, dimana delapan pilar ini saling terkait antara satu sama lain. Delapan pilar menurut Panneerselvam (2005) antara lain yaitu :

1. Metode 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*).

2. *Autonomous Maintenance.*
3. *Metode Kaizen.*
4. *Planned Maintenance.*
5. *Quality Maintenance.*
6. *Pelatihan.*
7. *Office TPM*
8. *Safety, Health, and Environment.*



Gambar 2.1. Pilar dari TPM

(Sumber :http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml)

2.2.2. Tujuan *Total Productive Maintenance* (TPM)

Tujuan dari *maintenance* dalam TPM menurut Wireman (2004), antara lain yaitu :

- a. Meningkatkan efektifitas dari mesin atau peralatan.
- b. Memastikan bahwa suatu mesin atau peralatan bekerja sesuai dengan fungsi dan spesifikasinya secara efektif.
- c. Meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari perawatan.

- d. Memfokuskan pada kegiatan perawatan yang efektif dan efisien pada saat melakukan perawatan pada mesin atau peralatan.
- e. Manajemen perawatan yang tepat.
- f. Tujuannya adalah untuk mengurangi tingkat perawatan dari suatu mesin atau peralatan, agar biaya perawatan keseluruhan tidak membengkak.
- g. Melakukan pelatihan untuk meningkatkan keahlian kepada semua orang yang terlibat, dan dapat berkontribusi dalam kegiatan perawatan. Tidak hanya melibatkan anggota *maintenance departement*, tapi juga pada seluruh operator, serta karyawan lainnya.
- h. Melibatkan operator pada setiap kegiatan perawatan rutin.
- i. Kegiatan ini bertujuan agar seluruh operator dapat memahami serta menangani setiap masalah yang mungkin timbul.

Total Productive Maintenance (TPM) berusaha meminimalkan semua potensi kerugian dalam produksi dan mengoperasikan peralatan (Taissir, 2010). TPM juga mempertimbangkan kualitas dengan membuat tingkat cacat nol (0), yang berarti tidak ada cacat produksi, tidak ada kerusakan, tidak ada kecelakaan, dan tidak ada pemborosan dalam proses yang berjalan atau perubahan. *Total Productive Maintenance* (TPM) dapat didefinisikan dengan mempertimbangkan tujuan sebagai berikut:

1. Meningkatkan keefektifan peralatan.
2. Melibatkan operator dalam pemeliharaan sehari-hari
3. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas perawatan
4. Mendidik dan melatih semua orang yang ada di perusahaan
5. Merancang dan mengelola peralatan untuk pencegahan perawatan

2.2.3. Overall Equipment Effectiveness (OEE) di dalam TPM

TPM merupakan sistem manajemen dalam perawatan, peralatan, mesin, *utility* dengan sasaran tercapainya *zero breakdown*, *zero defect* dan *zero accident*. *Zero breakdown* berarti peralatan tidak pernah rusak, *zero defect* berarti tidak ada produk

yang rusak saat dibuat, dan *zero accident* berarti tidak adanya kecelakaan kerja yang mengakibatkan luka pada manusia maupun kerusakan alat/mesin.

Didalam TPM terdapat parameter yaitu *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang mencakup tiga faktor yaitu mutu produk (*quality*), ketersediaan/lamanya mesin bisa dipakai (*availability*), dan kinerja dari mesin dalam menghasilkan produk (*performance*). Dengan mengetahui nilai dari OEE maka akan banyak manfaat yang bisa diperoleh, misalnya:

1. Menjadi dasar pertimbangan apakah sudah perlu membeli mesin baru atau tidak.
2. Menghindari pembelian mesin dan komponen yang tidak tepat.
3. Menjadi patokan kecepatan mesin yang kita tuntut.
4. Mengetahui apakah produktivitas di pabrik sudah optimal atau belum.
5. Saat mesin baru yang dibeli sedang *commisioning*, maka data OEE bisa menjadi patokan apakah mesin itu sudah sesuai dengan permintaan.
6. Sebagai sarana untuk *improvement*.

2.3. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) mulai diakui sebagai metode mendasar untuk mengukur kinerja pabrik di akhir 1980-an dan awal 1990-an. Ini adalah periode yang memperlihatkan munculnya perusahaan besar yang melakukan *benchmarking* serius mengenai pemeliharaan, pengenalan *Total Productive Maintenance* (TPM) di Amerika, dan berdirinya *Society for Maintenance* dan Keandalan Profesional (Hansen, 2001).

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah sebuah metrik hirarki yang fokus pada bagaimana tingkat keefektifan sebuah perusahaan manufaktur dioperasikan. Hasil dari OEE dapat membandingkan antara unit manufaktur antara departemen-departemen, organisasi-organisasi, mesin, dan industri. OEE berfungsi sebagai alat yang mengidentifikasi mesin-mesin potensial, identifikasi dan melacak kerugian, dan mengidentifikasi kesempatan baru. (Stamatis, 2010).

Pada awalnya OEE adalah sebuah bentuk modifikasi dari *Total Productive Maintenance* (TPM) yang dikembangkan oleh Seiichi Nakajima di *Japan Institute of Plan Maintenance* yang menggambarkan TPM untuk mencapai performa ideal dan tidak terjadinya kerugian. Dengan kata lain berarti tidak ada *scrap* atau cacat produksi, tidak ada *breakdown*, tidak ada kecelakaan, tidak ada sampah/limbah dalam proses produksi atau *changeover*. Kualifikasi dari keseluruhan waktu yang terbuang dan dibandingkan dengan waktu yang tersedia dapat memberikan performa aktual terhadap produksi dan pemeliharaan kepada manajemen dan membantu untuk fokus terhadap kerugian yang lebih besar (R.Almeanazel, 2010).

2.3.1. Tujuan Implementasi *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Dengan menganalisis *Overall Equipment Effectiveness* OEE, maka tujuan berikut dapat dicapai dalam proses produksi, yaitu :

1. Mengurangi *downtime* yang direncanakan karena pemeliharaan terjadwal, istirahat, kekurangan bahan, dan sebagainya, sehingga meningkatkan pemanfaatan mesin.
2. Meminimalkan kerusakan mesin dan *downtime* yang tidak direncanakan untuk meningkatkan ketersediaan.
3. Menghilangkan faktor-faktor untuk tingkat kerugian produksi.
4. Mengukur kinerja pabrik / lini / mesin.
5. Menganalisis kerugian produksi secara berulang.

Selain itu, 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 (Saha, 2016).

2.3.2. Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

1. *Availability*

Availability (ketersediaan) mesin atau peralatan merupakan perbandingan antara waktu operasi (*operation time*) terhadap waktu persiapan (*loading time*) dari suatu mesin/peralatan. Sehingga untuk melakukan perhitungan *availability*

diperlukan :

1. *Operation time*
2. *Loading time*
3. *Downtime*

Maka *availability* dapat dihitung sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation\ time\ X\ 100\%}{Loading\ time}$$

$$Availability = \frac{(Loading\ time - Downtime) X\ 100\%}{Loading\ time}$$

Dimana *loading time* adalah waktu yang tersedia (*total availability time*) perhari atau perbulan yang dikurangi dengan waktu *downtime* mesin atau peralatan yang direncanakan (*planned downtime*).

$$Loading\ time = Total\ Jam\ Kerja - Planned\ downtime$$

Dimana *planned downtime* adalah jumlah *downtime* yang telah dijadwalkan dalam rencana produksi meliputi downtime untuk jadwal pemeliharaan dan aktivitas manajemen.

Operation time merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime*, dengan kata lain *operation time* adalah waktu operasi yang tersedia ketika mesin beroperasi. *Downtime* Mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan mengakibatkan tidak ada output yang dihasilkan.

$$Operating\ time = Loading\ Time - downtime$$

2. *Performance Rate*

Performance Rate merupakan tolak ukur dari efisiensi suatu kinerja mesin dalam menjalankan proses produksi sehingga dapat menghasilkan suatu produk. Dalam *Performance Rate* terdapat tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *Performance Rate* yaitu:

1. *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal).
2. *Processed amount* (Jumlah produk yang diproses).

3. *Operation time* (waktu operasi mesin).

Maka *performance rate* dapat dihitung sebagai berikut :

$$Performance Rate = \frac{Processed\ amount \times ideal\ cycle\ time}{Operating\ time} \times 100\%$$

3. *Quality Rate*

Quality Rate adalah perbandingan jumlah produk yang baik terhadap jumlah produk yang diproses. Jadi *quality rate* merupakan hasil perhitungan dengan faktor berikut :

1. *Output proses*
2. *Defect amount.*

Maka dapat diketahui rumusnya sebagai berikut:

$$Quality Rate = \frac{(processed\ amount - defect\ amount)}{processed\ amount} \times 100\%$$

2.3.3 Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) telah menetapkan standar *benchmark* yang telah di praktikan secara luas di seluruh dunia. Berikut OEE *Benchmark* berdasarkan persentasenya

1. Jika OEE = 100%, produksi dianggap sempurna, hanya memproduksi tanpa cacat, bekerja dalam kinerja (*performance*) yang cepat, dan tidak adanya waktu yang terbuang karena mesin berhenti (*downtime*).
2. Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia, bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok bagi banyak perusahaan untuk di jadikan tujuan jangka panjang.
3. Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk peningkatan.
4. Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah ditingkatkan (*improve*) melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan mengapa

terjadinya *downtime* serta dapat menangani sumber-sumber penyebab *downtime* secara satu per satu)

Untuk standar *benchmark world class* yang dianjurkan JIPM, yaitu OEE = 85%, maka nilai yang harus dipenuhi untuk masing-masing faktor OEE adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Berdasarkan *World Class*

OEE Faktor	World Class
<i>Availability</i>	90%
<i>Performance</i>	95%
<i>Quality</i>	99,9%
<i>Overall OEE</i>	85%

(Sumber: leanindonesia.com)

2.4 *Six Big Losses* (Enam Kerugian Besar)

Salah satu tujuan dari perhitungan OEE adalah menghilangkan kerugian-kerugian yang ada dan menyebabkan angka efisiensi yang turun. Kerugian-kerugian tersebut oleh Nakajima (1988) dalam Dyah Ika, 2014 dikelompokkan menjadi 6 besar sebagai berikut adalah definisi dari *six big losses* :

1. *Downtime losses* (waktu tidak terpakai)

Downtime losses terdiri dari :

a. *Breakdown losses*

Breakdown loss merupakan kerusakan mesin atau peralatan dimana mesin atau peralatan tersebut tidak dapat beroperasi. Kerusakan mesin atau peralatan dapat menyebabkan waktu operasi terbuang sia-sia dan dapat menyebabkan hasil produksi yang tidak maksimal. Kerugian ini diukur dengan seberapa lama waktu selama mengalami kerusakan hingga selesai diperbaiki. Sehingga rumus yang digunakan untuk menghitung kerugian yang ditimbulkan yaitu:

$$\text{Breakdown loss} = \frac{\text{Breakdown}}{\text{loading time}} \times 100\%$$

b. *Setup and Adjustment Loss*

Setup and Adjustment Loss merupakan kerugian yang diakibatkan oleh perubahan kondisi operasi, seperti dimulainya produksi atau dimulainya shift yang berbeda, perubahan produk dan perubahan kondisi operasi. Contohnya seperti pergantian peralatan. Dalam perhitungan *set-up and adjustment loss* diperlukan seluruh data mengenai waktu *set-up* mesin dan *adjustment time* yang menjadi objek penelitian. Untuk mengetahui besarnya persentase efektivitas mesin yang hilang diakibatkan oleh *set-up and adjustment* maka digunakan rumus:

$$\begin{aligned} &\text{Setup and Adjustment Loss} \\ &= \frac{\text{Total Setup and Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned}$$

2. *Speed Losses* (penurunan kecepatan)

Faktor-faktor yang dikategorikan dalam *speed losses* adalah *idling and minor stoppage* dan *reduced speed losses*.

a. *Idling and minor stoppages losses*

Idling and minor stoppages losses, merupakan kerugian yang disebabkan oleh berhentinya peralatan karena ada permasalahan sementara, seperti mesin terputus-putus (*halting*), macet (*jamming*) seta mesin menganggur (*idling*). Untuk mengetahui persentase dari *idling and minor stoppage* dalam mempengaruhi efektivitas mesin, maka digunakan rumus :

$$\begin{aligned} &\text{Idling and Minor Stoppages} \\ &= \frac{\text{Operating Time} - (\text{actual cycle time} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \end{aligned}$$

b. *Reduced Speed Losses*

Reduced speed losses yaitu pengurangan kecepatan produksi dari kecepatan desain peralatan tersebut. Pengukuran ini dengan membandingkan kapasitas

ideal dengan beban kerja actual. Sehingga rumus yang dapat digunakan dalam perhitungan *Reduced speed losses* adalah sebagai berikut :

$$\text{reduced speed losses} = \frac{(\text{actual cycle time} - \text{ideal cycle time}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

3. *Defect or quality losses*

Defect or quality losses merupakan output produksi yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi kualitas maka disebut quality lossess, yang terdiri dari dua hal berikut:

a. *Scrap loss*

Reduced yield/ scrap loss merupakan kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin untuk menghasilkan produk sesuai standar. Kerugian ini terjadi dari awal produksi, dimulai dari awal mesin menyala hingga kondisi mesin untuk melakukan kegiatan produksi kembali stabil. Besarnya kerugian yang diakibatkan oleh *reduced yeild* akan bergantung pada beberapa faktor, antara lain faktor keadaan operasi yang tidak stabil, kurang tepatnya penanganan, pemasangan dan pemeliharaan mesin dan kurangnya kemampuan operator dalam kegiatan produksi yang dilakukan. Besarnya prosentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *reduced yield* dapat dihitung dengan menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Scrap loss/Yield} = \frac{\text{Scrap} \times \text{actual cycle time}}{\text{Operating time}} \times 100\%$$

b. *Defect In Process Losses*

Defect in process / rework losses merupakan kerugian yang diakibatkan karena adanya produk cacat yang dihasilkan sehingga produk tersebut memerlukan waktu untuk proses perbaikan. Lama waktu proses perbaikan tersebut merupakan kerugian bagi perusahaan. Selain mengakibatkan kerugian waktu juga menyebabkan kerugian material, biaya produksi dan

limbah produksi. Namun, kerugian akibat *rework losses* ini relatif lebih kecil dibandingkan dengan kerugian lain. Besarnya prosentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *defect in process losses* dapat dihitung dengan menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Defect In Process Losses} = \frac{\text{Defect} \times \text{actual cycle time}}{\text{Operating time}} \times 100\%$$

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 (Nakajima, 1988).

2.5 Pareto Chart

Diagram pareto adalah sebuah grafik yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak ditunjukkan sebelah kiri, dan seterusnya hingga masalah yang paling sedikit pada sebelah kanan (Gaspersz, 2012). Pada dasarnya diagram ini digunakan sebagai alat bantu gambar untuk menentukan frekuensi relatif dari urutan kepentingan sebuah masalah atau penyebab masalah yang ada dan memfokuskan perhatian pada isu-isu yang penting melalui urutan masalah (Gaspersz, 2012).

Pada dasarnya, diagram ini terdiri atas dua jenis :

1. Diagram Pareto mengenai fenomena yang digunakan untuk mengetahui masalah utama yang ada seperti kerusakan barang, ongkos pengeluaran, kekurangan stok, kecelakaan dan lain-lain.

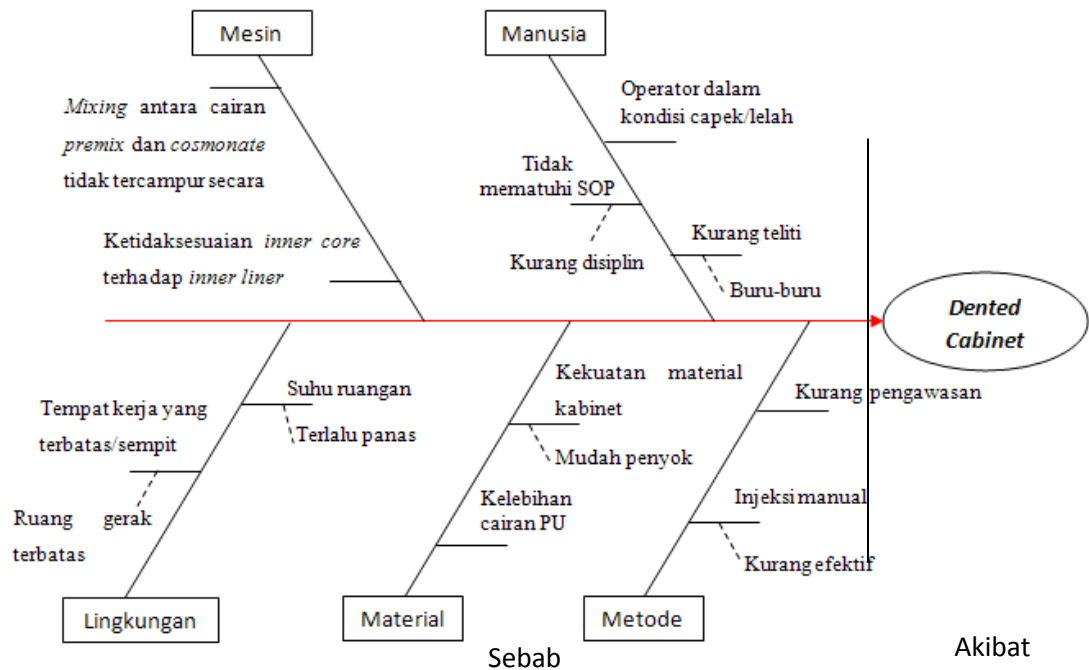
2. Diagram Pareto mengenai penyebab diagram ini digunakan untuk mengetahui apa penyebab dari masalah yang ada seperti kondisi operasi, bahan baku, mesin-mesin, instrumen dan lain-lain (Gaspersz, 2012, p. 472).

Diagram pareto bertujuan untuk menemukan atau mengetahui prioritas utama dari masalah yang dihadapi dan merupakan kunci dalam penyelesaian masalah yang dihadapi dan perbandingan terhadap keseluruhan. Kegunaan diagram pareto antara lain :

1. Menunjukkan masalah utama dengan menunjukkan urutan prioritas dari beberapa masalah.
2. Menyatakan perbandingan masing-masing masalah terhadap keseluruhan.
3. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah terbatas.
4. Menunjukkan perbandingan masing-masing masalah sebelum dan sesudah perbaikan.

2.6 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone, Ishikawa*)

Diagram sebab akibat yang terkenal dengan istilah lain adalah diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) yang diperkenalkan pertama kalinya oleh Prof. Kouru Ishikawa (Tokyo University) pada tahun 1943. Terkadang diagram ini disebut pula dengan *diagram Ishikawa* untuk menghormati nama dari penemunya. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja. Selain itu digunakan juga untuk mencari penyebab-penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Dalam hal ini metode sumbang saran (*brainstorming method*) akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail.



Gambar 2.9 Contoh Diagram *Fishbone*
(Sumber : Wignjosoebroto, 2003)

Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada 5 (lima) faktor penyebab utama signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu (Wignjosoebroto, 2003):

1. Manusia (*man*).
2. Metode kerja (*work method*).
3. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*machine* atau *equipment*).
4. Bahan-bahan baku (*raw materials*).
5. Lingkungan kerja (*work environment*).

2.7 Analisis 5W+1H

Melalui diagram *Fishbone*, akan timbul akar permasalahan dari masing-masing 5M+1E (*man, machine, methods, money, material & environment*). Sehingga timbul ide penyelesaian masalah dengan analisis 5W+1H. 5W-1H merupakan rencana tindakan (*action plan*) yang memuat secara jelas setiap tindakan perbaikan atau

peningkatan kualitas six sigma. Prinsip ini memuat 6 macam pertanyaan sebagai berikut (Gaspersz, 2002). Analisis 5W+1H yang maksud adalah sebagai berikut:

- *What* : Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas?
- *Why* : Mengapa rencana tindakan itu diperlukan?
- *Where* : Dimana rencana tindakan itu dilakukan ?
- *When* : Kapan terjadinya?
- *Who* : Siapa yang akan melaksanakan aktivitas perbaikan?
- *How* : Bagaimana tindakan program pelaksana perbaikan?

Data yang dihasilkan dari metode analisis ini hanya bersifat kualitatif atau tidak dapat dihitung secara matematis. Kita hanya dapat mengetahui faktor-faktor penyebab mesin berhenti operasi atau mengalami kerusakan untuk kemudian memberikan usulan perbaikan, tetapi tidak dapat secara pasti menentukan interval perbaikan mesin yang efektif.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan faktor yang menentukan dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi. Metodologi penelitian akan membantu dalam memecahkan masalah dengan menemukan, mengembangkan, dan mengkaji kebenaran suatu pengetahuan secara ilmiah pada suatu penelitian. Pada bagian ini akan dijelaskan secara rinci semua urutan pelaksanaan penelitian dimulai dari mengidentifikasi masalah pada perusahaan yang menjadi tempat penelitian, Pengumpulan data dilanjutkan dengan data yang berkaitan dengan penelitian untuk dilakukan pengolahan data. Kemudian dilakukan analisis data dan diakhiri dengan suatu kesimpulan dan saran-saran yang dapat diterapkan di perusahaan.

3.1. Jenis Data dan Sumber Data

Jenis data dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Jenis Data

Jenis-jenis data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jenis data primer dan sekunder.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dilapangan oleh peneliti. Data primer yang didapatkan dalam penelitian ini yaitu dari wawancara langsung dan dari observasi lapangan. Data primer yang didapat meliputi data lamanya mesin injeksi beroperasi, lama waktu berhenti produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang tidak didapatkan langsung dilapangan. Data sekunder biasanya didapatkan melalui adanya perantara seperti jurnal dan buku-buku yang berhubungan dengan metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini yaitu yang berhubungan dengan metode OEE. Data sekunder yang didapat meliputi Profil perusahaan, data jam kerja, data jumlah produk, jumlah *reject*, data *downtime*, data *setup* mesin, data *planned downtime*.

3.2.2 Sumber Data

Data primer yaitu data yang didapatkan dari pengamatan langsung terhadap mesin yang akan diteliti. Sedangkan data sekunder yaitu data yang diperoleh dengan mengumpulkan hasil penelitian yang berasal dari berbagai sumber seperti jurnal, *website*, buku dan sejenisnya.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data untuk penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Penelitian Lapangan

Penelitian Lapangan ini dilakukan guna mencari data, mengumpulkan data, serta mengelolanya dengan cara mengamati kegiatan dilapangan khususnya kegiatan produksi, melakukan diskusi dengan staff produksi, staff quality control, dan operator pada proses produksi. Maksud dari penelitian lapangan yang dilakukan ini adalah untuk mengetahui permasalahan apa yang terjadi di lapangan.

b. Penelitian Kepustakaan

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

3.3. Metodologi Pemecahan Masalah

Metodologi pemecahan masalah merupakan langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ditemukan dalam penelitian.

Adapun langkah-langkah tersebut dijelaskan sebagai berikut :

5. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk mengetahui masalah apa yang akan dibahas serta perbaikan apa yang harus diberikan setelah melihat proses produksi plastik injeksi. Setelah menemui masalah, tujuan penelitian ditentukan untuk mengetahui arah penelitian serta mendapatkan solusi yang tepat. Studi pendahuluan terdiri dari studi lapangan dan studi literature.

a. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya terjadi dilapangan. Studi ini dilakukan dengan cara mengamati kegiatan dilapangan khususnya kegiatan produksi. Dari studi lapangan yang dilakukan dapat diketahui permasalahan apa yang terjadi di lapangan.

b. Studi pustaka

Suatu penelitian harus didasari dengan landasan teori yang kuat terkait masalah yang diteliti, sehingga apa yang dilakukan dapat dipertanggung jawabkan. Studi pustaka digunakan sebagai landasan teori penelitian yang diperoleh dari referensi, jurnal, *website*, dan lain-lain.

6. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah merupakan suatu pengamatan yang dilakukan untuk menemukan masalah dengan meninjau proses produksi dan melakukan wawancara dengan pihak yang berkepentingan.

7. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ditetapkan sebagai pedoman, langkah-langkah apa yang akan dilakukan dan data apa saja yang diperlukan agar tujuan akhir pada penelitian yang dilakukan dapat tercapai. Maksud dan tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini harus diuraikan secara spesifik dan jelas. Adapun tujuan pada

penelitian ini telah diuraikan pada Bab I dimana penelitian dilakukan di PT. Mahle Indonesia.

8. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan penelitian. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh berupa gambaran umum produk *plastic Injection*, gambaran umum mesin Injeksi, data alur proses produksi, cara kerja mesin dan sebagainya. Sedangkan data sekunder yaitu data mengenai frekuensi *breakdown* yang terjadi pada mesin, data waktu untuk perbaikan yang dilakukan, data *ideal cycle time*, dan data mengenai jumlah produksi.

9. Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini adalah pengukuran terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* untuk mesin injeksi. Nilai OEE ini tergantung dari tiga ratio, yaitu: *availability*, *performance*, dan *quality*. Sehingga nilai dari ketiga ratio tersebut harus terlebih dahulu diperoleh. Setelah mendapatkan nilai OEE, proses selanjutnya dalam pengolahan data terhadap kerugian/*losses* agar dapat terlihat hubungan dari kerugian tersebut terhadap nilai OEE dan pengolahan data yang terakhir adalah mencari penyebab masalah yang berkaitan dengan nilai OEE.

Tahapan pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Perhitungan *Availability Rate*

Perhitungan *availability rate* dilakukan dengan cara membandingkan antara rasio *operating time* terhadap *loading time*. *Operating time* didapat dari hasil pengurangan antara *loading time* dengan *downtime*.

2. Perhitungan *Performance Rate*

Perhitungan *performance rate* dilakukan dengan cara perkalian antara rasio kuantitas produk yang dihasilkan (*processed amount*) dengan waktu siklus ideal (*ideal cycle time*) terhadap *operating time*. Waktu siklus ideal tersebut merupakan siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan

optimal tanpa mengalami hambatan.

3. Perhitungan *Quality Rate*

Perhitungan *quality rate* dilakukan dengan cara membandingkan rasio antara *good products* terhadap jumlah kuantitas produk yang diproses (*processed amount*). *Good product* didapat dari pengurangan antara jumlah kuantitas produk (*processed amount*) dengan produk cacat (*defect amount*).

4. Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Setelah nilai dari ketiga rasio *availability*, *performance* dan *quality* diperoleh maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai *overall equipment effectiveness*. Langkah yang dilakukan adalah dengan mengalikan ketiga rasio tersebut sehingga akan diperoleh nilai *overall equipment effectiveness* dari mesin.

5. Perhitungan Kerugian-Kerugian/ *Losses*

a. *Downtime losses*

1. *Downtime loss*

Langkah perhitungan yang dilakukan untuk menghitung *downtime loss* yaitu dengan membandingkan total nilai *downtime* terhadap nilai *loading time*.

2. *Set up dan adjustment*

Selanjutnya menghitung *set up and adjustment*. Langkah yang dilakukan untuk melakukan perhitungan ini dengan membandingkan nilai total *setup and adjusment* dengan nilai *loading time*.

b. *Speed losses*

1. *Idling dan minor stoppages*

Langkah yang dilakukan untuk melakukan perhitungan dari kerugian ini dengan membandingkan nilai total *nonproductive time* dengan nilai *loading time*. Dimana *nonproductive time* didapat dari pengurangan antara nilai *operation time* dengan *actual production time*.

2. *Reduced speed*

Langkah yang dilakukan untuk mengetahui besarnya kerugian ini dengan membandingkan selisih antara *actual production time* dengan nilai *ideal production time* terhadap *loading time*.

c. *Defect losess*

Terdapat dua macam perhitungan untuk mengetahui *defect losess* yaitu:

1. *Defect loss*

Defect loss merupakan kerugian yang timbul karena adanya produk cacat. Perhitungan *defect loss* yang dilakukan yaitu dengan membandingkan perkalian antara *ideal cycle time* dengan *defect* terhadap nilai *loading time*.

2. *Yield/ scraploss*

Merupakan kerugian yang ditimbulkan akibat proses produksi belum mencapai keadaan produksi yang stabil akibatnya selama proses produksi belum stabil, produk yang dihasilkan tidak mencapai kualitas yang diharapkan. Langkah yang dilakukan untuk mengetahui besarnya kerugian ini dengan membandingkan perkalian antara *ideal cycle time* dengan total scrap terhadap *loading time*.

10. Analisis dan Pemabahasan

Analisis dilakukan untuk menganalisis hasil pengelolaan atau perhitungan data yang berkaitan dengan efesiens dan efektivitas suatu mesin dengan menggunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM) yaitu :

1. Analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Yaitu Analisis yang dilakukan setelah pengelolaan dan perhitungan data, apakah nilai OEE dari objek yang diamati sedah baik atau masih rendah dalam tingkat efektivitas dari objek yang diamati.

2. Analisis *Six Big Losses*

Yaitu analisis yang dilakukan dengan mengidentifikasi faktor kerugian yang paling berpengaruh terhadap rendahnya tingkat efektivitas dari objek yang diteliti.

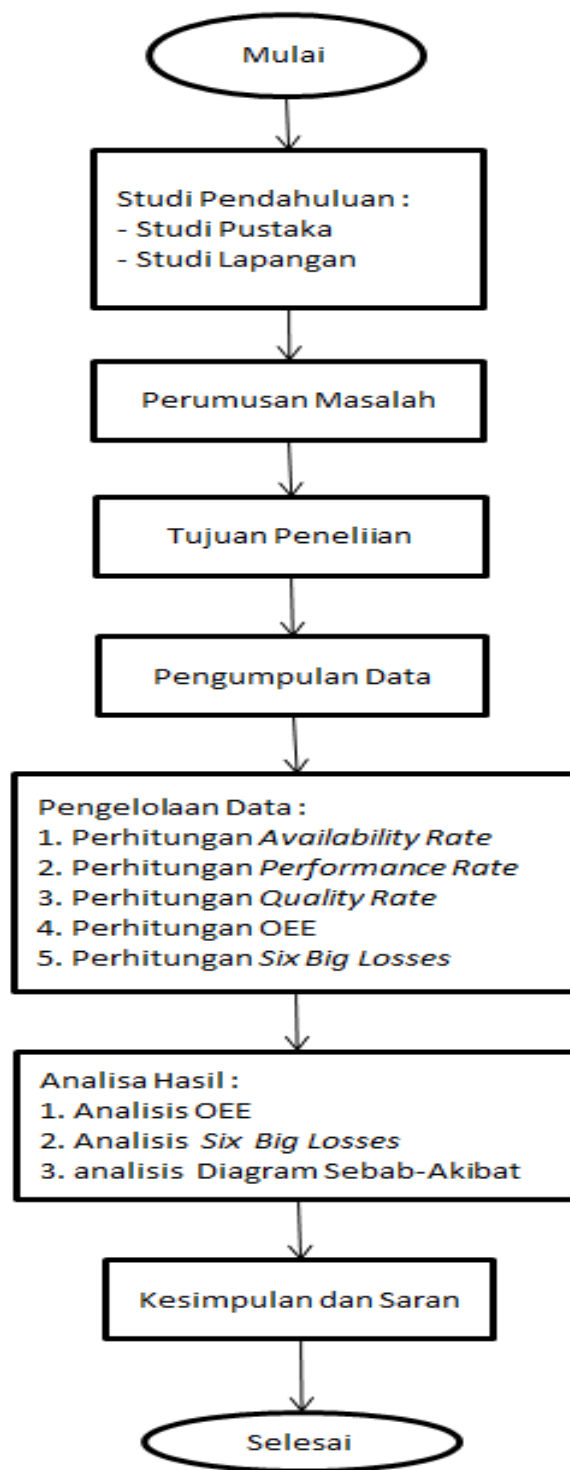
3. Analisis Diagram Sebab-Akibat

Yaitu analisis yang dihasilkan setelah mendapatkan faktor yang paling mempengaruhi rendahnya tingkat efektivitas dari objek yang diteliti dengan cara melakukan wawancara dan *brainstorming* terhadap responden dengan membuat diagram sebab-akibat (*Fishbone*) yang bertujuan untuk penyebab permasalahan yang terjadi.

7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah untuk menjawab tujuan penelitian. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang.

Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGELOLAAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang didapat selama penelitian di PT Mahle Indonesia. Penelitian difokuskan pada mesin injeksi JSW 650T. Pengumpulan data berisi tentang hal-hal yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan dalam penelitian. Pengumpulan data dilakukan untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan dalam penelitian ini. Data yang didapat merupakan data primer dan data sekunder yang akan digunakan untuk menghitung keefektifan pada mesin Injeksi JSW 450T yang terdapat pada *injection line*, dimana menghasilkan komponen otomotif berupa Plastik Injeksi.

4.1.1. Profil Perusahaan (*Company Profile*)

Nama	: PT MAHLE INDONESIA (PMI)
Type Perusahaan	: Perusahaan Manufaktur
Tanggal Pendirian	: April 2013
Jumlah Kepala	: 46 per Desember 2017 (3 Jepang)
Alamat Pabrik	: Greenland Internasional Industri Center (GIIC), Blok CC No.1 Kota Delta Mas, Desa Pasirranji, Cikarang, Bekasi 17530
Luas Area	: 28.785 m ²
Telepon	: (021) 50555320
Fax	: (021) 50555321

Daftar Konsumen tetap dari PT Mahle Indonesia (PMI) yaitu :

1. PT NISSAN MOTOR INDONESIA (NMI)
2. PT HONDA PROSPECT MOTOR (HPM)
3. PT SUZUKI INDOMOBIL MOTOR (SIM)

4.1.2. Sejarah Perusahaan

PT Mahle Indonesia didirikan pada April 2013. Berikut sekilas catatan sejarah perkembangan perusahaan sejak berdirinya hingga tahun 2017 :

1. April 2013, didirikan sebagai perusahaan yang memproduksi plastik injeksi khususnya untuk komponen mobil.
2. Mei 2015, mulai memproduksi plastik injeksi untuk komponen mobil pada bagian *Air Cleaner* dan *Intake Manifold*.
3. Juli 2015, mulai memproduksi plastik injeksi untuk komponen mobil pada bagian *Head Cover*.

4.1.3. Visi dan Misi Perusahaan

PT Mahle Indonesia memiliki Visi dan Misi yang ingin dicapai perusahaan di masa depan yang mampu menjamin kesinambungan dan kesuksesan perusahaan dalam jangka panjang, untuk kelancaran berjalannya suatu perusahaan visi dan misi merupakan hal yang sangat penting. Berikut adalah Visi dan Misi PT Mahle Indonesia.

a. Visi

- Menjadi Perusahaan *Plastic Injection* terbaik di Indonesia.

b. Misi

- Bertekad secara konsisten melakukan penguatan pondasi kualitas dalam pembuatan produk untuk mencapai kepuasan pelanggan.
- Menjamin produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi serta ketetapan waktu dan ketetapan kualitas.
- Meningkatkan secara terus menerus perbaikan berkelanjutan dengan menerapkan strategi seperti pengelolaan kondisi abnormal, peningkatan kepedulian tentang kualitas, kaizen standar kerja, inspeksi kepatuhan terhadap standar kerja.

4.1.4. Ruang Lingkup Bidang Usaha

PT Mahle Indonesia memulai bisnis usahanya di bidang produksi injeksi plastik. Berbagai macam injeksi resin part yang dihasilkan antara lain :



Gambar 4.1. Jenis produk yang dihasilkan
(sumber : Data Internal PT. Mahle Indonesia)

Customer PT Mahle Indonesia terdiri dari beberapa produsen mobil, antara lain :

Customer	Air Intake System	Intake Manifold	Head Cover	Oil Strainer				
Nissan	■	■	■	-				
Honda (HPM)	-	-	■	-				
Suzuki	■	-	■	-				
Iseki	■	-	-	-				
Toyota	-	-	-	-				
Daihatsu	-	-	-	-				
MMC	-	-	-	-				
Hino	-	-	-	-				

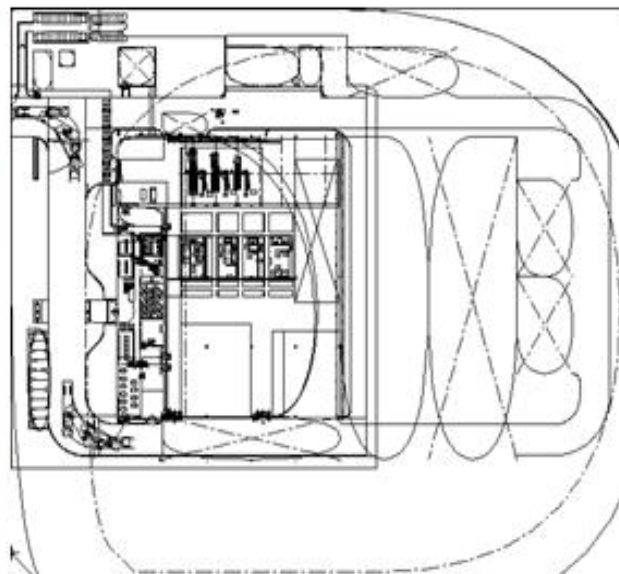
Gambar 4.2. Customer
(sumber : Data Internal PT. Mahle Indonesia)

4.1.5. Lokasi Perusahaan

Pabrik PT Mahle Indonesia berada di daerah Greenland Internasional Industri Center (GIIC), Blok CC No.1 Kota Delta Mas, Desa Pasirranji, Cikarang, Bekasi 17530. Berikut informasi umum tentang alamat dari lokasi perusahaan.



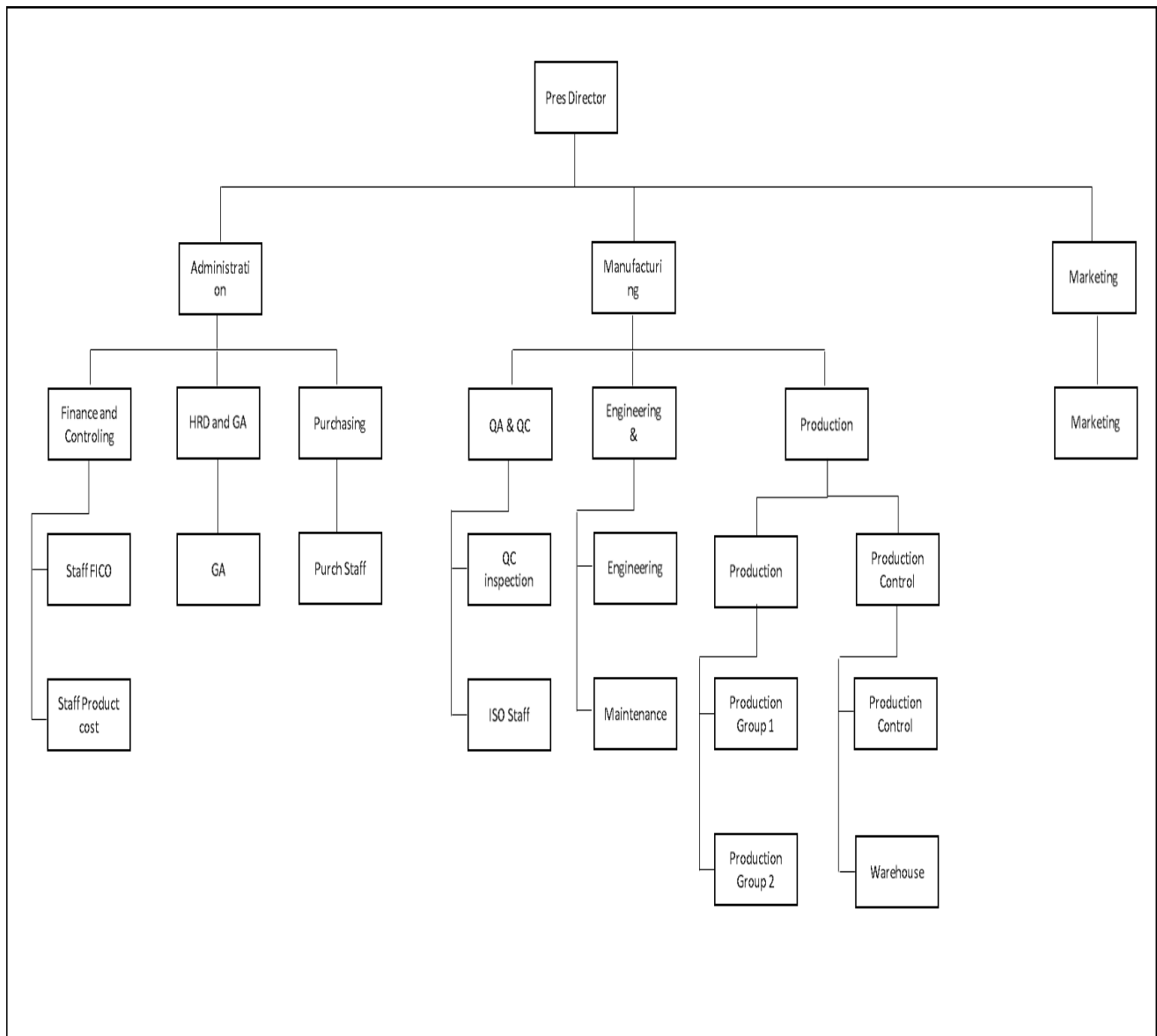
Gambar 4.3. Peta Lokasi Perusahaan
(sumber : Data Internal PT. Mahle Indonesia)



Gambar 4.4. Layout Perusahaan
(sumber : Data Internal PT. Mahle Indonesia)

4.1.6. Struktur Organisasi

PT. Mahle Indonesia dipimpin oleh President Director yang dibawah Administration, Manufacturing dan Marketing. Administration membawahi tiga departemen antara lain *Finance and Controlling*, *HRD and GA* dan *Purchasing*. *Manufacruting* membawahi *QA dan QC*, *Engineering dan Production*.



Gambar 4.5. Struktur Organisasi
(Sumber: Data internal PT Mahle Indonesia)

4.1.7. Uraian Jabatan

Uraian jabatan (*job description*) adalah suatu gambaran sistematis yang berisikan tugas dan tanggung jawab dari jabatan tersebut serta wewenang yang diberikan kepada orang yang memegang jabatan tersebut. Semakin jelas Uraian jabatan (*job description*) yang diberikan, maka semakin mudah bagi karyawan dalam melaksanakan tugas sesuai dengan tujuan perusahaan. Berikut adalah penjelasan mengenai Uraian Jabatan yang dimiliki, sebagaimana yang tertulis :

1. *President Director*
 - a. Bertanggung jawab terhadap semua aktivitas yang berlangsung di perusahaan.
 - b. Memimpin dan mengendalikan aktivitas perusahaan.
 - c. Berkoordinasi dengan semua kepala divisi untuk menentukan target produksi.
 - d. Bertanggung jawab terhadap kemajuan sumber daya manusia yang ada di perusahaan.
2. *Administration*
 - a. Bertanggung jawab kepada *president director* dalam hal penanganan Sistem Manajemen Mutu serta Manajemen Lingkungan.
 - b. Menentukan dan menetapkan efisiensi perusahaan.
 - c. Bertanggung jawab terhadap kemajuan sumber daya manusia kepada *President Director*.
 - d. Bertanggung jawab atas fungsi operasional manajemen sumber daya manusia (lingkup pengadaan, pelatihan dan pemeliharaan).
 - e. Bertanggung jawab atas pembuatan dan penyempurnaan kebijakan serta prosedur perusahaan.
 - f. Berwenang memberi sanksi kepada karyawan yang melanggar sistem mutu.
 - g. Bertanggung jawab mengelola fungsi perizinan, rumah tangga dan lainnya.

3. *Manufacturing*

- a. Bertanggung jawab langsung dengan presiden direktur terhadap hasil kerjanya.
- b. Melakukan perencanaan produksi selama jangka waktu tertentu.
- c. Memberikan laporan jumlah hasil produksi selama jangka waktu tertentu.
- d. Memberikan laporan jumlah hasil produksi pada periode sebelumnya dan periode yang sedang berjalan.
- e. Menganalisa kondisi rantai produksi,
- f. Menyusun rencana produksi untuk satu periode produksi.

4. *Marketing*

- a. Memastikan kebutuhan pelanggan telah tercapai
- b. Berkewajiban menentukan harga jual produk atas dasar *cost estimate* dari *finance*.
- c. Bertugas mengolah produk sampingan (limbah) semaksimal mungkin supaya ramah lingkungan dan tidak membahayakan masyarakat.
- d. Bertanggung jawab kepada *Factory Manager* dalam hal penanganan manajemen lingkungan perusahaan.
- e. Mengusulkan kepada *Factory Manager* dalam hal strategi pemasaran.

4.1.8. Tenaga Kerja

Berdasarkan sistem kepegawaian, sistem kepegawaian PT Mahle Indonesia terbagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Karyawan Kontrak

Karyawan kontrak yaitu karyawan yang masih dalam tahap percobaan pada masa tertentu, lamanya kontrak satu tahun. Setelah menjalani kerja dalam waktu masa percobaan, perusahaan tersebut akan memperpanjang kontraknya atau kontraknya diputus. Penilaian pegawai didasarkan pada sikap kerja yang diperlihatkan pegawai tersebut selama dalam masa percobaan.

2. Karyawan Tetap

Karyawan Tetap yaitu pegawai yang sudah lama bekerja pada perusahaan tersebut dan telah diangkat menjadi pegawai tetap. Kesempatan kerja yang diberikan kepada lulusan SMK/SMA/Perguruan Tinggi/Sekolah Pendidikan lain yang sekiranya dibutuhkan dalam proses produksi dan manajemen perusahaan.

4.1.8.1. Komposisi Karyawan

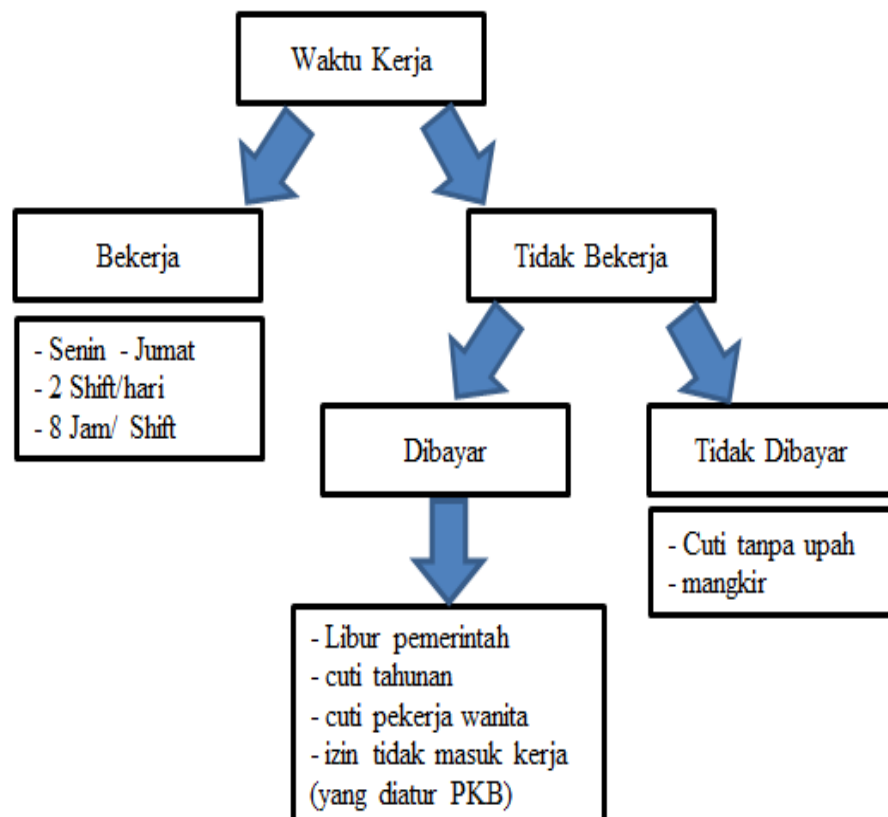
Komposisi karyawan yang ada di PT. Mahle Indonesia yaitu jumlah tenaga kerja, pengaturan waktu kerja, dan jam kerja.

4.1.8.1.1. Jumlah Tenaga Kerja

Total jumlah karyawan berjumlah 46 orang yang terdiri dari 9 orang operator produksi.

4.1.8.1.2. Pengaturan Waktu Jam Kerja

Skema pengaturan waktu jam kerja dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 4.6. Pengaturan Jam Kerja

4.1.8.1.3 Jam Kerja

Jam kerja yang diterapkan di PT. Mahle Indonesia terdiri dari 2 (dua) *shift* kerja yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Jam Kerja di PT Mahle Indonesia

		Senin - Jumat
Shift 1	Jam Kerja	08.00 – 17.00
	Istirahat	11.30 – 12.30
Shift 2	Jam Kerja	20.00 – 05.00
	Istirahat	23.30 – 00.30

(Sumber: PT. Mahle Indonesia (PMI))

4.1.9. Kesejahteraan Karyawan

Karyawan adalah aset perusahaan yang harus diperhatikan kesejahteraannya. Sebagai aset yang harus dijaga maka semua karyawan harus mendapatkan hak yang harus dimilikinya. Hal tersebut bertujuan agar semua karyawan mendapat perlindungan dari eksploitasi sepihak yang dapat dilakukan oleh perusahaan. Hak-hak yang harus didapatkan oleh karyawan dari perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Gaji atau upah

Gaji atau upah adalah imbalan yang diberikan kepada karyawan yang sudah menjalankan kewajiban kepada perusahaan. Kesepakatan gaji atau upah yang diberikan bisa dari kesepakatan bersama antara karyawan dengan perusahaan atau mutlak dari perusahaan.

2. Seragam kerja

Semua karyawan baik staf maupun *non* staf diberikan seragam kerja untuk menyeragamkan pakaian kerja sehingga tidak ada perbedaan antara karyawan satu dengan yang lainnya.

3. Waktu cuti

Karyawan tidak hanya diwajibkan untuk kerja setiap harinya tetapi karena perusahaan juga memperhatikan kesejahteraan karyawan maka diberikan waktu cuti selama 12 hari dalam setahun dan berlaku untuk semua karyawan.

4. Tunjangan

Perusahaan memberikan tunjangan kepada semua karyawan sehingga karyawan merasa hak-haknya diperhatikan oleh perusahaan. Adapun tunjangan yang diberikan kepada perusahaan yaitu Tunjangan Kesehatan, Tunjangan Hari Raya (THR) dan Tunjangan Transportasi.

5. Asuransi



Setiap karyawan terdaftar dalam sebuah asuransi yang memberikan jaminan kepada karyawan. Adapun manfaat asuransi adalah sebagai pengalihan risiko dan premi yang seimbang apabila terjadi sesuatu yang tidak diinginkan. Asuransi bisa berupa asuransi kesehatan, asuransi ketenagakerjaan dan jaminan pensiun.

4.1.10. Pengenalan Produk

Komponen produk otomotif yang diproduksi PT Mahle Indonesia adalah Plastik Injeksi untuk spare part Mobil. Konsep produksi PT Mahle Indonesia semua komponen produk otomotif dibuat sesuai permintaan konsumen. Jenis-jenis produk plastik injeksi untuk spare part mobil yang dihasilkan PT Mahle Indonesia yaitu *Air Cleaner*, *Intake Manifold*, *Oil Strainer* dan *Head Cover*.







Beberapa contoh Macam-macam *Plactic Injection* yang di produksi PT Mahle Indonesia dapat dilihat pada table 4.2.

Tabel 4.2. macam-macam *Plastic Injection* yang di produksi PT Mahle Indonesia

No	Gambar	No	Gambar
1		4	

Lanjutan...

Tabel 4.2 macam-macam *Plastic Injection* yang di produksi PT Mahle Indonesia (Lanjutan)

2		5	
3		6	
			

(Sumber: PT Mahle Indonesia (PMI))

4.1.11. Pengenalan Mesin Injeksi

Mesin Injeksi adalah mesin yang memproduksi bahan-bahan *thermoplastic* dengan menggunakan cetakan yang diisi dengan bahan biji plastik yang terlebih dahulu harus dilakukan pemanasan hingga mencapai titik lumer dengan mekanisme injeksi atau suntikan. Mesin Injeksi dapat dilihat pada gambar 4.8 dan gambar 4.9



Gambar 4.8 Mesin Injeksi (Tampak Depan)
(Sumber: PT Mahle Indonesia (PMI))



Gambar 4.9 Mesin Injeksi (tampak Belakang)
(Sumber: PT Mahle Indonesia (PMI))

Mesin injeksi memiliki beberapa tipe tonase, besarnya tonase mesin berpengaruh terhadap gaya tekan yang dapat diberikan pada saat proses injeksi. Mesin plastik injeksi horizontal dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu, *clamping unit*, *mold*, dan *injection unit*. Berikut akan dijelaskan sub bagian mesin tersebut. Pertama *clamping unit* berfungsi untuk menahan dan mengatur panjang gerakan mold saat akan dibuka. Kedua, *molding unit* merupakan bagian yang krusial terhadap mesin injeksi karena berperan sebagai alat cetak. Pemanasan *mold* di mesin injeksi plastik

dapat diganti sesuai dengan kebutuhan bentuk *part* plastik yang ingin dihasilkan. Beberapa sub bagian dari *molding unit*, diantaranya :

1. *Cavity side* : merupakan sisi yang berhubungan dengan *nozzle* pada mesin dan terletak di *stationary plate*. *Stationary* merupakan bagian yang tidak bergerak saat proses injecting plastik. Salah satu fungsinya adalah untuk memberi bentuk pada produk plastik yang diinginkan.
2. *Core side* : merupakan sisi yang berhubungan dengan ejector mesin dan terletak di *moving plate*. *Plate* bergerak saat proses ejection plastik. Sama halnya dengan *cavity*, *core* juga memberi bentuk pada produk plastik.
3. *Ejector system* : *mold* sistem yang berbeda-beda saat melakukan pelepasan produk yang telah dicetak pada *cavity*. Bagian yang melekatkan sistem inilah yang disebut ejector.

Ketiga *injection unit* terbagi menjadi Sembilan bagian, diantaranya :

1. *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*.
2. *Cylinder Screw Ram* : menjaga perputaran *screw* agar dihasilkan kecepatan dan tekanan yang konstan saat proses injeksi plastik.
3. *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.
4. *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*.
5. *Screw*: berfungsi untuk mengalirkan lelehan bijih plastik dari *hopper* ke *nozzle*.
6. *Nonreturn valve* : berfungsi untuk menjaga aliran bijih plastik yang sudah meleleh sehingga tidak kembali saat *screw* berhenti berputar.

7. *Nozzle* : alat yang dirancang untuk mengontrol arah atau karakteristik dari aliran *fluida* terutama untuk meningkatkan kecepatan. *Nozzel* sering digunakan untuk mengontrol laju aliran, kecepatan, arah masa, bentuk, dan tekanan dari aliran yang muncul. Kecepatan *nozzle* dari *fluida* meningkat sesuai energi tekanannya.
8. *Hot runner* : berfungsi untuk memelihara panas plastik yang dicairkan agar dapat dipindahkan kedalam cetakan, ini digunakan umumnya dalam jumlah besar.
9. *Runner gate* : posisinya tepat berada pada garis pemisah (*parting line*). Merupakan saluran lanjutan setelah *sprue* dan berfungsi untuk mencegah penurunan temperatur dan tekanan pada saat lelehan plastik memasuki cetakan. Selain itu bentuk, posisi dan jumlah *cavity* secara langsung akan mempengaruhi penurunan tekanan dan temperatur di dalam cetakan.

Setelah mengetahui seluruh bagian dari mesin injeksi plastik, kini dapat diketahui gambaran proses injeksi dimulai, ada beberapa hal yang harus diatur terlebih dahulu, terdapat empat parameter yang harus diatur pada mesin injeksi sesuai dengan tipe part plastik yang akan dibuat :

1. Suhu : suhu diatur saat melewati *hopper* sampai ke *nozzle*
2. Kecepatan : digunakan untuk mengukur kecepatan saat proses injeksi
3. Tekanan : digunakan untuk mengatur besar tekanan injeksi, semakin besar tonase mesin injeksi semakin besar pula tekanan yang dihasilkan.
4. Jarak : mengatur jarak dari *screw* ke *nozzle*. Pada jarak tersebut akan terisi volume lelehan polimer yang dibutuhkan untuk membuat part tertentu untuk kemudian di injeksi.

4.1.12. Proses produksi

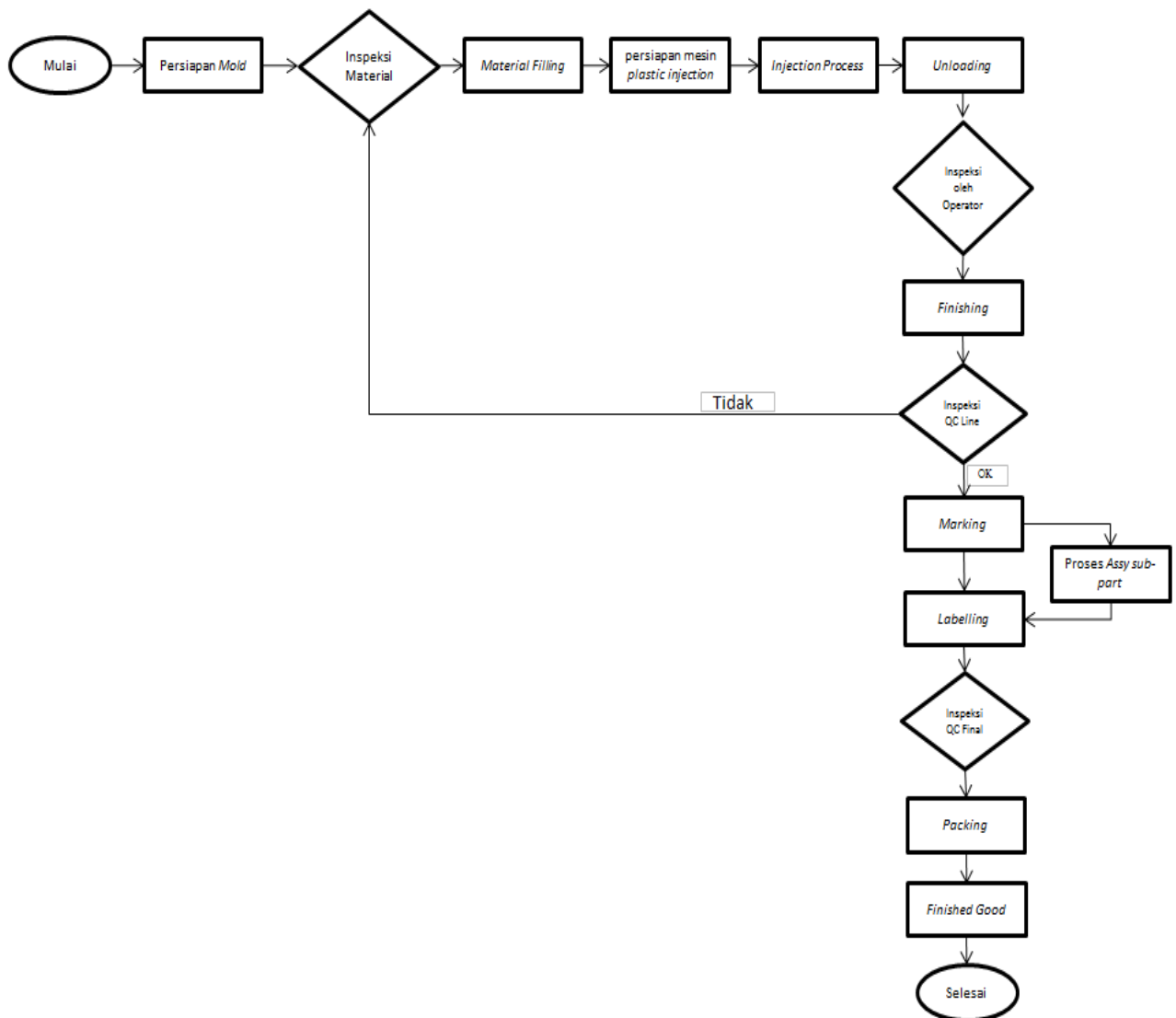
Proses produksi merupakan rangkaian kegiatan yang mengubah bahan dasar menjadi bahan setengah jadi atau menjadi barang jadi. Produksi merupakan suatu kegiatan pengolahan didalam suatu pabrik dan hasil produksi tersebut dapat berupa barang konsumsi maupun barang industri.

Berdasarkan proses pengerjaannya, produk plastik dibedakan menjadi 2, yaitu *thermosetting* dan *thermoplast*. *Thermosetting* merupakan produk tipis dan dapat

langsung digunakan saat dihasilkan. *Thermoplast* merupakan produk yang harus didinginkan terlebih dahulu baru bisa digunakan.

PT. Mahle Indonesia memproduksi produk *thermoplast* yang terdiri dari *injection moulding*. *injection moulding* adalah proses pengolahan biji plastik (menjadi bentuk *mold*) dengan sistem injeksi (penyuntikan).

Proses produksi di PT. Mahle Indonesia (PMI) melalui beberapa urutan proses seperti pada diagram alir produksi yang dapat dilihat pada gambar .4.10.



Gambar 4.10. Diagram alir produksi
(Sumber : PT. Mahle Indonesia (PMI))

Langkah pertama yang dilakukan sebelum proses *injection* yaitu menyiapkan mold dengan memastikan komponen molding berfungsi dengan baik. Langkah selanjutnya yaitu menuangkan material kedalam wadah material. Material didistribusikan secara otomatis menggunakan pipa-pipa yang langsung masuk kedalam mesin. Operator harus memastikan material sesuai dengan spesifikasi produk yang akan diproses. Kemudian, mengatur mesin *plastic injection*, lalu operator harus memastikan bahwa sistem anti salah (*poka yoke*) berjalan dengan baik. Selanjutnya material akan melalui *barrel*, pada proses ini terdapat beberapa tahapan pemanasan yang dilakukan oleh *barrel*. Suhu dari setiap tahapannya sudah ditentukan di awal saat pengaturan parameter mesin. Pemanasan dilakukan sembari *screw* berputar untuk meratakan lelehan plastik dan mengalirkan sampai ke ujung *barrel* sebelum akhirnya mengalami proses injeksi pada *molding unit*. Mesin injeksi tersebut telah di *setting* dengan cetakan (*mold*) yang sesuai dengan jenis part yang akan diproduksi. Setiap *mold* memiliki kriteria yang berbeda, kriterianya dapat dilihat dari bentuknya juga dari *cavity* nya. Selanjutnya proses *inject* pada produk dilakukan. Tahap ini dibagi menjadi lima bagian, yang pertama adalah *mold close*.

Mold yang semula terbuka kemudian menutup. Sisi *core* bergerak mendekati sisi *cavity* sampai benar-benar tertutup. Kemudian, bagian kedua yaitu *fill injection*, dimana sejumlah volume lelehan plastik tertentu telah berada di ujung *barrel* dan kemudian diinjeksi oleh *nozzle* ke dalam *mold unit*. Tahap ketiga yaitu *holding injection*. Pada tahap ini, *screw* berhenti berputar dan tetap berada di ujung *barrel* hingga seluruh lelehan plastik memenuhi *cavity* agar dapat menghasilkan bentuk yang sempurna. Selanjutnya adalah tahap *charging and cooling*, dimana lelehan plastik di dalam *mold unit* didinginkan sampai mengeras dengan suhu tertentu sembari menunggu *screw* berputar kembali dan bergerak mundur untuk mengisi ujung *barrel* dengan lelehan plastik yang akan diinjeksi selanjutnya. Tahap terakhir yaitu *mold open*. Setelah lelehan plastik tersebut membeku, *mold* terbuka dan produk kemudian dilepaskan dari sisi *core* dengan dorongan dari *ejector*, dengan ketentuan tidak cacat gores, retak, maupun patah. Lalu, dilakukan pemotongan *gate* (sisa material). Dengan

ketentuan berkas pemotongan *gate* rata terhadap bagian tepi *part* $\pm 0,2$ mm. kemudian dilakukan pengecekan secara visual.

Tahapan selanjutnya yaitu *finishing* dengan melakukan *marking* dan pelabelan. Setelah itu, proses *assembly sub-part* (komponen pendukung).

4.1.15. Data Jumlah Produksi Mesin Injeksi

Berikut ini adalah data hasil produksi mesin injeksi JSW 650T pada bulan Juli 2017 – Juni 2018. Selain itu juga terdapat data produk baik yang didapatkan dari hasil pengurangan jumlah produk yang dihasilkan dari mesin injeksi dengan total *reject* tiap bulan sehingga akan didapatkan total produk baik. Berikut ini adalah data produksi mesin injeksi pada bulan Juli 2017 sampai Juni 2018 terdapat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data Produksi Mesin Injeksi di PT Mahle Indonesia

No	Bulan	Target Produksi (pcs)	Total Produksi (pcs)	Defect (pcs)	Produk Baik (pcs)	Defect (%)
1	Juli	29.540	26.540	285	26.255	1,07
2	Agustus	30.797	27.887	397	27.400	1,43
3	September	27.870	24.845	316	24.554	1,27
4	Oktober	31.095	28.385	414	27.681	1,47
5	November	30.509	27.639	405	27.104	1,47
6	Desember	24.177	21.527	289	20.888	1,36
7	Januari	32.340	21.436	508	21.278	2,33
8	Februari	22.489	19.489	267	19.222	1,37
9	Maret	31.220	21.484	652	20.802	3,04
10	April	31.654	28.694	376	28.278	1,31
11	Mei	28.780	20.187	517	19.670	2,56
12	Juni	22.989	19.989	567	19.422	2,84

(Sumber: Data dari PT Mahle Indonesia (PMI) yang telah diolah)

4.1.16. Data Jam Kerja Mesin Injeksi

Hasil Pengamatan yang dilakukan pada PT Mahle Indonesia didapatkan jam kerja mesin Injeksi terbagi atas jam kerja shift I dan jam kerja shift II. Berikut ini adalah data jam kerja mesin injeksi pada bulan Juli 2017 sampai bulan Juni 2018 terdapat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data Jam Kerja Mesin Injeksi

No	Bulan	Total Hari Kerja (hari)	Jam Kerja Shift 1 (mnt)	Jam Kerja Shift 2 (mnt)	Total Jam Kerja Tersedia (mnt)
1	Juli	21	480	480	20.160
2	Agustus	22	480	480	21.120
3	September	19	480	480	18.240
4	Oktober	22	480	480	21.120
5	November	22	480	480	21.120
6	Desember	17	480	480	16.320
7	Januari	20	480	480	19.200
8	Februari	16	480	480	15.360
9	Maret	20	480	480	19.200
10	April	21	480	480	20.160
11	Mei	17	480	480	16.320
12	Juni	14	480	480	13.440

(Sumber: Data dari PT. Mahle Indonesia (PMI) yang telah diolah)

4.1.17. Data Downtime dan Planned Downtime

Data *Downtime* adalah data waktu kerusakan mesin atau mesin tidak dapat beroperasi sehingga mesin tidak dapat menghasilkan produk dari mesin tersebut, dimana *downtime* didapat dari hasil penjumlahan waktu *SetUp*, *Adjustment* dan *Breakdown*. Data *Planned Downtime* adalah jadwal berhentinya mesin yang terencana untuk pemeliharaan (*maintenance*) sesuai peraturan perusahaan (*scheduled maintenance*) seperti pengecekan mesin selama 25 menit per bulan dan untuk kegiatan manajemen lainnya seperti *meeting time* sebelum bekerja selama 15 menit per hari. Berikut ini adalah data *Downtime* dan *planned Downtime* mesin injeksi pada bulan Juli 2017 sampai Juni 2018 terdapat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data Downtime dan Planned Downtime Mesin Injeksi

No	Bulan	Downtime			Total Downtime (mnt)	Planned Downtime (mnt)
		Setup Time (mnt)	Adjustment Time (mnt)	Breakdown (mnt)		
1	Juli	565	420	918	1.903	340

Lanjutan...

Tabel 4.5. Data *Downtime* dan *Planned Downtime* Mesin Injeksi (Lanjutan)

No	Bulan	Downtime			Total Downtime (mnt)	<i>Planned Downtime</i> (mnt)
		<i>Setup Time</i> (mnt)	<i>Adjustment Time</i> (mnt)	<i>Breakdown</i> (mnt)		
2	Agustus	391	334	726	1.451	355
3	September	375	350	660	1.385	310
4	Oktober	423	302	570	1.295	355
5	November	397	328	495	1.220	355
6	Desember	462	263	520	1.245	280
7	Januari	597	420	762	1.779	325
8	Februari	363	362	561	1.286	265
9	Maret	432	293	639	1.364	325
10	April	444	281	514	1.239	340
11	Mei	531	192	975	1.698	280
12	Juni	362	363	238	963	235

(Sumber: Data dari PT Mahle Indonesia (PMI) yang telah diolah)

4.2. Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan menggunakan data yang telah didapat dari perusahaan dengan cara menghitung menggunakan *Microsoft Excel* untuk mengetahui efektivitas salah satu mesin injeksi yang ada pada PT. Mahle Indonesia.

4.2.1 Pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Mesin Injeksi

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran efektivitas mesin injeksi karena mesin injeksi yang ada pada PT. Mahle Indonesia merupakan mesin yang mempunyai waktu *maintenance* paling sering dibandingkan dengan mesin lainnya yang ada pada bagian *Injection Line*. Pengukuran efektivitas mesin yang dilakukan menggunakan metode *overall equipment effectiveness* (OEE) dengan menggunakan tiga indikator dalam perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE) yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*.

4.2.1.1 Perhitungan *Availability Rate*

Availability merupakan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau sistem. Tingkat *availability* yang baik adalah dimana suatu sistem atau mesin dapat beroperasi secara penuh selama 24 jam sehari. *Availability Rate* merupakan rasio dari *operating time*, dengan cara mengeliminasi *downtime* terhadap *loading time*. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *Availability Rate* yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Loading time} = \text{Total jam Kerja} - \text{Planned downtime}$$

$$\text{Operating time} = \text{Loading Time} - \text{downtime}$$

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

Dengan menggunakan rumus diatas, maka dapat dihitung nilai *Availability Rate* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018. Berikut contoh perhitungan *Availability Rate* pada bulan Juli 2017:

$$\text{Loading time} = 20160 \text{ menit} - 340 \text{ menit} = 19820 \text{ menit}$$

$$\text{Operating time} = 19820 \text{ menit} - 1903 \text{ menit} = 17917 \text{ menit}$$

$$\text{Availability Rate} = \frac{17917 \times 100\%}{19820} = 90,40\%$$

Sehingga perhitungan dengan rumus yang sama, maka pada tabel 4.6. terdapat hasil perhitungan *Availability Rate* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018

Tabel 4.6. Data Hasil perhitungan *Availability Rate*

No	Bulan	<i>Loading Time</i> (mnt)	<i>Operating Time</i> (mnt)	<i>Availability Rate</i>
1	Juli	19.820	17.917	90,40%
2	Agustus	20.765	19.314	93,01%
3	September	17.930	16.545	92,28%
4	Oktober	20.765	19.470	93,76%
5	November	20.765	19.545	94,12%
6	Desember	16.040	14.795	92,24%

Lanjutan...

Tabel 4.5. data Hasil Perhitungan *Availability Rate* (lanjutan)

No	Bulan	<i>Loading Time</i> (mnt)	<i>Operating Time</i> (mnt)	<i>Availability Rate</i>
7	Januari	18.875	17.096	90,57%
8	Februari	15.095	13.809	91,48%
9	Maret	18.875	17.511	92,77%
10	April	19.820	18.581	93,75%
11	Mei	16.040	14.342	89,41%
12	Juni	13.205	12.242	92,71%
Rata-Rata				92,21%

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dilihat dari tabel 4.6 *Availability Rate* terdapat beberapa nilai yang masih berada dibawah standar nilai OEE yaitu 90%, walaupun nilai persentase rata-rata selama satu tahun dari bulan Juli 2017 sampai bulan Juni 2018 sudah berada di atas standar *world class* yaitu sebesar 92,21%.

4.2.1.2 Perhitungan *Performance Rate*

Performance Rate adalah ratio dari kemampuan kinerja mesin dalam menjalankan proses produksi untuk menghasilkan barang. *Performance Rate* ini merupakan hasil perkalian dari total produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus ideal terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi. Sehingga untuk mendapatkan nilai *Performance Rate* rumus yang digunakan adalah:

$$Pefomance Rate = \frac{Processed\ amount \times Ideal\ cycle\ Time \times 100\%}{Operating\ time}$$

Dari rumus diatas, maka dapat maka dapat dihitung nilai *Performance Rate* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018. Berikut contoh perhitungan *Performance Rate* pada bulan Juli 2017:

$$\begin{aligned}
 Performance\ Rate &= \frac{26540 \times 0,61 \times 100\%}{17917} \\
 &= 89,84\%
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama, maka tabel 4.7 terdapat hasil *Performance Rate* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018.

Tabel 4.7. Data Hasil Perhitungan *Performance Rate*

No	Bulan	Total Produksi (pcs)	<i>Ideal Cycle Time</i> (mnt)	<i>Operation Time</i> (mnt)	<i>Performance Rate</i>
1	Juli	26.540	0,61	17.917	89,84%
2	Agustus	27.797	0,63	19.314	90,26%
3	September	24.870	0,59	16.545	89,24%
4	Oktober	28.095	0,63	19.470	90,35%
5	November	27.509	0,64	19.545	90,17%
6	Desember	21.177	0,61	14.795	87,59%
7	Januari	21.786	0,53	17.096	67,37%
8	Februari	19.489	0,61	13.809	86,66%
9	Maret	21.454	0,56	17.511	68,72%
10	April	28.654	0,59	18.581	90,52%
11	Mei	20.187	0,50	14.342	70,14%
12	Juni	19.989	0,53	12.242	86,95%
Rata-Rata					83,98%

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dilihat dari tabel 4.7 *Performance Rate* nilai rata-rata *performance rate* yaitu 83,98% dapat dikatakan jauh dari nilai ideal. Hal tersebut dikarenakan nilai rata-rata *Performance Rate* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018 berada dibawah nilai ideal OEE yaitu sebesar 95%.

4.2.1.3 Perhitungan *Quality Rate*

Quality Rate adalah ratio yang menggambarkan kemampuan mesin dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Rumus yang digunakan dalam perhitungan *quality rate* yaitu:

$$Quality Rate = \frac{Processed\ amount - Defect\ amount}{Processed\ amount} \times 100\%$$

Berikut contoh perhitungan *Quality rate* pada bulan Juli 2017:

$$Quality\ Rate = \frac{26540 - 285 \times 100\%}{26540} = 98,93\%$$

Dengan menggunakan rumus yang sama, maka pada tabel 4.8. diketahui nilai *Quality Rate* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018.

Tabel 4.8. Data Hasil Perhitungan *Quality Rate*

No	Bulan	<i>Produksi Actual</i> (pcs)	<i>defect</i> (pcs)	<i>Quality Rate</i>
1	Juli	26.540	285	98,93%
2	Agustus	27.797	397	98,57%
3	September	24.870	316	98,73%
4	Oktober	28.095	414	98,53%
5	November	27.509	405	98,53%
6	Desember	21.177	289	98,64%
7	Januari	21.786	508	97,67%
8	Februari	19.489	267	98,63%
9	Maret	21.454	652	96,96%
10	April	28.654	376	98,69%
11	Mei	20.187	517	97,44%
12	Juni	19.989	567	97,16%
Rata-Rata				98,21%

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Setelah dilakukan perhitungan *Quality Rate* menggunakan rumus yang ada, maka pada tabel 4.8 dapat diketahui hasil dari persentase rata-rata *Quality Rate* bulan Juli 2017 – Juni 2018 yaitu sebesar 98,21% dan dapat dikatakan nilai *Quality Rate* di PT. Mahle Indonesia belum maksimal. Hal tersebut dikarenakan masih adanya nilai yang belum memenuhi standar ideal nilai OEE sebesar 99%.

4.2.1.4 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Setelah melakukan perhitungan *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate*, maka dapat mengetahui nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dengan rumus sebagai berikut:

$$OEE = Availability\ Rate \times Performance\ Rate \times Quality\ Rate$$

Dibawah ini contoh perhitungan OEE pada bulan Juli 2017 dengan menggunakan rumus diatas:

$$OEE = 90,40\% \times 89,84\% \times 98,93\% = 80,35\%$$

Sehingga dengan menggunakan rumus yang sama, maka pada tabel 4.9 diketahui nilai *OEE* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018.

Tabel 4.9. Nilai *Overall Equipment Effectiveness*

No	Bulan	<i>Availability Rate</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Quality Rate</i>	OEE
1	Juli	90,40%	89,84%	98,93%	80,35%
2	Agustus	93,01%	90,26%	98,57%	82,75%
3	September	92,28%	89,24%	98,73%	81,30%
4	Oktober	93,76%	90,35%	98,53%	83,47%
5	November	94,12%	90,17%	98,53%	83,62%
6	Desember	92,24%	87,59%	98,64%	79,69%
7	Januari	90,57%	67,37%	97,67%	59,59%
8	Februari	91,48%	86,66%	98,63%	78,19%
9	Maret	92,77%	68,72%	96,96%	61,82%
10	April	93,75%	90,52%	98,69%	83,75%
11	Mei	89,41%	70,14%	97,44%	61,11%
12	Juni	92,71%	86,95%	97,16%	78,32%
Rata-Rata		92,21%	83,98%	98,21%	76,16%

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Setelah dilakukan perhitungan *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate* maka dapat diketahui nilai OEE yaitu dengan cara mengalikan ketiga perhitungan yang telah dilakukan yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Sehingga dapat diketahui nilai OEE pada mesin Injeksi yang dapat dilihat dari tabel 4.9 yaitu persentase nilai rata-rata OEE bulan Juli 2017 – Juni 2018 yaitu sebesar 76,16% masih dibawah nilai standar *World class* yaitu 85%.

4.2.2 Perhitungan *Six Big Losses*

Perhitungan *six big losses* ini dilakukan guna untuk mengetahui faktor apa saja yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE mesin Injeksi JSW 650T pada PT. Mahle Indonesia. Sehingga perhitungan dari *six big losses* sebagai berikut:

4.2.2.1 *Breakdown Loss*

Breakdown Loss adalah kerusakan mesin atau peralatan dimana mesin atau peralatan tersebut tidak dapat beroperasi. Kerusakan mesin atau peralatan dapat menyebabkan waktu operasi terbuang sia-sia dan dapat menyebabkan hasil produksi yang tidak maksimal. *Breakdown Loss* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dibawah ini contoh perhitungan *Breakdown Loss* pada bulan Juli 2017 dengan menggunakan rumus yang ada:

$$\text{Breakdown Loss} = \frac{918}{19820} \times 100\% = 4,63\%$$

Dengan menggunakan rumus diatas, maka hasil dari *Breakdown loss* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018 dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Perhitungan *Breakdown Loss*

No	Bulan	<i>Breakdown</i> (mnt)	<i>Loading Time</i> (mnt)	<i>Breakdown Loss</i> (%)
1	Juli	918	19.820	4,63
2	Agustus	726	20.765	3,50
3	September	660	17.930	3,68
4	Oktober	570	20.765	2,75
5	November	495	20.765	2,38
6	Desember	520	16.040	3,24
7	Januari	762	18.875	4,04
8	Februari	561	15.095	3,72

Lanjutan....

Tabel 4.10. Perhitungan *Breakdown Loss* (Lanjutan)

No	Bulan	<i>Breakdown</i> (mnt)	<i>Loading Time</i> (mnt)	<i>Breakdown Loss (%)</i>
9	Maret	639	18.875	3,39
10	April	514	19.820	2,59
11	Mei	975	16.040	6,08
12	Juni	238	13.205	1,80
Rata-Rata				3,48

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dilihat dari tabel 4.10 pada perhitungan *breakdown loss* bahwa persentase rata-rata *breakdown loss* yaitu 3,48% dan persentase *breakdown loss* terbesar terjadi pada bulan Mei 2018 yaitu sebesar 6,08% dengan jumlah *breakdown* 7578 menit dalam jangka waktu satu tahun dari bulan Juli 2017 sampai bulan Juni 2018. Sedangkan *breakdown loss* yang memiliki persentase paling rendah terjadi pada bulan Juni 2018 yaitu sebesar 1,80%.

4.2.2.2 *Set Up and Adjustment Loss*

Set Up and Adjustment Loss adalah suatu kerugian yang disebabkan adanya perubahan waktu operasi dari mesin atau peralatan, seperti dimulainya produksi atau dimulainya shift kerja yang berbeda, adanya perubahan produk, dan adanya perubahan kondisi saat mesin atau peralatan beroperasi. Perhitungan yang digunakan untuk menghitung *set up and adjustment loss* yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan *Set up and adjustment loss* pada bulan Juli 2017 dengan menggunakan rumus diatas:

$$\text{setup and adjustment Loss} = \frac{565 + 420}{19820} \times 100\% = 4,97\%$$

Sehingga hasil dari perhitungan set up and adjustment pada bulan Juli 2017 – Juni 2018 dengan menggunakan rumus *set up and adjustment* diatas dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11. Perhitungan *SetUp and Adjustment Loss*

No	Bulan	<i>Set Up Time</i> (mnt)	<i>Adjusment Time</i> (mnt)	<i>Loading Time</i> (mnt)	<i>Set Up and Adjustment Loss</i> (%)
1	Juli	565	420	19.820	4,97
2	Agustus	391	334	20.765	3,49
3	September	375	350	17.930	4,04
4	Oktober	423	302	20.765	3,49
5	November	397	328	20.765	3,49
6	Desember	462	263	16.040	4,52
7	Januari	597	420	18.875	5,39
8	Februari	363	362	15.095	4,80
9	Maret	432	293	18.875	3,84
10	April	444	281	19.820	3,66
11	Mei	531	192	16.040	4,51
12	Juni	362	363	13.205	5,49
Rata-Rata					4,31

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dilihat dari tabel 4.11 pada perhitungan *setup and adjustment loss* memiliki persentase rata-rata sebesar 4,31%. Persentase *setup and adjustment loss* yang paling kecil terjadi pada bulan Agustus, Oktober dan November 2017 sebesar 3,49%, sedangkan persentase yang paling besar terjadi pada bulan Juni 2018 yaitu sebesar 5,49%.

4.2.2.3 *Idling Minor Stoppages Loss*

Idling minor stoppages Loss yaitu kerugian yang disebabkan berhentinya peralatan atau mesin dengan waktu yang singkat. Rumus yang digunakan dalam perhitungan kerugian tersebut adalah:

Idling minor stoppages Loss

$$= \frac{\text{Operating Time} - (\text{actual cycle time} \times \text{Produk Baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan *Idling Minor Stoppages* pada bulan Juli 2017 dengan menggunakan rumus yang ada yaitu sebagai berikut :

$$\text{Idling minor stoppages loss} = \frac{17917 - (0,66 \times 26255)}{17917} \times 100\% = 3,29\%$$

Tabel 4.12 yang ada dibawah ini merupakan hasil perhitungan dari *idling minor stoppages* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018.

Tabel 4.12. Perhitungan *Idling Minor Stoppages Loss*

No	Bulan	<i>Operating Time</i> (mnt)	Produk Baik (pcs)	<i>Actual Cycle Time</i> (mnt)	<i>Minor Stoppages</i> (%)
1	Juli	17.917	26.255	0,66	3,29
2	Agustus	19.314	27.400	0,67	4,95
3	September	16.545	24.554	0,65	3,54
4	Oktober	19.470	27.681	0,66	6,17
5	November	19.545	27.104	0,68	5,70
6	Desember	14.795	20.888	0,68	4,00
7	Januari	17.096	21.278	0,75	6,65
8	Februari	13.809	19.222	0,69	3,95
9	Maret	17.511	20.802	0,78	7,34
10	April	18.581	28.278	0,62	5,64
11	Mei	14.342	19.670	0,69	5,37
12	Juni	12.242	19.422	0,60	4,81
Rata-Rata					5,12

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dilihat dari tabel 4.12 pada perhitungan *idling minor stoppages* persentase rata-rata *idling minor stoppages loss* yaitu 5,12%. Persentase yang paling besar terjadi pada bulan Maret 2018 yaitu sebesar 7,34% dan persentase *idling minor stoppages* yang paling kecil terjadi pada bulan Juli 2017 yaitu sebesar 3,29%.

4.2.2.4 *Reduced Speed Loss*

Reduced Speed Loss adalah Kerugian yang disebabkan oleh adanya penurunan kecepatan waktu operasi suatu produk. Penurunan kecepatan waktu operasi dapat terjadi apabila mesin atau peralatan berjalan lebih lambat dari kecepatan waktu operasi yang normal. Rumus yang digunakan dalam perhitungan *reduced speed loss* adalah:

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{(\text{Actual cycle time} - \text{Ideal cycle time}) \times \text{Total Produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan *Reduced Speed Loss* pada bulan Juli 2017 dengan menggunakan rumus diatas yaitu sebagai berikut :

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{(0,68 - 0,61) \times 26540}{17917} \times 100\% = 10,16\%$$

Hasil perhitungan *reduced speed loss* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018 yang telah dilakukan dengan menggunakan rumus yang ada terdapat pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan *Reduced Speed Loss*

No	Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i> (mnt)	<i>Actual Cycle Time</i> (mnt)	Total Produksi (pcs)	<i>Operating Time</i> (mnt)	<i>Reduced Speed Loss</i> (%)
1	Juli	0,61	0,68	26.540	17.917	10,16
2	Agustus	0,63	0,69	27.797	19.314	9,74
3	September	0,59	0,67	24.870	16.545	10,76
4	Oktober	0,63	0,69	28.095	19.470	9,65
5	November	0,64	0,71	27.509	19.545	9,83
6	Desember	0,61	0,70	21.177	14.795	12,41
7	Januari	0,53	0,78	21.786	17.096	32,63
8	Februari	0,61	0,71	19.489	13.809	13,34
9	Maret	0,56	0,82	21.454	17.511	31,28
10	April	0,59	0,65	28.654	18.581	9,48
11	Mei	0,50	0,71	20.187	14.342	29,86

Lanjutan....

Tabel 4.13 Perhitungan *Reduced Speed Loss* (Lanjutan)

No	Bulan	<i>Ideal Cycle Time</i> (mnt)	<i>Actual Cycle Time</i> (mnt)	Total Produksi (pcs)	<i>Operating Time</i> (mnt)	<i>Reduced Speed Loss</i> (%)
12	Juni	0,53	0,61	19.989	12.242	13,05
Rata-rata						16,02

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dilihat dari tabel 4.13 pada perhitungan *reduced speed loss* bahwa persentase rata-rata dari *reduced speed loss* adalah 16,02%. Persentase terbesar pada *reduced speed loss* yaitu terjadi pada bulan Februari 2018 yaitu 32,63%. Sedangkan persentase yang paling kecil terjadi pada bulan April 2018 yaitu 9,48%.

4.2.2.5 *Defect in Process Loss*

Defect in process loss adalah kerugian yang diakibatkan karena adanya produk cacat yang dihasilkan selama proses operasi sehingga produk tersebut memerlukan waktu untuk proses perbaikan. Rumus perhitungan *defect in process loss* adalah:

$$Defect\ in\ Process\ Loss = \frac{Defect\ x\ Actual\ cycle\ time}{Operating\ Time} \times 100\%$$

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan *defect in process losses* pada bulan Juli 2017 dengan menggunakan rumus yang ada yaitu sebagai berikut

$$Defect\ in\ Process\ loss = \frac{285 \times 0,68}{17917} \times 100\% = 1,07\%$$

Pada tabel 4.14 merupakan hasil dari perhitungan *Defect in process loss* yang telah dilakukan dengan menggunakan rumus diatas. Hasil dibawah ini adalah hasil perhitungan pada bulan Juli 2017 – Juni 2018.

Tabel 4.14. Perhitungan *Defect in Process Loss*

No	Bulan	<i>Operating time</i> (mnt)	<i>Actual Cycle Time</i> (mnt)	<i>Defect</i>	<i>Defect in process loss</i> (%)
1	Juli	17.917	0,68	285	1,07
2	Agustus	19.314	0,69	397	1,43
3	September	16.545	0,67	316	1,27
4	Oktober	19.470	0,69	414	1,47
5	November	19.545	0,71	405	1,47
6	Desember	14.795	0,70	289	1,36
7	Januari	17.096	0,78	508	2,33
8	Februari	13.809	0,71	267	1,37
9	Maret	17.511	0,82	652	3,04
10	April	18.581	0,65	376	1,31
11	Mei	14.342	0,71	517	2,56
12	Juni	12.242	0,61	567	2,84
Rata-Rata					1,79

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dilihat dari tabel 4.14 pada perhitungan *defect in process loss* didapat rata-rata persentase dari *defect in process loss* adalah 1,79%. Persentase terbesar pada bulan Maret 2018 sebesar 3,04% dan persentase terkecil pada bulan Juli 2017 sebesar 1,07%.

4.2.2.6 *Scrap/Yield Loss*

Scrap/yield loss merupakan kerugian waktu dan material selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin atau peralatan untuk menghasilkan produk yang sesuai. Rumus yang digunakan dalam perhitungan ini adalah:

$$\text{Scrap atau Yield Loss} = \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

Dibawah ini merupakan contoh perhitungan *Scrap/Yield Loss* pada bulan Juli 2017 dengan menggunakan rumus diatas yaitu sebagai berikut:

$$\text{Scrap atau Yield Loss} = \frac{477 \times 0,68}{17917} \times 100\% = 1,80\%$$

Hasil perhitungan *scrap/yield loss* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018 dengan menggunakan rumus diatas, dapat dilihat pada tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4.13. Perhitungan *scrap/yield loss*

No	Bulan	<i>Operating time</i> (mnt)	<i>Actual Cycle Time</i> (mnt)	<i>Scrap</i> (pcs)	<i>Scrap Time</i> (mnt)	<i>Scrap Loss</i> (%)
1	Juli	17.917	0,68	477	322,02	1,80
2	Agustus	19.314	0,69	472	327,957	1,70
3	September	16.545	0,67	443	294,71	1,78
4	Oktober	19.470	0,69	561	388,776	2,00
5	November	19.545	0,71	462	328,249	1,68
6	Desember	14.795	0,70	545	380,756	2,57
7	Januari	17.096	0,78	640	502,223	2,94
8	Februari	13.809	0,71	442	313,181	2,27
9	Maret	17.511	0,82	890	726,428	4,15
10	April	18.581	0,65	376	243,821	1,31
11	Mei	14.342	0,71	517	367,306	2,56
12	Juni	12.242	0,61	725	444,017	3,63
Rata-Rata						2,37

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dilihat dari tabel 4.13 pada perhitungan *scrap loss* bahwa persentase rata-rata *scrap loss* adalah 2,37%. Persentase *scrap loss* terbesar terjadi pada bulan Maret 2018 yaitu sebesar 4,15% dan persentase *scrap loss* terkecil terjadi pada bulan April 2018 yaitu sebesar 1,31%.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Analisa tingkat keefektifan mesin yang dimaksud adalah analisa yang berhubungan dengan pengukuran keefektifan peralatan atau lebih dikenal dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE sendiri mempunyai tujuan untuk menentukan seberapa besar kontribusi peralatan atau mesin dalam menghasilkan suatu produk yang berkualitas.

Besarnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah nilai perkalian dari *Availability Rate*, *Performance Efficiency* dan *Rate Of Quality*. Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) berbanding lurus dengan aspek-aspek didalamnya artinya semakin besar nilai *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Rate Of Quality* maka semakin besar nilai OEE yang didapat.

Perbaikan tingkat OEE agar sesuai dengan standar *world class* yaitu sebesar 85% maka memaksimumkan aspek-aspek yaitu peningkatan *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Rate Of Quality*. Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) diharapkan dapat memberikan keuntungan maksimal bagi perusahaan dalam tercapainya suatu produksi yang efektif dan efisien.

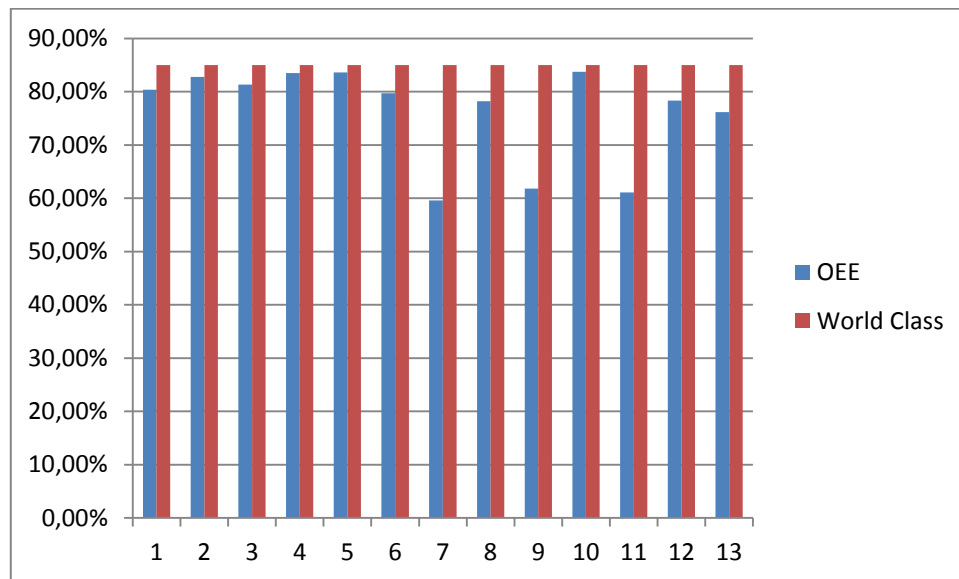
Indikasi yang menentukan keberhasilan dari pelaksanaan *Total Productive Maintenance* (TPM) ditentukan oleh *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah tingkat keefektifan penggunaan mesin dalam beroperasi. Nilai OEE didapat dari perkalian *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Rate Of Quality*.

Berdasarkan pada pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, nilai-nilai yang didapatkan pada perhitungan *overall equipment effectiveness* selama bulan Juli 2017- Juni 2018 adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1. Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

No	Bulan	<i>Availability Rate</i>	<i>Performance Rate</i>	<i>Quality Rate</i>	OEE
1	Juli	90,40%	89,84%	98,93%	80,35%
2	Agustus	93,01%	90,26%	98,57%	82,75%
3	September	92,28%	89,24%	98,73%	81,30%
4	Oktober	93,76%	90,35%	98,53%	83,47%
5	November	94,12%	90,17%	98,53%	83,62%
6	Desember	92,24%	87,59%	98,64%	79,69%
7	Januari	90,57%	67,37%	97,67%	59,59%
8	Februari	91,48%	86,66%	98,63%	78,19%
9	Maret	92,77%	68,72%	96,96%	61,82%
10	April	93,75%	90,52%	98,69%	83,75%
11	Mei	89,41%	70,14%	97,44%	61,11%
12	Juni	92,71%	86,95%	97,16%	78,32%
Rata-Rata		92,21%	83,98%	98,21%	76,16%

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)



Gambar 5.1. Grafik *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Mesin Injeksi
(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dari tabel dan diagram diatas dapat diketahui bahwa rata-rata nilai OEE dari ketiga faktor utama (*availability*, *performance*, dan *quality*) masih belum memenuhi

dari target standard acuan *world class*. Rata-rata nilai OEE pada bulan Juli 2017 – Juni 2018 hanya mencapai 76,16% dengan nilai rata-rata *availability* sebesar 92,21%, *performance* sebesar 83,98%, dan *quality* sebesar 98.21%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa terdapat suatu permasalahan pada mesin Injeksi sehingga menyebabkan pencapaian nilai OEE masih belum mencapai standar. Permasalahan utama yang menyebabkan nilai OEE belum mencapai standar adalah faktor dari *performance rate* karena nilai yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan faktor lainnya yaitu 83,98%. Dengan kata lain, kinerja peralatan/ mesin yang dimiliki PT. Mahle Indonesia (PMI) belum mampu menghasilkan produk secara maksimal, namun untuk meningkatkan nilai OEE agar kinerja mesin Injeksi dapat semakin baik, maka diperlukan perbaikan terhadap seluruh indikator OEE tidak hanya pada indikator *performance rate* saja.

5.2. Analisis Perhitungan Losses

Dengan menggunakan analisis perhitungan *losses*, perusahaan dapat mengetahui faktor apa sajakah dari keenam faktor *losses* yang menjadi akar penyebab rendahnya nilai OEE dari mesin Injeksi khususnya pada indikator *performance rate* yang memiliki presentase lebih rendah dibandingkan dengan indikator lainnya. Faktor yang memiliki kontribusi terbesar dalam *losses* yang akan menjadi prioritas utama untuk meningkatkan nilai OEE sebagai dasar perbaikan kinerja mesin mesin injeksi. Dibawah ini merupakan tabel dan gambar diagram batang yang menunjukkan persentase dari keenam faktor *losses* pada bulan Juli 2017 – Juni 2018:

Tabel 5.2. persentase dari *Six Big Losses*

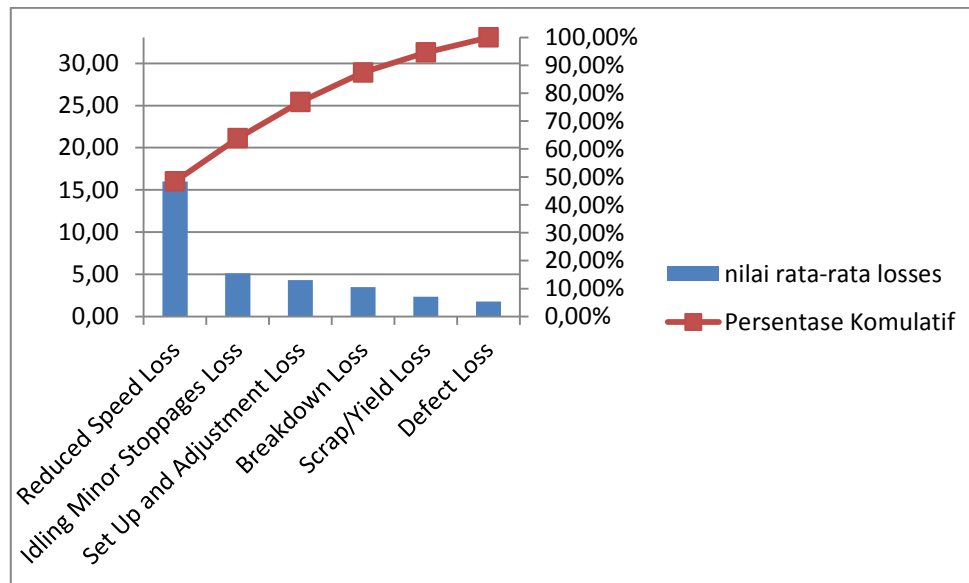
No	<i>Losses</i>	nilai rata-rata losses	Persentase	Persentase Kumulatif
1	<i>Reduced Speed Loss</i>	16,02	48,41%	48,41%
2	<i>Idling Minor Stoppages Loss</i>	5,12	15,47%	63,88%
3	<i>Set Up and Adjustment Loss</i>	4,31	13,02%	76,90%
4	<i>Breakdown Loss</i>	3,48	10,53%	87,43%

Lanjutan....

Tabel 5.2. persentase dari *Six Big Losses* (Lanjutan)

No	<i>Losses</i>	nilai rata-rata losses	Persentase	Persentase Kumulatif
5	<i>Scrap/Yield Loss</i>	2,37	7,15%	94,58%
6	<i>Defect Loss</i>	1,79	5,42%	100,00%
Total		33,08	100,00%	

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)



Gambar 5.1. Diagram Pareto Nilai Rata-Rata dari *Six Big Losses*

(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Berdasarkan gambar 5.1 menunjukkan diagram pareto nilai rata-rata dari *Six big losses*. Diagram diatas dapat menyimpulkan terdapat enam kerugian penyebab kerusakan mesin. Kerugian terbesar yaitu karena penurunan kecepatan produksi (*reduced speed losses*) diperoleh sebesar 16,02%. Kemudian kerugian karena pemasangan dan penyetelan (*set up and adjustment losses*) di peroleh sebesar 4,31%. Kerugian karena kerusakan mesin atau peralatan (*Breakdown Losses*) diperoleh sebesar 3,48%. Kerugian pada awal produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil (*reduced yield/scrap losses*) diperoleh sebesar 2,37%. Kerugian Karena produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang (*defect in losses*) diperoleh sebesar 1,79%. Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat (*idling and minor stoppages losses*) diperoleh sebesar 5,12%.

5.3. Analisis Hubungan Antara Rendahnya Nilai OEE dengan *Losses*

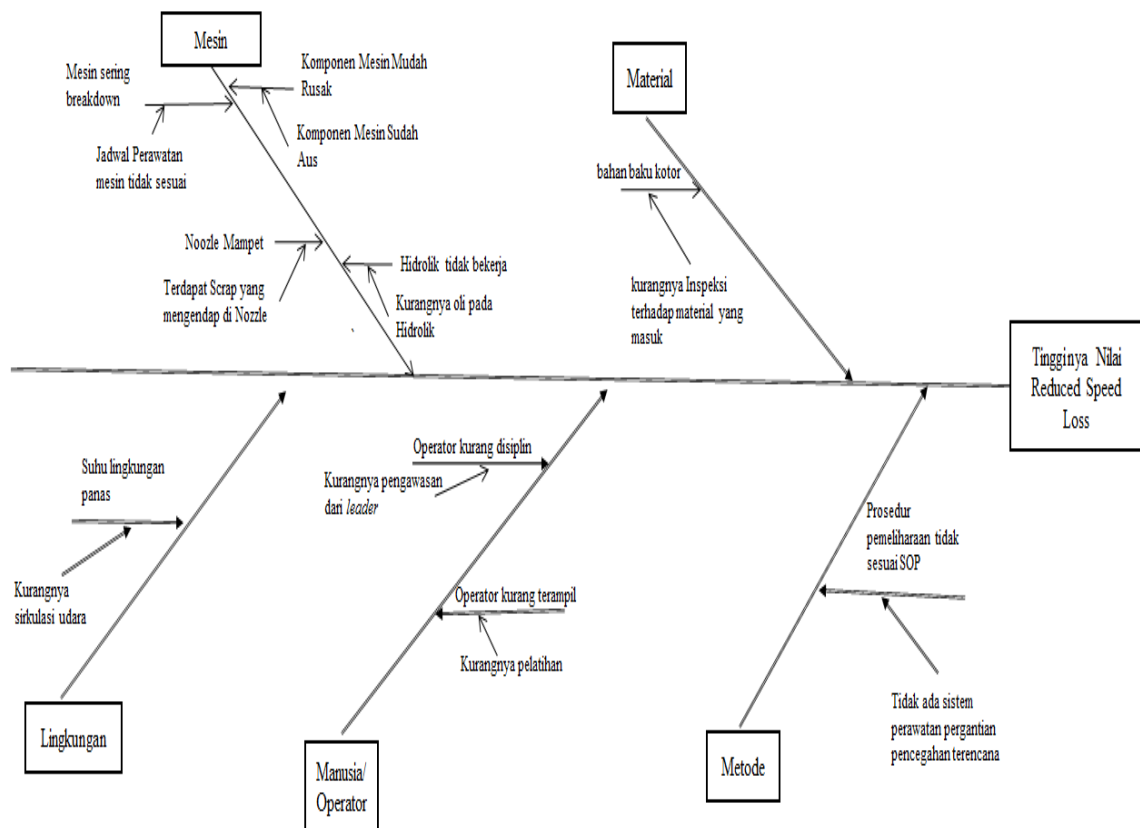
Berdasarkan analisis perhitungan OEE dan analisis *losses* yang telah dilakukan, didapatkan bahwa faktor *losses* yang memiliki kontribusi besar terhadap rendahnya nilai OEE adalah faktor *Reduced Speed loss* yang memiliki persentase kumulatif 48,41%, *Idling Minor Stoppages Loss* yang memiliki persentase kumulatif 15,47%, *SetUp and Adjustment* yang memiliki persentase kumulatif 13,02% dan *Breakdown loss* yang memiliki persentase kumulatif 10,53%. Dimana keempat faktor tersebut merupakan penyebab rendahnya nilai rata-rata OEE, dari perhitungan didapatkan bahwa nilai rata-rata yang diperoleh *available rate* sebesar 92,21%, *performance rate* sebesar 83,98%, dan *quality rate* sebesar 98,21% dan nilai rata-rata OEE secara keseluruhan sebesar 76,16%. Hasil nilai OEE tersebut masih belum memenuhi target standar *world class* dimana indikator OEE sebesar 85%. Dengan melihat analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa indikator OEE yang menjadi prioritas utama untuk diselesaikan adalah indikator *performance rate* karena nilai *performance rate* lebih rendah dibandingkan dengan *quality rate* dan *availability rate*.

Selanjutnya untuk melihat kondisi actual dari mesin injeksi tersebut, maka analisis perhitungan *losses* harus di ikut sertakan dalam menyelesaikan permasalahan terhadap rendahnya nilai OEE. Dari analisis *losses* didapatkan bahwa indikator *losses* terbesar yaitu *Reduced Speed Loss* yang memiliki persentase rata-rata sebesar 16,02% yang mempengaruhi sebagian besar terjadinya *losses*, *Idling Minor Stoppages* yang memiliki persentase sebesar 5,12%, *Setup and Adjustment Loss* yang memiliki persentase rata-rata sebesar 4,43% , *Breakdown Loss* yang memiliki persentase rata-rata sebesar 3,58%.

5.4. Analisis Diagram Sebab-Akibat

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai persentase *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin injeksi masih dibawah standar *World Class* sebesar 85%, maka dari itu dibuatlah analisis akar

permasalahan berupa diagram sebab-akibat. Diagram sebab-akibat digunakan untuk mengetahui kemungkinan penyebab belum tercapainya persentase nilai OEE pada mesin injeksi. Diagram sebab-akibat dibuat berdasarkan permasalahan yang terjadi pada perusahaan. Akar permasalahan diperoleh dari data kerusakan mesin maupun peralatan serta hasil wawancara oleh bagian teknisi mesin injeksi di PT. Mahle Indonesia (PMI). Berikut ini merupakan gambar diagram sebab-akibat yang merupakan akar permasalahan tidak tercapainya nilai OEE.



Gambar 5.2. diagram sebab-akibat penyebab tidak tercapainya Nilai OEE
(Sumber: Hasil Pengelolaan Data)

Dari diagram *Fishbone* diatas, dapat diketahui bahwa penyebab tidak tercapainya nilai OEE. Berikut ini merupakan analisis faktor-faktor penyebab yang mempengaruhi tidak tercapainya nilai OEE pada diagram sebab-akibat (*Fishbone*) dengan metode 5W+1H dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Analisis Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone*) Tingginya nilai *Reduced Speed Loss* pada mesin *Injection* di PT

Mahle Indonesia

Masalah	Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>How</i>
<i>Reduced Speed Loss</i>	Manusia/ Operator	Operator Kurang Pelatihan	Agar operator dapat menjalankan tugasnya dengan baik dan benar	Lini Produksi	Operator Produksi	Setiap 3 bulan	Melakukan pelatihan secara bekala untuk tetap meningkatkan bagaimana melakukan proses produksi dengan baik dan benar
		Kurangnya pengawasan dari leader	Agar operator produksi lebih disiplin dalam menjalankan tugasnya	Lini Produksi	PPIC	Setiap hari	memberikan peringatan kepada operator dan melakukan pengawasan yang lebih maksimal
	Mesin/ Peralatan	Scrap yang mengendap di nozzle	Agar nozzle dapat beroperasi dengan lancar tanpa adanya scrap yang mengendap	Lini produksi	Operator bagian perawatan	Setiap hari saat mesin tidak berproduksi	Melakukan penerapan kegiatan <i>Preventive Maintenance</i>
		Komponen mesin sudah aus	Agar mesin tidak mudah rusak	Lini produksi	Operator bagian perawatan	Setiap hari saat mesin tidak beroperasi	Melakukan penerapan kegiatan <i>Preventive Maintenance</i>
		Kurangnya Oli pada hidrolik	Agar hidrolik dapat bekerja	Lini produksi	Operator bagian perawatan	Setiap hari saat mesin tidak beroperasi	Melakukan penerapan kegiatan <i>Preventive Maintenance</i>

(Sumber: Hasil Analisis Pembahasan)

Tabel 5.3 Analisis Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone*) Tingginya nilai *Reduced Speed Loss* pada mesin *Injection* di PT

Mahle Indonesia (Lanjutan)

Masalah	Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>How</i>
<i>Reduced Speed Loss</i>	Mesin/ Peralatan	Sering terjadi breakdown	Agar waktu pengawasan terhadap mesin dapat sesuai dengan jadwal yang telah dibuat	Lini produksi	Operator bagian perawatan	Setiap bulan saat mesin tidak beroperasi	lebih disiplin untuk perawatan mesin. Karena pada dasarnya jadwal yang telah dibuat sudah diperhitungkan kemampuan dari mesin untuk beroperasi. Sehingga dengan lebih disiplinnya perusahaan untuk melakukan perawatan akan mengurangi pula waktu <i>breakdown</i> mesin saat beroperasi dan mesin pun jadi lebih efektif
	Lingkungan	Kurangnya siklus udara	Kurangnya siklus udara	Lini produksi	Operator yang berada pada ruang produksi	Saat proses produksi	Perusahaan harus lebih meningkatkan fasilitas pada ruang produksi dengan memasang peredam ruangan dan memasang <i>exhaust fan</i>

(Sumber: Hasil Analisis Pembahasan)

Tabel 5.3 Analisis Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone*) Tingginya nilai *Reduced Speed Loss* pada mesin *Injection* di PT

Mahle Indonesia (Lanjutan)

Masalah	Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
<i>Reduced Speed Loss</i>	Material	Bahan baku tidak sesuai spesifikasi	Agar operator dapat memeriksa keseluruhan bahan baku yang masuk dan tidak hanya memeriksa sampelnya saja agar bahan baku yang masuk tidak kotor	Lini produksi/gudang material	Operator bagian <i>warehouse</i> bahan baku	Setiap bahan baku datang	adanya evaluasi berkala pada operator agar memeriksa keseluruhan bahan baku yang masuk dan juga perusahaan harus mengadakan evaluasi supplier untuk memantau kualitas dari bahan baku yang akan diterima
	Metode	Prosedur pemeliharaan tidak sesuai SOP	Agar adanya sistem perawatan pergantian pencegahan terencana	Lini produksi	Divisi Maintenance	Setiap bulan	melakukan penerapan kegiatan <i>preventive maintenance</i>

(Sumber: Hasil Analisis Pembahasan)

Berdasarkan Analisa 5W+1H pada tabel 5.3. dapat diketahui faktor-faktor yang menjadi permasalahan tingginya nilai reduced speed loss dan Usulan perbaikan untuk mencegah masalah-masalah yang menyebabkan *Six Big Losses* dengan menggunakan metode 5W+1H, yang terdiri dari *what, why, where, when, who* dan *how*. Perbaikan 5W+1H pada mesin *Injection*. Terdapat 6 faktor yang menjadi penyebab besar kecilnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang dihasilkan di PT Mahle Indonesia, berikut dibawah ini adalah uraian tabel Analisa 5W+1H:

1. Manusia :

- a. Kurangnya pelatihan terhadap operator produksi yang mengakibatkan operator kurang terampil dalam menjalankan tugasnya. Perusahaan melakukan pelatihan secara berkala untuk tetap meningkatkan *skill* dari operator produksi sehingga operator dapat melakukan proses produksi dengan baik dan benar.
- b. kurangnya pengawasan *leader* yang mengakibatkan operator kurang disiplin. Bagian yang bertanggung jawab yaitu *leader* harus meberikan peringatan kepada operator yang kurang disiplin dan melakukan pengawasan yang maksimal kepada para operator.

2. Mesin :

- a. Terdapat scrap yang mengendap di nozzle yang mengakibatkan nozzle mampet
- b. Komponen mesin yang sudah aus yang mengakibatkan komponen mesin mudah rusak
- c. Kurangnya oli pada hidrolik yang mengakibatkan hidrolik tidak dapat bekerja
- d. Waktu perawatan mesin tidak sesuai jadwal yang telah dibuat yang mengakibatkan mesin sering *breakdown*.

Perusahaan melakukan *preventive maintenance* dan lebih disiplin dalam perawatan mesin. Karena pada dasarnya jadwal yang telah dibuat sudah diperhitungkan kemampuan dari mesin untuk beroperasi . sehingga dengan lebih

disiplinnya perusahaan dalam melakukan perawatan akan mengurangi pula waktu *breakdown* mesin saat beroperasi dan mesin pun jadi lebih efektif.

3. Lingkungan: Kurangnya siklus udara didalam ruangan produksi yang mengakibatkan suhu lingkungan yang ada diruangan produksi menjadi panas. Perusahaan harus lebih meningkatkan fasilitas pada ruangan produksi dengan memasang peredam ruangan dan memasang *exhaust fan*.
4. Material : Operator tidak memeriksa keseluruhan bahan baku yang masuk dan hanya memeriksa sampelnya saja yang mengakibatkan bahan baku yang masuk kotor. Perusahaan mengadakan evaluasi berkala pada operator agar memeriksa keseluruhan bahan baku yang masuk dan juga perusahaan harus mengadakan evaluasi supplier untuk memantau kualitas dari bahan baku yang akan diterima.
5. Metode : Prosedur pemeliharaan tidak sesuai SOP karena tidak adanya sistem perawatan pergantian pencegahan terencana. Perusahaan melakukan penerapan kegiatan *preventive maintenance*.

BAB VI

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian yaitu:

1. Dari perhitungan OEE tingkat efektivitas mesin injeksi menurut *standart word class* bisa dikatakan belum baik hal ini bisa dilihat dari perolehan nilai OEE dengan rata-rata persentase sebesar 76,16%% dimana menurut standar *world class* dianggap efektif apabila berada diatas 85% dan jika dijabarkan, mesin injeksi memiliki rata-rata *Availability Rate* sebesar 92,21%, nilai *Performance Rate* sebesar 83,98% dan *Quality Rate* 98,21% artinya kinerja dari mesin injeksi pada bulan Juli 2017 – Juni 2018 belum maksimal. Rendahnya nilai OEE yang diperoleh disebabkan oleh rendahnya nilai *performance rate* yaitu 83,98%.
2. Terdapat berbagai macam faktor yang menyebabkan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin *injeksi* berada di bawah nilai standar. Setelah dilakukan analisis terhadap mesin tersebut, akar permasalahan yang didapat dari tiga parameter yaitu *Availability Rate*, *Performance Rate*, dan *Quality Rate*. Dengan menganalisis *six big losses* yang mempengaruhi keefektifan mesin atau pengaruh yang menyebabkan mesin injeksi tidak beroperasi, diantaranya yaitu *Breakdown Loss* dengan presentase sebesar 3,48%, *Idling and minor stoppages* sebesar 5,12%, *Setup and Adjustment Loss* sebesar 4,31%, *Reduced Speed Loss* sebesar 16,02%, *Defect Loss* sebesar 1,79%, dan *Scrap/Yield Loss* sebesar 2,37%.
3. Berdasarkan analisis diagram *Fishbone* mengenai permasalahan yang terjadi maka didapatkan faktor-faktor penyebab rendahnya tingkat produktivitas pada mesin injeksi yaitu :

- a. Manusia : Operator kurang terampil (Kurangnya pelatihan), operator kurang disiplin (Kurangnya pengawasan dari *manager* produksi) dan tidak ada pengendalian persediaan material (*supplier* telat mengirim material)
 - b. Mesin : Sering terjadi *breakdown* mesin (jadwal perawatan mesin tidak sesuai), komponen mesin mudah rusak (komponen mesin sudah haus), hidrolik tidak bekerja (kurangnya oli pada hidrolik) dan *nozzle* mampet (terdapat scrap yang mengendap di *nozzle*)
 - c. Lingkungan : Suhu lingkungan panas (Kurangnya sirkulasi udara)
 - d. Material : Bahan baku tidak sesuai spesifikasi (kurangnya inspeksi terhadap material yang masuk)
 - e. Metode : Prosedur pemeliharaan tidak sesuai (Tidak ada sistem perawatan pergantian pencegahan terencana)
4. Tindakan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja mesin (*Performance rate*) dan menurunkan nilai *Losses* (*Reduced Speed Loss*) yaitu pengecekan setiap bagian mesin terlebih dahulu sebelum melakukan proses produksi berlangsung. Perlu dilakukan perawatan pada mesin secara berkala, baik itu perawatan pencegahan maupun perawatan perbaikan. Perawatan pencegahan dapat dilakukan secara harian maupun bulanan. Perawatan harian dapat mengecek kondisi *spare part* dan dibuat report harian. Perawatan bulanan dapat mengganti setiap *spare part* apabila *spare part* sudah tidak layak untuk berfungsi.

5.2. Saran

Dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini, penulis ingin memberikan masukan atau saran bagi PT Mahle Indonesia agar perusahaan dapat memperbaiki dalam hal efektifitas mesin sehingga dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan. Adapun masukan atau saran sebagai berikut:

1. Perusahaan harus mengadakan evaluasi *supplier* untuk memantau kualitas dari bahan baku yang akan diterima.

2. *Skill* perawatan dan pemeliharaan dari operator serta pengawasan dari *leader* perlu ditingkatkan, oleh karena itu perlu dilakukan pelatihan-pelatihan yang rutin untuk para operator, agar kemampuan mereka untuk melakukan pemeliharaan dan perawatan memadai, Sehingga untuk pemeliharaan dan perawatan yang bersifat *daily* dan ringan dapat diselesaikan.
3. Perusahaan perlu menerapkan *Autonomous Maintenance* untuk meningkatkan keefektifan pada semua mesin yang ada sehingga kinerja pada mesin dapat stabil dan dapat meminimalisir kerusakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dani, D., (2012). Usulan Perbaikan Untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi Mesin Fin Forming Dengan Menggunakan Metode Efektivitas Seluruh Peralatan (OEE). Fakultas Teknologi Industri Universitas Gunadarmas.
- Davis, R. K., (1995). *Productivity Improvements Through TPM. The Philosophy and Application of Total Productivity Maintenance*. Prentice Hall International.
- Gaspersz, V. 2012. *All in One Management Toolbook: Contoh Aplikasi pada Bisnis dan Industri Modern*. Bogor: Tri Al Bros Publishing.
- Ika, Dyah. 2014. Analisis Penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) menggunakan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan *Six Big Losses* Pada Mesin Cavitec Di PT. Essentra Surabaya. Prosiding SNATIF- Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. ISBN 978-602-1180-04-4.
- Mulyati, D., (2011). Analisis Efektivitas Peralatan Produksi Pada PT. Bahari Dwikencana Lestari Kabupaten Aceh Tamiang. Fakultas Teknik Universitas Serambi Mekah.
- Nakajima, Seiichi. 1988. *Introduction to TPM Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press, Inc
- Nursanti, I., & Susanto, Y., (2014). Analisis Perhitungan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Mesin Packing Untuk Meningkatkan Nilai Availability Mesin. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Vol. 13. No. 1.
- Rahmad, Pratikto, & Wahyudi, S. (2012). Penerapan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Dalam Implementasi Total Productive Maintenance (TPM). Jurnal Rekayasa Mesin – Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Vol. 3, No. 3, 431-437.

- Rivai, Y, Miftah, F, A, & Syahbana, R, M. (2016). Overall Equipment Effectiveness Dalam Peningkatan Kinerja Produksi Ban PT. Goodyear Indonesia. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. E-ISSN: 2460-7819.
- R.Almeanazel, O. T. 2010. *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering.
- Said, A., & Susetya, J. (2008). Analisis *Total Productive Maintenance* Pada Lini Produksi Mesin Perkakas Guna Memperbaiki Kinerja Perusahaan. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi – Fakultas Teknologi Industri IST Akprind Yogyakarta.
- Taisir, A, O. (2010). *Total Productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering – Departement Of Industrial Engineering Hashemite University Jordan. Vol.4, No 4, 517 – 522.
- Wati, C. L. 2009. *Usulan Perbaikan Efektivitas Mesin dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness sebagai Dasar Penerapan Total Productive Maintenance di PT. WIKA*. Skripsi tidak diterbitkan. Medan: Program Diploma IV, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara.
- Wignjosoebroto, Ritomo. 2003. Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Surabaya: Guna Widya
- Yuda, B, A., & Hartono, Gunawarman. (2014). Analisis Efektivitas Mesin Overhead Crane Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Di PT. BTU, Divisi Boarding Bridge. Fakultas Teknik Universitas Binus. Inasea, Vol. 15, No. 1, 62-70.

LAMPIRAN

Lampiran 1 – Perhitungan *Loading Time*

❖ Juli 2017

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*
= 20160 Menit – 340 Menit
= 19820 Menit

❖ Agustus 2017

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*
= 21120 Menit – 355 Menit
= 20765 Menit

❖ September 2017

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*
= 18240 Menit – 310 Menit
= 17930 Menit

❖ Oktober 2017

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*
= 21120 Menit – 355 Menit
= 20765 Menit

❖ November 2017

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*
= 21120 Menit – 335 Menit
= 20785 Menit

❖ Desember 2017

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*
= 20160 Menit – 280 Menit
= 19880 Menit

❖ Januari 2018

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*
= 20160 Menit – 325 Menit

= 18875 Menit

❖ **Februari 2018**

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*

= 20160 Menit – 265 Menit

= 15095 Menit

❖ **Maret 2018**

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*

= 20160 Menit – 325 Menit

= 18875 Menit

❖ **April 2018**

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*

= 20160 Menit – 340 Menit

= 19820 Menit

❖ **Mei 2018**

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*

= 20160 Menit – 280 Menit

= 16040 Menit

❖ **Juni 2018**

= Total Jam Kerja – *Planned Downtime*

= 20160 Menit – 235 Menit

= 13205 Menit

Lampiran 2 – Perhitungan *Operating Time*

❖ Juli 2017

$= \text{Loading time} - \text{Downtime}$
 $= 19820 \text{ menit} - 1903 \text{ menit}$
 $= 17917 \text{ menit}$

❖ Agustus 2017

$= \text{Loading time} - \text{Downtime}$
 $= 20765 \text{ menit} - 1451 \text{ menit}$
 $= 19134 \text{ menit}$

❖ September 2017

$= \text{Loading time} - \text{Downtime}$
 $= 17930 \text{ menit} - 1385 \text{ menit}$
 $= 16545 \text{ menit}$

❖ Oktober 2017

$= \text{Loading time} - \text{Downtime}$
 $= 20765 \text{ menit} - 1295 \text{ menit}$
 $= 19470 \text{ menit}$

❖ November 2017

$= \text{Loading time} - \text{Downtime}$
 $= 20765 \text{ menit} - 1220 \text{ menit}$
 $= 19545 \text{ menit}$

❖ Desember 2017

$= \text{Loading time} - \text{Downtime}$
 $= 16040 \text{ menit} - 1245 \text{ menit}$
 $= 14795 \text{ menit}$

❖ Januari 2018

$= \text{Loading time} - \text{Downtime}$
 $= 18875 \text{ menit} - 1779 \text{ menit}$
 $= 17096 \text{ menit}$

❖ **Februari 2018**

= *Loading time – Downtime*
= 15095 menit – 1286 menit
= 13809 menit

❖ **Maret 2018**

= *Loading time – Downtime*
= 18875 menit – 1364 menit
= 17511 menit

❖ **April 2018**

= *Loading time – Downtime*
= 19820 menit – 1239 menit
= 18481 menit

❖ **Mei 2018**

= *Loading time – Downtime*
= 16040 menit – 1698 menit
= 14342 menit

❖ **Juni 2018**

= *Loading time – Downtime*
= 13205 menit – 963 menit
= 12242 menit

Lapiran 3 – Perhitungan *Availability Rate*, *Performance Rate*, *Quality Rate* dan OEE

❖ Bulan Juli 2017

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{17917 - 1903}{19820} \times 100\% = 90,40\%$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{26540 \times 0,61}{17917} \times 100\% = 89,84\%$$

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

$$= \frac{26540 - 285}{26540} \times 100\% = 98,93\%$$

$$\text{OEE} = \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate}$$

$$= 90,40\% \times 89,84\% \times 98,93\% = 80,35\%$$

❖ Bulan Agustus 2017

$$\text{Availability Rate} = \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

$$= \frac{19314 - 1451}{20765} \times 100\% = 93,01\%$$

$$\text{Performance Rate} = \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{27797 \times 0,63}{19314} \times 100\% = 90,26\%$$

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

$$= \frac{27797 - 397}{27797} \times 100\% = 98,57\%$$

$$\text{OEE} = \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate}$$

$$= 93,01\% \times 90,26\% \times 98,57\% = 82,75\%$$

❖ **Bulan September 2017**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{16545 - 1385}{17930} \times 100\% = 92,28\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{24870 \times 0,59}{16545} \times 100\% = 89,24\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{24870 - 316}{24870} \times 100\% = 98,73\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 92,28\% \times 89,24\% \times 98,73\% = 81,30\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Oktober 2017**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{19470 - 1295}{20765} \times 100\% = 93,76\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{28095 \times 0,63}{19470} \times 100\% = 90,35\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{28095 - 285}{28095} \times 100\% = 98,53\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 93,76\% \times 90,35\% \times 98,53\% = 83,74\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan November 2017**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{19545 - 1220}{20765} \times 100\% = 94,12\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{27509 \times 0,64}{19545} \times 100\% = 90,17\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{27059 - 285}{27059} \times 100\% = 98,53\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 94,12\% \times 90,17\% \times 98,53\% = 83,62\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Desember 2017**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{14795 - 1245}{16040} \times 100\% = 92,24\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{21177 \times 0,61}{14795} \times 100\% = 87,59\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{21177 - 285}{21177} \times 100\% = 98,64\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 92,24\% \times 87,59\% \times 98,6\% = 79,69\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Januari 2018**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{17096 - 1779}{18875} \times 100\% = 90,57\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{21786 \times 0,53}{17096} \times 100\% = 67,73\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{21786 - 285}{21786} \times 100\% = 97,67\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 90,57\% \times 67,73\% \times 97,67\% = 59,59\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Februari 2018**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{13809 - 1286}{15095} \times 100\% = 91,48\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{19489 \times 0,61}{13809} \times 100\% = 86,66\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{19489 - 285}{19489} \times 100\% = 98,63\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 91,48\% \times 86,66\% \times 98,63\% = 78,19\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Maret 2018**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{17511 - 1364}{18875} \times 100\% = 92,77\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{21454 \times 0,56}{17511} \times 100\% = 68,72\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{21454 - 285}{21454} \times 100\% = 96,96\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 92,77\% \times 68,72\% \times 96,96\% = 61,82\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan April 2018**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{18581 - 1239}{19820} \times 100\% = 93,75\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{28654 \times 0,59}{18581} \times 100\% = 90,52\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{28654 - 285}{28654} \times 100\% = 98,69\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 93,75\% \times 90,52\% \times 98,69\% = 83,75\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Mei 2018**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{14342 - 1698}{16040} \times 100\% = 89,41\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{20187 \times 0,50}{14342} \times 100\% = 70,14\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{20187 - 285}{20187} \times 100\% = 97,44\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 89,41\% \times 70,14\% \times 97,44\% = 61,11\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Juni 2018**

$$\begin{aligned} \text{Availability Rate} &= \frac{\text{Operating time} - \text{downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{12242 - 963}{13205} \times 100\% = 92,71\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Performance Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} \times \text{ideal cycle time}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{19989 \times 0,53}{12242} \times 100\% = 86,95\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Quality Rate} &= \frac{\text{Processed Amount} - \text{defect amount}}{\text{Processed amount}} \times 100\% \\ &= \frac{19989 - 285}{19989} \times 100\% = 97,16\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OEE} &= \text{Availability Rate} \times \text{Performance Rate} \times \text{Quality Rate} \\ &= 92,71\% \times 86,95\% \times 97,16\% = 78,32\% \end{aligned}$$

Lampiran 4 – Perhitungan Six Big Losses

❖ Bulan Juli 2017

$$\begin{aligned}\text{Breakdown Loss} &= \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{918}{19820} \times 100\% = 4,63\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Setup and adjustment loss} &= \frac{\text{setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{565 + 420}{19820} \times 100\% = 4,49\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Idling minor stoppages} &= \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{17917 - (0,66 \times 26255)}{17917} \times 100\% = 3,29\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Reduced Speed Loss} &= \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,68 - 0,66) \times 26540}{17917} \times 100\% = 10,16\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{285 \times 0,68}{17917} \times 100\% = 1,07\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Scrap/yield Loss} &= \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{477 \times 0,68}{17917} \times 100\% = 1,80\%\end{aligned}$$

❖ Bulan Agustus 2017

$$\begin{aligned}\text{Breakdown Loss} &= \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{726}{20765} \times 100\% = 3,50\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Setup and adjustment loss} &= \frac{\text{setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%\end{aligned}$$

$$= \frac{391 + 334}{20765} \times 100\% = 3,49\%$$

$$\begin{aligned} \text{Idling minor stoppages} &= \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{19314 - (0,67 \times 27797)}{19314} \times 100\% = 4,95\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reduced Speed Loss} &= \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,69 - 0,63) \times 27797}{19314} \times 100\% = 9,74\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{397 \times 0,69}{19314} \times 100\% = 1,43\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Scrap/yield Loss} &= \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{472 \times 0,69}{19314} \times 100\% = 1,70\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan September 2017**

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Loss} &= \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{660}{17930} \times 100\% = 3,68\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Setup and adjustment loss} &= \frac{\text{setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{375 + 350}{17930} \times 100\% = 4,04\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idling minor stoppages} &= \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{16545 - (0,65 \times 24870)}{16545} \times 100\% = 3,54\% \end{aligned}$$

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(0,67 - 0,59) \times 24870}{16545} \times 100\% = 10,76\%$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{314 \times 0,67}{16545} \times 100\% = 1,27\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Scrap/yield Loss} &= \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{443 \times 0,67}{16545} \times 100\% = 1,78\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Oktober 2017**

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Loss} &= \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{570}{20765} \times 100\% = 2,75\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Setup and adjustment loss} &= \frac{\text{setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{565 + 420}{20765} \times 100\% = 3,49\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idling minor stoppages} &= \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{19470 - (0,66 \times 27681)}{19470} \times 100\% = 6,17\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reduced Speed Loss} &= \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,69 - 0,63) \times 28095}{19470} \times 100\% = 9,65\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{414 \times 0,69}{19470} \times 100\% = 1,57\% \end{aligned}$$

$$\text{Scrap/yield Loss} = \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{561 \times 0,69}{19470} \times 100\% = 2,00\%$$

❖ **Bulan November 2017**

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Loss} &= \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{495}{20765} \times 100\% = 2,38\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Setup and adjustment loss} &= \frac{\text{setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{565 + 420}{20765} \times 100\% = 3,49\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idling minor stoppages} &= \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{19545 - (0,68 \times 27104)}{19545} \times 100\% = 5,70\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reduced Speed Loss} &= \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,71 - 0,64) \times 27509}{19545} \times 100\% = 9,83\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{405 \times 0,71}{19545} \times 100\% = 1,47\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Scrap/yield Loss} &= \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{462 \times 0,71}{19545} \times 100\% = 1,68\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Desember 2017**

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Loss} &= \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{520}{16040} \times 100\% = 3,24\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Setup and adjustment loss} &= \frac{\text{setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= \frac{565 + 420}{16040} \times 100\% = 4,52\%$$

$$\text{Idling minor stoppages} = \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{14795 - (0,68 \times 20888)}{14795} \times 100\% = 4,00\%$$

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(0,70 - 0,61) \times 21177}{14795} \times 100\% = 12,41\%$$

$$\text{Defect Loss} = \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{289 \times 0,70}{14795} \times 100\% = 1,36\%$$

$$\text{Scrap/yield Loss} = \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{545 \times 0,70}{14795} \times 100\% = 2,57\%$$

❖ Bulan Januari 2018

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

$$= \frac{762}{18875} \times 100\% = 4,04\%$$

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

$$= \frac{565 + 420}{18875} \times 100\% = 5,39\%$$

$$\text{Idling minor stoppages} = \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{17096 - (0,75 \times 21278)}{17096} \times 100\% = 6,65\%$$

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(0,78 - 0,53) \times 21786}{17096} \times 100\% = 32,63\%$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{508 \times 0,78}{17096} \times 100\% = 2,33\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Scrap/yield Loss} &= \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{640 \times 0,78}{17096} \times 100\% = 2,94\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Februari 2018**

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Loss} &= \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{561}{15095} \times 100\% = 3,72\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Setup and adjustment loss} &= \frac{\text{setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{565 + 420}{15095} \times 100\% = 4,80\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idling minor stoppages} &= \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{13809 - (0,69 \times 19222)}{13809} \times 100\% = 3,95\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reduced Speed Loss} &= \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,71 - 0,61) \times 19489}{13809} \times 100\% = 13,34\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{267 \times 0,71}{13809} \times 100\% = 1,37\% \end{aligned}$$

$$\text{Scrap/yield Loss} = \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{442 \times 0,71}{13809} \times 100\% = 2,27\%$$

❖ **Bulan Maret 2018**

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

$$= \frac{639}{18875} \times 100\% = 3,39\%$$

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

$$= \frac{565 + 420}{18875} \times 100\% = 3,84\%$$

$$\text{Idling minor stoppages} = \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{17511 - (0,78 \times 20802)}{17511} \times 100\% = 7,34\%$$

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(0,82 - 0,56) \times 21454}{17511} \times 100\% = 31,28\%$$

$$\text{Defect Loss} = \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{652 \times 0,82}{17511} \times 100\% = 3,04\%$$

$$\text{Scrap/yield Loss} = \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{890 \times 0,82}{17511} \times 100\% = 4,15\%$$

❖ **Bulan April 2018**

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

$$= \frac{514}{19820} \times 100\% = 2,59\%$$

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

$$= \frac{565 + 420}{19820} \times 100\% = 3,66\%$$

$$\text{Idling minor stoppages} = \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{18581 - (0,62 \times 28278)}{18581} \times 100\% = 5,64\%$$

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(0,59 - 0,65) \times 28654}{18581} \times 100\% = 9,48\%$$

$$\text{Defect Loss} = \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{376 \times 0,65}{18581} \times 100\% = 1,31\%$$

$$\text{Scrap/yield Loss} = \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{376 \times 0,65}{18581} \times 100\% = 1,31\%$$

❖ Bulan Mei 2018

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

$$= \frac{975}{16040} \times 100\% = 6,08\%$$

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

$$= \frac{565 + 420}{16040} \times 100\% = 4,51\%$$

$$\text{Idling minor stoppages} = \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{14342 - (0,69 \times 19670)}{14342} \times 100\% = 5,37\%$$

$$\text{Reduced Speed Loss} = \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{(0,71 - 0,50) \times 20187}{14324} \times 100\% = 29,86\%$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{517 \times 0,71}{14342} \times 100\% = 2,56\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Scrap/yield Loss} &= \frac{\text{Scrap} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{517 \times 0,71}{14342} \times 100\% = 2,56\% \end{aligned}$$

❖ **Bulan Juni 2018**

$$\begin{aligned} \text{Breakdown Loss} &= \frac{\text{Breakdown}}{\text{Loading time}} \times 100\% \\ &= \frac{238}{13205} \times 100\% = 1,80\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Setup and adjustment loss} &= \frac{\text{setup and adjustment time}}{\text{Loading Time}} \times 100\% \\ &= \frac{565 + 420}{13205} \times 100\% = 5,49\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Idling minor stoppages} &= \frac{\text{Operating time} - (\text{actual cycle} \times \text{produk baik})}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{12242 - (0,60 \times 19422)}{12242} \times 100\% = 4,81\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Reduced Speed Loss} &= \frac{(\text{actual cycle} - \text{ideal cycle}) \times \text{total produksi}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{(0,61 - 0,53) \times 19989}{12242} \times 100\% = 13,05\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Defect Loss} &= \frac{\text{Defect} \times \text{Actual cycle}}{\text{Operating Time}} \times 100\% \\ &= \frac{567 \times 0,61}{12242} \times 100\% = 2,84\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textit{Scrap/yield Loss} &= \frac{\textit{Scrap} \times \textit{Actual cycle}}{\textit{Operating Time}} \times 100\% \\
 &= \frac{725 \times 0,61}{12242} \times 100\% = 3,63\%
 \end{aligned}$$