

**ANALISIS *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*  
SEBAGAI USAHA PERBAIKAN *LINESTOP MACHINE*  
KASUS KAJIAN: PT TOYOTA MOTOR  
MANUFACTURING INDONESIA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Akademik Program Pendidikan  
Diploma IV Teknik dan Manajemen Industri pada Politeknik STMI Jakarta

**Disusun Oleh :**

**ARISKA ALFIANA**

**NIM: 1112001**



**POLITEKNIK STMI JAKARTA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I  
JAKARTA  
2016**

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

**LEMBAR PERSETUJUAN PENGESAHAN**

JUDUL TUGAS AKHIR :

**“ANALISIS *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* SEBAGAI USAHA  
PERBAIKAN *LINESTOP MACHINE* KASUS KAJIAN: PT TOYOTA MOTOR  
MANUFACTURING INDONESIA”**

DISUSUN OLEH :

NAMA : ARISKA ALFIANA

NIM : 1112001

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah Diuji oleh Tim Penguji Sidang Ujian Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada  
Hari Jumat Tanggal 11 November 2016.

Jakarta, November 2016

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Siti Aisyah, ST, MT

NIP: 197712172002122003

Juhari Masudi, SMI, MM

NIP: 195404101982031001

Dosen Penguji 3

Dosen penguji 4

Wilda Sukmawati, ST, MT

NIP: 197602082006042001

Rita Istikowati, S.T, M.T

NIP: 198003082008032002

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

**LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING**

JUDUL TUGAS AKHIR :

***ANALISIS OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS  
SEBAGAI USAHA PERBAIKAN LINSTOP MACHINE  
KASUS KAJIAN: PT TOYOTA MOTOR  
MANUFACTURING INDONESIA***

DISUSUN OLEH :

NAMA : ARISKA ALFIANA  
NIM : 1112001  
PROGRAM STUDI : TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Laporan Tugas Akhir ini telah diperiksa dan di setujui untuk memenuhi salah satu persyaratan akademis dalam Program Studi Teknik dan Manajemen Industri di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Jakarta, Oktober 2016

Dosen Pembimbing

Rita Istikowati, S.T, M.T

NIP: 198003082008032002

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya Mahasiswi Program Studi Teknik dan Manajemen Industri, POLITEKNIK STMI  
JAKARTA, KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI.

NAMA : ARISKA ALFIANA

NIM : 1112001

PROGRAM STUDI : TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

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

**“ANALISIS *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* SEBAGAI USAHA  
PERBAIKAN *LINESTOP MACHINE* KASUS KAJIAN: PT TOYOTA MOTOR  
MANUFACTURING INDONESIA”**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, pengamatan di lapangan, dosen pembimbing, melalui diskusi tanya jawab maupun asistensi buku-buku dan jurnal sumber acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi karya Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarja di Universitas/ Perguruan Tinggi Lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan sebagai bahan referensi pendukung, untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan mencantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya Tugas Akhir terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan sebelumnya, maka karya Tugas Akhir ini saya batalkan.

Jakarta, Oktober 2016

Pembuat Pernyataan

Ariska Alfiana

## ABSTRAK

PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN) adalah perusahaan yang bergerak dibidang industri otomotif. PT TMMIN Sunter 1 *Plant* adalah salah satu *plant* yang menghasilkan unit *engine* dan komponen *engine* untuk divisi *engine production* (EPD). Adanya *losses time* yang menyebabkan *availability* mesin berkurang karena proses produksi di perusahaan tidak selalu berjalan lancar. Salah satu penyebab *losses time* adalah kerusakan mesin. Kerusakan mesin yang terjadi di *Cam Shaft Line* mengakibatkan terjadinya *Linestop Machine* dengan rata-rata waktu *linestop machine* selama 25,31 menit untuk periode Januari 2016, sedangkan perusahaan menargetkan *Linestop Machine* selama 25,10 menit untuk *Cam Shaft Line*. Dari ke-24 mesin yang ada di *Cam Shaft Line* salah satu mesin yang mengalami *linestop machine* terlama adalah mesin IMIH-003 dengan total waktu *linestop machine* selama 174,96 menit untuk periode Januari 2016. Produktivitas mesin dan peralatan yang rendah dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah suatu analisis pengukuran tingkat efektivitas pemakaian suatu mesin dan peralatan dengan menghitung ketersediaan mesin, performansi, dan kualitas produk yang dihasilkan. Hasil pengukuran menunjukkan nilai *availability ratio* 94,99%, nilai *performance efficiency* 79,08%, dan nilai *rate of quality product* 97,38% sehingga rata-rata nilai OEE periode Januari 2016 sebesar 73,23%. Nilai tersebut belum mencapai standar JIPM sebesar 85,00% dan target perusahaan sebesar 90,33%, sehingga dilakukannya perbaikan terhadap mesin IMIH-003 dengan analisis diagram sebab akibat. Usulan perbaikan yang dilakukan berupa memasang pancaran *coolant* pada mesin untuk pembersih *work cam*, memperbaiki dan mengganti *bearing unit center*, dan mengganti *coil* yang baru. Perbaikan yang diusulkan berhasil diterapkan dan kemudian menghitung kembali nilai OEE untuk periode April 2016. Nilai OEE setelah perbaikan yaitu nilai *availability ratio* 96,63%, nilai *performance efficiency* 79,69%, dan nilai *rate of quality* 98,03% sehingga nilai OEE setelah perbaikan periode April 2016 sebesar 75,58%. Terjadi peningkatan dari nilai OEE sebelumnya sebanyak 2,35%. Nilai OEE rendah dipengaruhi oleh ketiga kategorinya, hanya kategori *availability ratio* saja yang dapat mencapai standar JIPM dan target perusahaan. Rendahnya hasil kategori dari *performance efficiency* dan *rate of quality* disebabkan oleh jumlah *cam shaft component* yang diproduksi pada periode tersebut. Nilai yang belum mencapai target perusahaan dan standar JIPM maka dilakukannya analisis *six big losses* untuk mengetahui kerugian yang mengakibatkan rendahnya nilai OEE. Hasil analisis *six big losses* tertinggi yaitu *idle and minor stoppage losses* sebesar 76,979% diikuti *reduced speed losses* sebesar 6,998%. *Losses* ketiga dan seterusnya adalah *set up and adjustment losses*, *defect losses*, *reduced yield*, dan *equipment failure losses*.

**Kata kunci:** *Six Big Losses, Overall Equipment Effectiveness, Linestop Machine*

## KATA PENGANTAR

Peningkatan produktivitas suatu perusahaan dituntut untuk dapat bersaing dan mempertahankan eksistensi perusahaan tersebut. Terlebih dalam upaya perawatan dan pemeliharaan. Dalam upaya peningkatan produktivitas, perusahaan berusaha untuk melakukan perbaikan yang dilakukan secara terus-menerus. Hal ini juga diterapkan pada semua perusahaan besar baik domestik maupun internasional, termasuk penerapan pemeliharaan di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN).

*Alkhamdulillahirobbil'alaamiin* segala Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, dalam kehidupan penulis, memudahkan jalan penulis dalam melakukan penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan baik hingga akhir penyusunannya. Rasa syukur juga tak lupa kepada Orang Tua tercinta, Ayahanda Somadi dan Ibunda Tarminah yang selalu memberikan kasih sayang, dorongan yang tak terhingga baik moril maupun materil dan doa dalam sholatnya yang selalu dipanjatkan demi kelancaran dalam Tugas Akhir ini, kakak Wiwin Diana dan adik M. Khaerul Umam, keluarga besar dari mama dan papa serta saudara, sepupu yang tidak dapat disebutkan satu per satu terima kasih atas doa, dukungan, dan motivasinya. Ucapan terima kasih juga sampaikan kepada Dana Imam Setiawan, Mba Dian beserta ibu Ririh Prihati dan Bapak Suwandi, yang telah memberikan semangat, doa, nasehat, dan bantuan baik moril maupun materil dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini disusun berdasarkan permasalahan yang terjadi di perusahaan terkait pemeliharaan, maka penulis mengangkat judul Tugas Akhir berupa “Analisis *Overall Equipment Effectiveness* Sebagai Usaha Perbaikan *Linestop Machine* Kasus Kajian: PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia” .

Tugas Akhir ini dibuat dalam rangka sebagai pemenuhan salah satu persyaratan akademik yang harus diselesaikan untuk Program Studi diploma IV Program Studi Teknik dan Manajemen Industri di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan menjadi sempurna tanpa adanya pihak-pihak yang membantu baik materil maupun moril dan memotivasi penulis sampai selesai penyusunan tepat waktu. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan

banyak terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, ST. MT selaku Direktur Politeknik STMI, Kementerian Perindustrian RI sekaligus sebagai fasilitator yang membantu dalam menjalin kerjasama terhadap perusahaan, sehingga penulis dapat dengan mudah melakukan penelitian tersebut.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, SKOM, MT selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik STMI, kementerian perindustrian RI.
- Bapak Muhammad Agus, ST. MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif sekaligus sebagai *advisor* yang mendukung kelancaran penelitian sampai penyusunan Tugas Akhir.
- Bapak Taswir Syahfoeddin, SMI, M.SI selaku dosen pembimbing akademik yang dengan sabar membimbing hingga saat ini.
- Ibu Rita Istikowati, ST, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang membimbing dengan sabar dari awal hingga selesai penelitian dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- Bapak I made surya selaku *General Manager*, bapak Jarwanto selaku *Production Manager*, bapak Agus Winartono selaku *Engineering Service Manager*, bapak Abdul Rosyid *HRD Manager*, bapak Sugeng selaku *Maintenance Manager*, bapak Rudi Windartono selaku *Quality Manager engine production division (EPD)* PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia yang telah banyak membantu, membimbing, dan memberi arahan selama penelitian.
- Bapak Bambang Sumarna selaku *Supervisor Quality Management* sekaligus sebagai Pembimbingan Lapangan 1, bapak suherman selaku supervisor Lini Cam Shaft, bapak Supriyono, bapak Nur Fajari selaku *Line head* Cam Shaft sekaligus pembimbing lapangan 2, bapak Haris dhoni, ibunda Andriana, mba dewi, mba nelly, bapak Sumarno, bapak Yuliyanto serta seluruh staf *engine production division (EPD)* PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia yang telah banyak membantu, membimbing, dan memberi arahan selama penelitian.
- Seluruh karyawan PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia-Sunter 1 yang tidak bosannya untuk tegur sapa dan membimbing penulis selama penelitian.

- Seluruh dosen dan karyawan yang tidak dapat disebut satu per satu terima kasih telah meluangkan waktunya untuk berbagi ilmu dan *sharing*, serta memotivasi penulis dalam pengembangan ilmu yang diberikan.
- Teman-teman seperjuangan selama penelitian di PT TMMIN-Sunter 1 periode Februari-Maret 2016 yang selalu memberikan dukungan satu sama lain dengan canda tawa saat berkumpul bersama disaat waktu istirahat tiba.
- Para senior dan junior baik dalam organisasi HMTMI dan FLMPI ataupun di luar organisasi yang telah berbagi ilmu dan pengalamannya serta semua teman seperjuangan Politeknik STMI angkatan 2012 khususnya program studi Teknik dan Manajemen Industri yang tak pernah lelah untuk selalu saling mendukung satu sama lain.
- Khaerunnisa, Melita, Titi, Diana, Anggi, Zaema dan masih banyak lainnya para Alumni SMA Al-Irsyad Al-Islamiyyah kota Tegal atas dukungannya.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan, baik dalam penulisan maupun dalam penyusunan kalimat, untuk itu dengan kerendahan hati penulis menerima saran dan kritikan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga dengan dibuatnya Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang memerlukan,

Akhir kata, terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu demi kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jakarta, Oktober 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b><u>LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING</u></b> .....	<b>ii</b>
<b><u>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN</u></b> .....	<b>iii</b>
<b><u>LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR</u></b> .....	<b>iv</b>
<b><u>ABSTRAK</u></b> .....	<b>v</b>
<b><u>KATA PENGANTAR</u></b> .....	<b>vi</b>
<b><u>DAFTAR ISI</u></b> .....	<b>ix</b>
<b><u>DAFTAR GAMBAR</u></b> .....	<b>xii</b>
<b><u>DAFTAR TABEL</u></b> .....	<b>xiii</b>
<b><u>BAB I PENDAHULUAN</u></b> .....	<b>1</b>
1.1 <u>Latar Belakang</u> .....	1
1.2 <u>Perumusan Masalah</u> .....	3
1.3 <u>Tujuan Penelitian</u> .....	3
1.4 <u>Batasan Masalah</u> .....	4
1.5 <u>Manfaat Penelitian</u> .....	4
1.6 <u>Sistematika Penulisan</u> .....	5
<b><u>BAB II LANDASAN TEORI</u></b> .....	<b>7</b>
2.1 <u>Sistem Perawatan dalam Manufaktur</u> .....	7
2.1.1 <u>Definisi <i>Maintenance</i> (Perawatan dan Pemeliharaan)</u> .....	7
2.1.2 <u>Tujuan <i>Maintenance</i> (Perawatan dan Pemeliharaan)</u> .....	9
2.2 <u>Jenis-Jenis <i>Maintenance</i> (Perawatan dan Pemeliharaan)</u> .....	9
2.3 <u>Teknik Perawatan Mesin</u> .....	11
2.4 <u>Tugas dan Aktivitas Perawatan</u> .....	12
2.5 <u><i>Total Productive Maintenance (TPM)</i></u> .....	13
2.5.1 <u>Pendahuluan <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i></u> .....	13
2.5.2 <u>Pengertian <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i></u> .....	14
2.5.3 <u>Delapan Pilar <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i></u> .....	17
2.5.4 <u>Manfaat <i>Total Productive Maintenance (TPM)</i></u> .....	21
2.6 <u><i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i></u> .....	22
2.7 <u><i>Analisis Produktivitas pada Six Big Losses</i></u> .....	29

2.8	<a href="#">Diagram Pareto</a>	31
2.9	<a href="#">Diagram Sebab-Akibat (<i>Cause and Effect Diagram</i>)</a>	34
<b><u>BAB III METODE PENELITIAN</u></b>		<b>36</b>
3.1	<a href="#">Studi Lapangan</a>	37
3.2	<a href="#">Studi Pustaka</a>	38
3.3	<a href="#">Identifikasi Masalah</a>	38
3.4	<a href="#">Perumusan dan Pemecahan Masalah</a>	38
3.5	<a href="#">Tujuan Penelitian</a>	39
3.6	<a href="#">Pengumpulan Data</a>	39
3.7	<a href="#">Pengolahan Data</a>	40
3.8	<a href="#">Analisis dan Pembahasan</a>	41
3.9	<a href="#">Kesimpulan dan Saran</a>	42
<b><u>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</u></b>		<b>43</b>
4.1	<a href="#">Pengumpulan Data</a>	43
4.1.1	Tinjauan Umum PT TMMIN	43
4.1.2	Prestasi yang Dicapai oleh PT TMMIN	46
4.1.3	Lokasi PT TMMIN	46
4.1.4	Visi dan Misi PT TMMIN	47
4.1.5	Struktur Organisasi PT TMMIN	48
4.1.6	Jam Kerja yang Ditetapkan oleh PT TMMIN	54
4.1.7	Produk yang Dihasilkan Oleh PT TMMIN	55
4.1.8	Deskripsi produk <i>Engine</i>	56
4.1.9	Deskripsi Lini Cam Shaft	57
4.1.10	Data Produksi dan Data <i>Defect</i> Kebutuhan Lini Cam Shaft	57
4.1.11	Penggunaan Mesin dan <i>Linestop Machine</i> di Lini Cam Shaft	60
4.2	<a href="#">Pengolahan Data</a>	62
4.2.1	Pengukuran Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	62
4.2.2	Perbandingan Nilai OEE	68
4.2.3	Perbaikan di Mesin IMIH-003	69
4.2.4	Pengukuran Nilai OEE Setelah Perbaikan	75
4.2.5	Perbandingan Nilai OEE Setelah Perbaikan	84

<b><u>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</u></b> .....	<b>86</b>
5.1 <u>Analisis Perhitungan Nilai OEE</u> .....	86
5.2 <u>Analisis Nilai <i>Six Big Losses</i></u> .....	88
<b><u>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</u></b> .....	<b>91</b>
6.1 <u>Kesimpulan</u> .....	91
6.2 <u>Saran</u> .....	92
<b><u>DAFTAR PUSTAKA</u></b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <a href="#">Delapan Pilar Pendekatan Implementasi TPM</a> .....	17
Gambar 2.2 <a href="#">Hubungan antara <i>Input</i> dan <i>Output</i> dalam Aktivitas Produksi</a> .....	22
Gambar 2.3 <a href="#">Overall Equipment Effectiveness and Goals</a> .....	23
Gambar 2.4 <a href="#">Contoh Diagram Pareto Critical Downtime</a> .....	33
Gambar 2.5 <a href="#">Contoh Fishbone Diagram</a> .....	35
Gambar 3.1 <a href="#">Kerangka Pemecahan Masalah</a> .....	36
Gambar 4.1 <a href="#">Logo PT TMMIN</a> .....	44
Gambar 4.2 <a href="#">PT TMMIN Plant Sunter 1</a> .....	47
Gambar 4.3 <a href="#">Struktur Organisasi PT TMMIN Sunter 1</a> .....	49
Gambar 4.4 <a href="#">Struktur Organisasi Cam Shaft Line</a> .....	54
Gambar 4.5 <a href="#">Hasil Produksi PT TMMIN</a> .....	55
Gambar 4.6 <a href="#">Produk Engine 1TR dan 2TR</a> .....	56
Gambar 4.7 <a href="#">Contoh Blank Material dan Finish Good Cam Shaft</a> .....	57
Gambar 4.8 <a href="#">Diagram Pareto Linstop Machine IMIH-003</a> .....	70
Gambar 4.9 <a href="#">Kondisi Work Kotor</a> .....	72
Gambar 4.10 <a href="#">Proses Perputaran Work Oleng</a> .....	72
Gambar 4.11 <a href="#">Coil pada Mesin IMIH-003 Kotor</a> .....	72
Gambar 4.12 <a href="#">Fishbone Diagram No.2 Fault</a> .....	73
Gambar 4.13 <a href="#">Sebelum dan Setelah di Pasang Pancaran Coolant</a> .....	75
Gambar 4.14 <a href="#">Sebelum dan Setelah Penggantian Coil</a> .....	75

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Langkah Pengembangan <i>Autonomous Maintenance</i> .....	19
Tabel 2.2 Enam Belas Kerugian Utama Mempengaruhi Kinerja .....	23
Tabel 2.3 Pengurutan Data Frekuensi kerusakan .....	33
Tabel 4.1 Waktu Kerja PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia.....	54
Tabel 4.2 Data Produksi Harian Periode Januari 2016 .....	57
Tabel 4.3 Data <i>Defect In Process</i> Periode Januari 2016.....	58
Tabel 4.4 Data <i>Defect Casting, Next Process</i> dan <i>In Process</i> Januari 2016 .....	59
Tabel 4.5 Penjelasan Proses Permesinan Lini Cam Shaft.....	60
Tabel 4.6 Data <i>Linstop Machine</i> Periode Januari 2016.....	61
Tabel 4.7 Perhitungan Nilai <i>Availability Ratio</i> Januari 2016.....	63
Tabel 4.8 Perhitungan Nilai <i>Performance Efficiency</i> Januari 2016.....	65
Tabel 4.9 Pengukuran Nilai <i>Rate of Quality Product</i> Januari 2016 .....	67
Tabel 4.10 Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	68
Tabel 4.11 Perbandingan Nilai OEE Mesin IMIH-003 Januari 2016.....	69
Tabel 4.12 Data Permasalahan di Mesin IMIH-003 Januari 2016 .....	70
Tabel 4.13 <i>Checking Sheet Coil Touch no.2 Fault</i> di Mesin IMIH-003.....	70
Tabel 4.14 Rencana Perbaikan <i>Coil Touch no.2 fault</i> di Mesin IMIH-003 .....	73
Tabel 4.15 Detail Perbaikan <i>Coil Touch no.2 Fault</i> di Mesin IMIH-003.....	74
Tabel 4.16 Data Produksi harian Periode April 2016 .....	76
Tabel 4.17 Data <i>Defect Casting, Next Process</i> dan <i>In Process</i> April 2016 .....	77
Tabel 4.18 Data <i>Linstop Machine</i> Periode April 2016.....	77
Tabel 4.19 Perhitungan Nilai <i>Availability Ratio</i> Periode April 2016.....	79
Tabel 4.20 Perhitungan Nilai <i>Performance efficiendy</i> April 2016.....	81
Tabel 4.21 Perhitungan Nilai <i>Rate of Quality Product</i> April 2016.....	82
Tabel 4.22 Perhitungan Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> April 2016.....	83
Tabel 4.23 Perbandingan Nilai OEE Mesin IMIH-003 April 2016.....	84
Tabel 5.1 Ringkasan Perhitungan Nilai <i>Six Big Losses</i> April 2016.....	89

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN) merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang industri otomotif. Di Indonesia, PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia mempunyai tiga pabrik (*plant*) yang tersebar, yaitu PT TMMIN-Sunter 1, PT TMMIN-Sunter 2, dan PT TMMIN-Karawang. Di PT TMMIN-Sunter 1 sendiri terdapat empat divisi, salah satu divisinya adalah *Engine Production Division* atau *Engine Division*. Hasil produknya berupa *Engine* mobil. *Engine* merupakan bagian dari mesin. Jenis *Engine* yang diproduksi oleh PT TMMIN-Sunter 1 berupa 1 TR Reguler, TR Kai untuk mobil Toyota Kijang Innova dan 2 TR Reguler, TR Kai untuk mobil Toyota Fortuner.

Unit *engine* terdiri dari empat komponen inti, yaitu *Cylinder Block*, *Cylinder Head*, *Crank Shaft*, dan *Cam Shaft*. Komponen inti tersebut dalam melakukan proses produksinya hampir semuanya menggunakan mesin dan peralatan. Selama produksi berlangsung pernah mengalami permasalahan *Linestop Machine*. Rata-rata *Linestop machine* yang terjadi pada periode Januari 2016 untuk setiap lini yaitu selama 21,07 menit pada *Crank Shaft Line*, 24,91 menit pada *Cylinder Block Line*, 23,98 menit pada *Cylinder Head Line* dan pada *Cam Shaft Machining* atau *Cam Shaft Line* rata-rata *Linestop machine* selama 25,31 menit, sedangkan target yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu dengan rata-rata *linestop machine* selama 25,10 menit. Dari keempat lini tersebut hanya *Cam Shaft Line* yang tidak sesuai dengan target perusahaan, sehingga fokus penelitian dilakukan di *Cam Shaft Line*. Terjadinya *linestop machine* atau terhentinya suatu proses pada *Cam Shaft Line* disebabkan adanya masalah dalam mesin atau peralatan produksi seperti kerusakan mesin yang tidak terdeteksi selama proses produksi berlangsung, mesin berhenti secara tiba-tiba, menurunnya kecepatan produksi mesin, sehingga mesin menghasilkan produk yang cacat.

Menurut Lazim dan Ramayah (2010) untuk beroperasi secara efisien dan efektif, perusahaan manufaktur perlu memastikan bahwa tidak terdapat gangguan produksi yang disebabkan oleh kerusakan, pemberhentian, dan kegagalan mesin. Salah satu upaya yang dapat dilakukan perusahaan manufaktur untuk menjaga kestabilan produksi adalah

dengan melakukan pemeliharaan mesin atau peralatan. Sharma, dkk (Hapsari, dkk., 2011) mendefinisikan pemeliharaan sebagai aktivitas yang diperlukan untuk menjaga fasilitas pada kondisi yang diinginkan sehingga memenuhi kapasitas produksinya. Menurut Handoko (2012) perbaikan mesin setelah rusak sering bukan merupakan kebijaksanaan pemeliharaan yang paling baik, karena pemeliharaan yang baik adalah mencegah kerusakan. Biaya pemeliharaan terbesar biasanya bukan biaya perbaikan, bahkan jika hal tersebut dilakukan dengan kerja lembur. Pada saat Lini berhenti untuk perbaikan, para operator dan mesin lainnya menganggur, produksi hilang dan pesanan-pesanan tertunda.

Filosofi pemeliharaan semakin berkembang dan mulai diterapkan dalam perusahaan manufaktur yaitu *Total productive maintenance* (TPM), TPM merupakan pengembangan ide dari *Productive Maintenance* yang merupakan metode pemeliharaan mesin dan peralatan. TPM berkembang dari sistem *maintenance* tradisional yang melibatkan semua departemen dan semua orang untuk ikut berpartisipasi dan mengemban tanggung jawab dalam pemeliharaan mesin dan peralatan. TPM bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan secara menyeluruh (Nakajima, 1988).

Efektivitas merupakan ukuran perbandingan jumlah produk yang diproduksi sepanjang waktu pada periode tertentu. efektivitas mesin dapat menunjukkan produktivitas dari suatu mesin. Peningkatan efektif dan kualitas dari peralatan untuk mencegah terjadinya kerusakan sangat penting. Oleh karena itu dibutuhkan adanya analisis efektivitas untuk mengukur efektif atau tidaknya suatu mesin. Ada beberapa pengukuran di dalam TPM berdasarkan jenis permasalahan yang terjadi. Salah satunya permasalahannya yaitu terjadinya *linestop machine*. Permasalahan tersebut dapat diukur dengan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) atau *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) (Jiwantoro, dkk 2013).

RCM dapat digunakan untuk membantu memprioritaskan tugas pemeliharaan mesin dan peralatan, namun dalam melaksanakannya ditujukan hanya kepada operator yang telah mengenal betul mengenai mesin dan peralatan yang bersangkutan. Berbeda dengan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang bertujuan untuk menentukan nilai efektivitas suatu mesin. OEE juga sebagai alat ukur dalam penerapan TPM yang

digunakan untuk mengidentifikasi akar permasalahan dari suatu kinerja mesin dan peralatan.

Bentuk pemeliharaan mesin dan peralatan yang diterapkan di *Cam Shaft Line* PT TMMIN-Sunter 1 juga menggunakan TPM. Penerapan pemeliharaan dengan TPM diukur dengan menggunakan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Pengukurannya berdasarkan tiga kategori *six big losses* yaitu *availability rate*, *performance rate*, dan *quality rate*. Ketiga kategori tersebut digunakan untuk mengetahui faktor mana yang mempengaruhi terjadinya penurunan efektivitas mesin dan peralatan. Nilai OEE yang dihasilkan digunakan untuk menganalisis kemampuan kinerja mesin. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan efektivitas pada mesin IMIH-003 *Cam Shaft Line*.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan sebelumnya, maka beberapa hal menjadi pokok permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah:

- 1) Faktor apa yang menyebabkan terjadinya *Downtime Losses* pada proses mesin IMIH-003 komponen *cam shaft* di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia?
- 2) Bagaimana menentukan nilai efektivitas di mesin IMIH-003 *Cam Shaft Line* dengan menggunakan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)?
- 3) Apa saja perbaikan yang diusulkan setelah dilakukannya perhitungan OEE?
- 4) Bagaimana perubahan yang terjadi setelah dilakukannya perbaikan pada mesin IMIH-003?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Ada beberapa tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini, yaitu:

- 1) Mendapatkan faktor yang menyebabkan terjadinya *Downtime Losses* pada proses mesin IMIH-003 komponen *cam shaft* di *Cam Shaft Line*.
- 2) Mendapatkan hasil perhitungan *availability*, *performance efficiency*, *rate of quality product* dengan menggunakan perhitungan OEE.
- 3) Memberikan perbaikan yang tepat sesuai dengan hasil perhitungan OEE.
- 4) Mengetahui perbandingan perubahan nilai OEE pada sebelum dan setelah dilakukannya perbaikan pada mesin IMIH-003.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini diperlukan untuk menghindari terjadinya penyimpangan dan meluasnya pembahasan materi terkait dengan pokok permasalahan yang diteliti. Pembatasan masalahnya sebagai berikut:

- 1) Tempat Penelitian dilakukan di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (TMMIN)-Sunter 1, Jakarta.
- 2) Penelitian dilakukan pada proses mesin IMIH-003 *Cam Shaft Line*.
- 3) Data yang diambil adalah data produksi, data *defect in process*, data *linestop machine*, pada bulan Januari 2016.
- 4) Alat yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah utamanya dengan menggunakan diagram Pareto, untuk mengetahui efektivitas mesin yang terjadi menggunakan perhitungan OEE, dan membuat *Fishbone Diagram* untuk mengetahui penyebab terjadinya *Downtime Machine*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penulisan Tugas Akhir ini berharap dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak, antara lain:

- 1) Bagi Perusahaan (PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia)  
Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengelolaan kebijakan perusahaan, dalam menentukan strategi, dan manajemen pemeliharaan pada masa yang akan datang dalam upaya peningkatan produktivitas di perusahaan.
- 2) Bagi Penulis  
Hasil ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai pentingnya pelaksanaan pemeliharaan dalam perusahaan dan dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan data, mengolah data, dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang diperoleh selama masa perkuliahan di Politeknik STMI, Jakarta.
- 3) Bagi Pembaca  
Penelitian ini dapat dijadikan sebagai sumber tambahan pengetahuan, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya. Khususnya mengenai penerapan pemeliharaan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pengkajian, penulisan, pembahasan, dan penyusunan laporan tugas akhir ini, maka dibuat sistematika penulisan sebagai berikut:

### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah terjadinya *linestop machine*, perumusan masalah yang berkaitan dengan pokok permasalahan berdasarkan latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini merupakan bagian yang berisi dasar-dasar teori atau konsep yang digunakan sebagai dasar pemikiran ilmiah untuk membahas dan menganalisis permasalahan yang ada yaitu mengenai pengertian pemeliharaan, bentuk-bentuk pemeliharaan, elemen dasar mengenai TPM, *Six Big Losses*, perhitungan OEE, dan Diagram Pareto, serta Diagram Sebab Akibat.

### BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini menggambarkan langkah-langkah yang dilakukan dalam memecahkan masalah yang ada. Metode Penelitian yang digunakan seperti studi kepustakaan, studi lapangan, dan metode pengumpulan data.

### BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan data umum PT TMMIN, data produksi *cam shaft*, data proses permesinan komponen *cam shaft* pada mesin IMIH-003, *Linestop machine data*, dan data cacat selama proses yang terjadi di *Cam Shaft Line*. Identifikasi berdasarkan observasi di lapangan dengan menggunakan perhitungan nilai OEE untuk mengetahui efektivitas mesin IMIH-003 dan mencari akar permasalahan pada data prioritas dengan Diagram Pareto dan Diagram Sebab Akibat. Hasil perhitungan berdasarkan pengumpulan data sebelumnya kemudian dilakukan pengolahan data.

### BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan analisis nilai OEE dan perbaikan yang diperlukan setelah dilakukannya analisis sebab akibat serta pembahasan terhadap hasil evaluasi setelah perbaikan dengan nilai OEE yang diperoleh dan dengan analisis *six big losses* untuk mengetahui permasalahan dari tiap kerugian utama tersebut.

## BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang dilakukan terkait perhitungan nilai OEE dan saran perbaikan yang diperlukan baik oleh PT TMMIN maupun saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Sistem Perawatan dalam Manufaktur**

Kompetisi persaingan produk yang makin tidak terkendali, kelancaran proses produksi menjadi salah satu faktor kritis yang perlu diberikan prioritas perhatian dengan menjaga agar kondisi fasilitas produksi atau mesin yang digunakan dapat beroperasi dengan baik. Pada saat mesin atau komponen mengalami kerusakan/kegagalan secara otomatis akan mengakibatkan terganggunya proses produksi dan bahkan proses produksinya terhenti sehingga sangat dimungkinkan target produksi yang ditetapkan tidak dapat tercapai dan pada akhirnya akan dapat merugikan perusahaan. Konsekuensi ketidakmampuan perusahaan untuk memberikan kepuasan kepada konsumen berupa produk yang sesuai spesifikasi dan ketepatan pengiriman barang kepada konsumen akan berakibat pada beralihnya pelanggan tetap dan tidak bertambahnya pelanggan baru (Ansori dan Mustajib, 2013).

Dalam usaha untuk dapat menggunakan terus fasilitas/peralatan agar kontinuitas produksi dapat terjamin, maka dibutuhkan kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang meliputi kegiatan pengecekan, meminyaki (*Lubrication*) dan perbaikan/reparasi atas kerusakan-kerusakan yang ada serta penyesuaian/penggantian *spare part* atau komponen yang terdapat pada fasilitas tersebut. Semua kegiatan ini sebenarnya merupakan tugas dari peranan bagian. Peranan bagian tidak hanya untuk menjaga agar pabrik tetap bekerja dan produk dapat diproduksi dan diserahkan kepada pelanggan tepat pada waktunya, akan tetapi untuk menjaga agar pabrik dapat bekerja secara efisien dengan menekan/mengurangi kemacetan-kemacetan menjadi sekecil mungkin (Assauri, 2008).

##### **2.1.1 Definisi *Maintenance* (Perawatan atau Pemeliharaan)**

Assauri (2008) mengatakan bahwa *maintenance* dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas/peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian/penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Heizer dan Render (2011) menjelaskan bahwa pemeliharaan (*maintenance*) mencakup semua aktivitas yang

berkaitan dengan menjaga semua peralatan sistem agar tetap dapat bekerja. Perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) adalah konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas/mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. Perawatan juga merupakan kegiatan pendukung yang menjamin kelangsungan mesin dan peralatan sehingga pada saat dibutuhkan dapat dipakai sesuai dengan yang diharapkan (Ansori dan Mustajib, 2013).

Daryus mengutarakan bahwa pemeliharaan atau perawatan dalam suatu industri merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung proses produksi. Oleh karena itu, proses produksi harus didukung oleh peralatan yang siap bekerja setiap saat dan handal. Peralatan-peralatan penunjang proses produksi harus mendapatkan perawatan yang teratur dan terencana untuk mencapai proses produksi yang diinginkan tersebut. Al-Turki menyatakan bahwa pemeliharaan merupakan seluruh aktivitas yang berhubungan untuk memelihara tingkat *availability* dan *reliability* sistem serta memelihara kemampuan komponen untuk bekerja sesuai standar kualitas yang ditentukan. Simoes, dkk juga menyatakan bahwa pemeliharaan adalah fungsi logistik perusahaan, dimana biasanya diintegrasikan ke dalam proses produksi. Tujuan dilakukannya pemeliharaan menurut Corder antara lain (Hapsari, dkk., 2011):

- 1) Memperpanjang kegunaan asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).
- 2) Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa untuk mendapatkan laba investasi semaksimal mungkin.
- 3) Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
- 4) Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

### **2.1.2 Tujuan *Maintenance* (Perawatan atau Pemeliharaan)**

Ansori dan Mustajib (2013) menjelaskan bahwa proses perawatan secara umum bertujuan untuk memfokuskan langkah pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan. Tujuan utama dilakukannya sistem manajemen perawatan lain menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) dan *Consultant TPM India*, secara detail sebagai berikut:

- 1) Memperpanjang umur pakai fasilitas produksi.

- 2) Menjamin tingkat ketersediaan optimum dari fasilitas produksi.
- 3) Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan untuk pemakaian darurat.
- 4) Menjamin keselamatan operator dan pemakai fasilitas.
- 5) Mendukung kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsinya.
- 6) Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
- 7) Mencapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin (*lowest maintenance cost*) dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien.
- 8) Mengadakan kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dalam perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu keuntungan yang sebesar-besarnya dan total biaya yang rendah.

## 2.2 Jenis-Jenis *Maintenance* (Perawatan atau Pemeliharaan)

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas dua macam yaitu: *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance* (Ansori dan Mustajib, 2013).

### 1) *Preventive Maintenance*

*Preventive Maintenance* merupakan perawatan yang dilakukan secara terencana untuk mencegah terjadinya potensi kerusakan. Dalam praktiknya *Preventive Maintenance* yang dilakukan oleh perusahaan dibedakan atas:

- a. *Routine Maintenance* yaitu kegiatan pemeliharaan terhadap kondisi dasar mesin dan mengganti suku cadang yang aus atau rusak yang dilakukan secara rutin, misalnya setiap hari seperti pembersihan peralatan, pelumasan atau pengecekan oli, pengecekan bahan bakar, pemanasan mesin-mesin sebelum dipakai berproduksi.
- b. *Periodic Maintenance* yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara periode atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya satu minggu sekali, dengan

cara melakukan inspeksi secara berkala dan berusaha memulihkan bagian mesin yang cacat atau tidak sempurna. Contohnya penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan, pembongkaran mesin untuk penggantian *bearing*.

- c. *Running Maintenance* yaitu pekerjaan perawatan yang dilakukan pada saat fasilitas produksi dalam keadaan bekerja. Perawatan ini termasuk cara perawatan yang direncanakan untuk diterapkan pada peralatan atau permesinan dalam keadaan operasi. Biasanya diterapkan pada mesin-mesin yang harus terus-menerus beroperasi dalam melayani proses produksi. Kegiatan perawatan dilakukan dengan jalan mengawasi secara aktif (*monitoring*). Diharapkan hasil perbaikan yang telah dilakukan secara tepat dan terencana ini dapat menjamin kondisi operasional tanpa adanya gangguan yang mengakibatkan kerusakan.
- d. *Shutdown Maintenance* yaitu kegiatan perawatan yang hanya dapat dilaksanakan pada waktu fasilitas produksi sengaja dimatikan atau dihentikan.

## 2) *Corrective Maintenance*

*Corrective Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan pada peralatan sehingga peralatan tidak dapat berfungsi dengan baik. *Breakdown Maintenance* merupakan kegiatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan dan untuk memperbaikinya tentunya harus menyiapkan suku cadang dan perlengkapan lainnya untuk pelaksanaan kegiatan tersebut.

## 2.3 Teknik Perawatan Mesin

Pendapat Jamasri (2005), menjelaskan bahwa terdapat beberapa teknik pemeliharaan yang telah banyak digunakan diberbagai industri termasuk industri proses, antara lain:

### 1) Pemeliharaan reaktif (*breakdown* atau *reactive maintenance*)

Teknik pemeliharaan ini berorientasi pada perbaikan kerusakan yang telah terjadi dan paling banyak dipergunakan karena cukup sederhana, fleksibel, dan murah terutama untuk mesin-mesin dan peralatan non-kritis bagi produksi.

### 2) Pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*)

Teknik pemeliharaan ini bertujuan untuk memperbaiki performansi dan kondisi awal dari pabrik pembuatnya. Hal ini dilakukan dengan melakukan modifikasi pada desain awal peralatan.

3) Pemeliharaan preventif (*preventive maintenance*)

Teknik pemeliharaan ini bertujuan untuk memperkecil variasi kerusakan mesin per satuan waktu tertentu, menghindarkan kerusakan yang mendadak, dan memaksimalkan umur peralatan. Tujuan ini dicapai dengan melakukan pemeriksaan terjadwal untuk menjaga kondisi dan lingkungan operasi peralatan pada titik optimal.

4) Pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*)

Teknik pemeliharaan ini bertujuan untuk meramalkan kapan suatu peralatan akan rusak sehingga persiapan yang memadai dalam menghadapi hal tersebut dapat dilakukan sedini mungkin tanpa harus mengganggu proses produksi. Teknik ini menuntut peralatan diagnosis yang canggih dan mahal serta pengetahuan personil yang memadai akan berbagai gejala pra-kerusakan yang muncul. Sebagai contoh perubahan getaran atau vibrasi, suara abnormal, temperatur, dan tekanan pada suatu peralatan.

5) RCM (*reliability centered maintenance*)

RCM adalah suatu pendekatan analisis yang dapat membantu untuk memprioritaskan tugas-tugas pemeliharaan atas peralatan yang ada. Dengan memanfaatkan RCM bagian pemeliharaan dapat lebih fokus dan terarah dalam melaksanakan aktifitasnya. RCM memanfaatkan data-data masa lalu peralatan dan pengamatan operator yang telah betul mengenal peralatannya.

## 2.4 Tugas dan Aktivitas Perawatan

Tugas dan aktivitas perawatan menurut Ansori dan Mustajib (2013), dalam perusahaan meliputi kegiatan sebagai berikut:

- 1) Kegiatan Inspeksi, kegiatan ini meliputi kegiatan pengecekan dan pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) pada fasilitas produksi sesuai dengan rencana, serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan dari hasil pengecekan atau pemeriksaan tersebut.

- 2) Kegiatan Teknik, kegiatan ini meliputi kegiatan percobaan peralatan yang baru dibeli dan kegiatan pengembangan peralatan/komponen peralatan dalam perbaikan mesin rusak, tidak diperoleh komponen yang sama dengan yang dibutuhkan. Perlu diadakan perubahan/perbaikan tertentu terhadap komponen dan mesin-mesin yang bersangkutan agar mesin tersebut dapat bekerja kembali.
- 3) Kegiatan Produksi, kegiatan ini merupakan kegiatan perawatan secara fisik melaksanakan pekerjaan yang disarankan/diusulkan dalam kegiatan inspeksi. Kegiatan dilaksanakan agar pengolahan produk dapat berjalan lancar sesuai dengan yang telah ditetapkan.
- 4) Kegiatan Administrasi, kegiatan ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan mengenai biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan perawatan. Biaya ini berhubungan dengan komponen/*spare part* yang dibutuhkan dan *progress report* tentang apa yang telah direncanakan, waktu pelaksanaan inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, dan komponen/*spare part* yang tersedia di gudang.

## **2.5 Total Productive Maintenance (TPM)**

### **2.5.1 Pendahuluan Total Productive Maintenance (TPM)**

*Preventive Maintenance* dikenalkan pada tahun 1950, yang kemudian berkembang menjadi lebih mapan yaitu *productive maintenance* pada tahun 1960. *Total Productive Maintenance* (TPM) berkembang mulai tahun 1970 pada perusahaan di Negara Jepang yang merupakan pengembang konsep *maintenance* yang diterapkan pada perusahaan industri manufaktur Amerika Serikat yang disebut *Preventive Maintenance* (PM). Perkembangan *Preventive Maintenance* di Jepang dapat dibagi menjadi 4 tingkat perkembangan yaitu:

- 1) Tingkat 1 : *Breakdown Maintenance*
- 2) Tingkat 2 : *Preventive Maintenance*
- 3) Tingkat 3 : *Productive Maintenance*
- 4) Tingkat 4 : *Total Productive Maintenance*

*Total Productive Maintenance* merupakan suatu konsep baru tentang kegiatan pemeliharaan yang berasal dari Amerika yang dipopulerkan di Jepang dan berkembang menjadi suatu sistem baru khas Jepang yang dikenal sebagai sistem *total productive*

*maintenance* yang dikenal sekarang ini. *Total Productive Maintenance* berkembang dari filosofi yang dibawa oleh Dr. W. Edward Deming yang mempopulerkannya di Jepang setelah perang dunia ke-2 dengan pendekatan pemanfaatan data untuk melakukan kontrol kualitas dalam produksi, dan lambat laun pendekatan pemanfaatan data juga dilakukan untuk melakukan kegiatan pemeliharaan dalam berproduksi.

Perusahaan yang pertama kali mengimplementasi penggunaan *Total Productive Maintenance* adalah Nippondenso corp, yang dipelopori oleh Seiichi Nakajima. Tidak lama kemudian, Nippondenso meraih pengakuan dan penghargaan atas kesuksesan mengimplementasikan *Total Productive Maintenance* dari *Japanese Institute of Plant Engineering* (JIPE). Seiichi Nakajima yang kemudian mempopulerkan dan mengkampanyekan *Total Productive Maintenance* dengan menulis beberapa buku dan artikel pada akhir tahun 1880 hingga berkembang di awal 1890.

Periode perkembangan PM di Jepang pada tahun 1950 juga dikategorikan sebagai periode *Breakdown Maintenance*. Kondisi mesin atau peralatan yang dipertahankan untuk mendukung pelaksanaan proses produksi merupakan komponen yang penting dalam pelaksanaan pemeliharaan unit produksi. Tujuan pemeliharaan produktif (*Productive Maintenance*) adalah untuk mencapai apa yang disebut dengan *Profitable PM* (Nakajima, 1988).

Heizer dan Render (2011), mengatakan bahwa banyak perusahaan yang telah beralih ke konsep-konsep manajemen kualitas total dalam implementasi pemeliharaan preventif dengan sebuah pendekatan yang dikenal sebagai Pemeliharaan Produktif Total (*Total Productive Maintenance-TPM*). Hal ini melibatkan konsep pengurangan variabilitas melalui keterlibatan karyawan dan pemeliharaan catatan yang sempurna. Pemeliharaan produktif total meliputi hal-hal sebagai berikut:

- Perancangan mesin yang handal, mudah dioperasikan, dan mudah pemeliharaannya.
- Penekanan pada biaya kepemilikan total saat membeli mesin, hingga biaya pelayanan dan pemeliharaan sudah termasuk dalam biaya pembelian tersebut.
- Pembuatan rencana pemeliharaan preventif yang memanfaatkan praktik terbaik dari para operator, departemen pemeliharaan, dan depot layanan.

- Pelatihan pekerja untuk mengoperasikan dan memelihara mesin mereka sendiri.

### 2.5.2 Pengertian *Total Productive Maintenance* (TPM)

*Total Productive Maintenance* (TPM) adalah hubungan kerjasama yang erat antara perawatan dan organisasi produksi secara menyeluruh yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk, mengurangi *waste*, mengurangi biaya produksi, meningkatkan kemampuan peralatan, dan pengembangan dari keseluruhan sistem perawatan pada perusahaan manufaktur.

Nakajima (Hapsari, dkk., 2011) mengutarakan bahwa *Total Productive maintenance* merupakan filosofi yang bertujuan memaksimalkan efektivitas dari fasilitas yang digunakan di dalam industri, tidak hanya dialamatkan pada perawatan saja tapi pada semua aspek dari operasi dan instalasi dari fasilitas produksi termasuk juga di dalamnya peningkatan kinerja dari orang-orang yang bekerja dalam perusahaan itu. Komponen TPM secara umum terdiri atas 3 bagian, yaitu:

- 1) *Total Approach*: semua orang ikut terlibat, bertanggung jawab dan menjaga semua fasilitas yang ada dalam pelaksanaan TPM.
- 2) *Productive Action*: sikap proaktif dari seluruh karyawan terhadap kondisi dan operasi dari fasilitas produksi.
- 3) *Maintenance*: pelaksanaan perawatan dan peningkatan efektivitas dari fasilitas dan kesatuan operasi produksi.

*Total productive maintenance* memiliki visi sebagai sistem perawatan yang melihat peralatan dapat beroperasi 100% dalam waktu yang tersedia dengan produk 100% bagus. Visi dapat diperoleh apabila perusahaan dapat melakukan implementasi *total productive maintenance* yang benar, adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

- 1) Tahap Persiapan
- 2) Tahap Implementasi awal
- 3) Tahap implementasi TPM
- 4) Tahap Stabilisasi. Tahap ini merupakan tahap akhir dari implementasi TPM.

Nakajima (Jiwantoro, dkk., 2013) menguraikan bahwa TPM (*Total Productive Maintenance*) adalah suatu program untuk pengembangan fundamental dari fungsi pemeliharaan dalam suatu organisasi, yang melibatkan seluruh sumber daya manusianya. Jika diimplementasikan secara penuh, maka TPM secara dramatis

meningkatkan produktivitas dan kualitas, serta menurunkan biaya. TPM merupakan pemeliharaan produktif yang dilaksanakan oleh seluruh karyawan melalui aktivitas kelompok kecil yang terencana. Di dalam TPM, operator mesin bertanggungjawab untuk pemeliharaan mesin, disamping operasinya. Implementasi TPM dapat mewujudkan penghematan biaya yang cukup besar melalui peningkatan produktivitas mesin. Semakin besar derajat otomatisasi pabrik, semakin besar pengurangan biaya yang diwujudkan oleh TPM.

*Total Productive Maintenance* (TPM) adalah konsep pemeliharaan yang melibatkan semua karyawan. Tujuannya untuk mencapai efektifitas pada keseluruhan sistem produksi melalui partisipasi dan kegiatan pemeliharaan produktif. Program TPM ditekankan keterlibatan semua orang, sementara fokus kegiatan pun dicurahkan bagi mereka.

Pada awal masa perkembangan TPM berfokus pada perawatan (pendukung proses produksi suatu perusahaan), sehingga JIPM memberikan definisi yang komplit ke dalam lima elemen (Nakajima, 1988):

- 1) TPM, berusaha memaksimasi efektifitas peralatan keseluruhan (*Overall Equipment Effectiveness*).
- 2) TPM merupakan sistem dari *Preventive Maintenance* (PM) dalam rentang waktu umur suatu perusahaan.
- 3) TPM melibatkan seluruh departemen perusahaan (perancangan, pengoperasian dan penawaran).
- 4) TPM melibatkan seluruh personil, mulai dari manajemen puncak hingga pekerja di lantai produksi.
- 5) TPM sebagai landasan mempromosikan PM melalui manajemen motivasi, dalam bentuk kegiatan kelompok kecil mandiri.

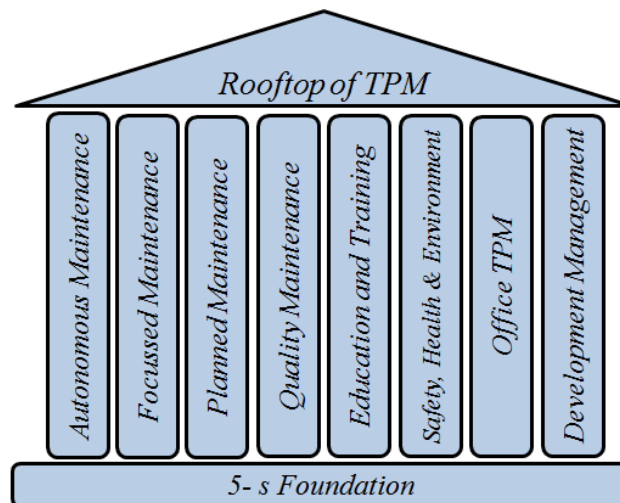
Kata “total” dalam *Total Productive Maintenance* mengandung tiga arti, yaitu :

- 1) *Total Effectiveness*, menunjukkan bahwa TPM bertujuan untuk efisiensi ekonomi atau mencapai keuntungan.
- 2) *Total Maintenance System*, meliputi *maintenance prevention*, *maintainability improvement*, dan *preventive maintenance*.

- a. *Maintenance prevention* adalah suatu rancangan metode perawatan yang mempunyai fungsi untuk menghindari perawatan atau membebaskan peralatan dari perawatan (*maintenance-free design*).
  - b. *Maintainability improvement* adalah memperbaiki atau memodifikasi suatu peralatan agar lebih terhindar dari *breakdown* dan mudah untuk dirawat.
  - c. *Preventive maintenance* (PM) adalah perawatan suatu peralatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya *breakdown*. PM dilakukan secara kontinyu dan periodik serta dengan perlakuan khusus sesuai dengan spesifikasi yang ada pada peralatan tersebut. *Predictive maintenance*, merupakan bagian dari PM, yang meramalkan suatu kerusakan yang mungkin akan terjadi pada peralatan melalui pemeriksaan yang kontinyu dan periodik.
- 3) *Total Participation of All Employees*, meliputi *autonomous maintenance* operator melalui kegiatan suatu grup kecil (*small group activities*).

### 2.5.3 Delapan Pilar *Total Productive Maintenance* (TPM)

Konsep TPM dapat diilustrasikan sebagai dasar dari delapan pilar aktivitas TPM. Ke delapan pilar tersebut didasari oleh aktivitas 5-S sebagai pondasinya. Delapan pilar penerapan *Total Productive Maintenance* (TPM) dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Delapan Pilar Pendekatan implementasi TPM  
Sumber: Ansori dan Mustajib (2013)

Patterson (Jiwantoro, dkk, 2013), mengatakan bahwa sebelum penerapan TPM dilakukan dalam suatu perusahaan, perusahaan tersebut harus sudah memenuhi kondisi 5S sebagai dasar atau pondasi dari penerapan TPM. Kondisi 5S tersebut adalah:

- 1) *Seiri (sorting out)* artinya ringkas atau pemilahan, yaitu pemilahan barang menjadi tiga kategori (diperlukan, tidak diperlukan, ragu-ragu), tidak ada barang yang tidak diperlukan berada di area kerja, dan tidak ada barang yang berlebih jumlahnya.
- 2) *Seiton (arranging efficiently)* artinya rapi atau penataan, yaitu mengatur barang-barang yang diperlukan dengan susunan yang tepat sehingga mudah ditemukan pada saat diperlukan dan mudah dikembalikan. Setiap barang yang masih diperlukan dalam pekerjaan tersedia di tempatnya dan jelas status keberadaannya. Setiap barang dan tempat penyimpanannya memiliki tanda atau identitas yang distandarkan, serta setiap orang mematuhi aturan penyimpanan dan ada mekanisme pemastiannya.
- 3) *Seiso (checking through cleaning)* artinya resik atau pembersihan, yaitu membersihkan sambil memeriksa, menghilangkan sumber penyebab kotor, dan mengupayakan kondisi optimum.
- 4) *Seiketsu (neatness)* artinya rawat atau pemantapan, yaitu melaksanakan standarisasi di tempat kerja, mempertahankan kondisi optimum, dan mewujudkan tempat kerja yang bebas kesalahan.
- 5) *Shitsuke (discipline)* artinya rajin atau disiplin, yaitu terbiasa merawat ringkas, rapi, bersih, terbiasa melaksanakan standar kerja, mengembangkan kebiasaan positif seperti taat aturan, tepat janji dan tepat waktu serta tidak membuang sampah sembarangan.

Nakajima (Ansori dan Mustajib, 2013) mengenai delapan Pilar Penerapan TPM sebagai berikut:

- 1) *Autonomous Maintenance (Jishu Hozen)*

*Autonomous Maintenance* atau pemeliharaan otonomi merupakan kegiatan yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin, dan tempat kerja. Pemeliharaan otonomi dirancang untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut meliputi pembersihan, pelumasan, pengencangan mur/baut, pengecekan

harian, pendeteksian penyimpangan dan reparasi sederhana. Langkah pengembangan *Autonomous Maintenance* dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Langkah Pengembangan *Autonomous Maintenance*

No.	Langkah	Aktifitas
1.	pembersihan awal	membersihkan debu dan kotoran pada peralatan; pelumasan dan pengencangan; mengamati dan memperbaiki kerusakan.
	pengambilan tindakan pada sumber masalah	encegah penyebaran penyebab debu dan kotoran; memperbaiki atau memodifikasi bagian yang sulit dijangkau untuk dibersihkan dan dilumasi; mengurangi waktu pembersihan dan pelumasan.
	standarisasi pembersihan dan pelumasan	membuat standarisasi pengurangan waktu untuk kegiatan pembersihan, melumasi, dan pengencangan (menetapkan harian dan tugas berkala).
	inspeksi menyeluruh	memberikan instruksi untuk mengikuti inspeksi manual; seluruh anggota mengamati dan memperbaiki kerusakan kecil pada peralatan.
	inspeksi otonomi	penggunaan dan pengembangan <i>checksheet</i> inspeksi otonomi.
	peng-organisasian	menetapkan standar pengontrolan tempat kerja perorangan; membuat sistematis control pemeliharaan secara menyeluruh. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standar inspeksi untuk pembersihan dan pelumasan</li> <li>• Standar pembersihan dan pelumasan pada tempat kerja</li> <li>• Standar untuk pencatatan data</li> <li>• Standar untuk pemisahan dan pemeliharaan alat</li> </ul>
	pemeliharaan otonomi penuh	mengembangkan kebijakan dan tujuan perusahaan selanjutnya; meningkatkan tingkat keteraturan aktifitas mencatat hasil analisis dan mendesain alat ukur yang sesuai

Sumber: Ansori dan Mustajib (2013)

2) *Focussed Maintenance (Kobetsu Kaizen)*

*Focussed Maintenance/Kaizen* pada dasarnya adalah perbaikan kecil, tetapi dilaksanakan pada suatu basis berkesinambungan dan melibatkan semua orang di dalam organisasi dengan tujuan untuk kepuasan pelanggan.

3) *Planned Maintenance*

*Planned Maintenance* adalah pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran jauh ke depan, yang menyangkut juga masalah pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan yang diharapkan dapat menjamin ketelitian peralatan produksi, sehingga tujuan yang diinginkan dapat dicapai.

4) *Quality Maintenance*

Aktifitas *quality maintenance* ditujukan untuk merencanakan sistem pemeliharaan yang menyediakan produk berkualitas tinggi dan bebas dari cacat. Nilai-nilai yang didapatkan dari *quality maintenance* adalah dapat meramalkan berbagai kemungkinan cacat yang terjadi dan selanjutnya memperbaiki untuk mencegah kemungkinan tersebut. Target yang ingin dicapai dalam *quality maintenance* adalah mengurangi keluhan konsumen, mengurangi kerusakan proses, dan mengurangi biaya kualitas.

5) *Education and Training*

Komponen ini mendukung semua komponen TPM lain dengan memastikan bahwa pegawai memiliki pengetahuan dan keahlian yang dibutuhkan untuk menjalankan tugas terkait TPM. Komponen ini diarahkan juga untuk mempunyai karyawan dengan berbagai kemampuan dan memiliki moral yang tinggi, mempunyai semangat untuk datang bekerja dan melaksanakan semua fungsi yang diperlukan secara efektif.

6) *Safety, Health, and Environment*

*Safety, Health, and Environment* merupakan salah satu komponen dari TPM. Target yang ingin dicapai dalam elemen ini adalah *zero accident*, *zero health damage*, dan *zero fires*.

7) *Office TPM*

Komponen kantor TPM dilakukan setelah menjalankan empat komponen TPM yang lain, (*Autonomous Maintenance, Focussed Maintenance, Planned maintenance, Quality Maintenance*). Pada dasarnya kantor TPM dilakukan guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi di dalam kegiatan administratif yang berfungsi mengidentifikasi dan menghapuskan kerugian untuk mendukung kegiatan operasi manufaktur.

#### 8) *Development Maintenance*

Pilar TPM ini, menggunakan kumpulan pengalaman dari kegiatan perbaikan dan perawatan sebelumnya untuk memastikan mesin baru dapat mencapai kinerja yang optimal. Tujuannya agar semua pihak dalam perusahaan memiliki konsep dan persepsi yang sama dalam pengembangan pemeliharaan.

### **2.5.4 Manfaat *Total Productive Maintenance* (TPM)**

Nakajima (1988) menyatakan bahwa manfaat dari penerapan TPM secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan terdiri dari faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) Peningkatan produktivitas dengan menggunakan prinsip-prinsip TPM akan meminimalkan kerugian-kerugian pada perusahaan.
- 2) Meningkatkan kualitas dengan TPM, meminimalkan kerusakan pada mesin/peralatan dan waktu mesin tidak bekerja (*downtime*) mesin dengan metode yang terfokus.
- 3) Waktu *delivery* kekonsumen dapat ditepati, karena produksi tanpa gangguan akan lebih mudah untuk dilaksanakan.
- 4) Biaya produksi rendah karena kerugian dan pekerjaan yang tidak memberi nilai tambah dapat dikurangi.
- 5) Kesehatan dan keselamatan lingkungan kerja lebih baik.
- 6) Meningkatkan motivasi tenaga kerja, karena hak dan tanggung jawab didelegasikan pada setiap orang.

Sasaran atau target dari semua kegiatan *improvement* dalam suatu pabrik adalah untuk meningkatkan produktivitas dengan cara mengurangi *input* (masukan) dan menaikkan *output* (keluaran). *Output* disini bukan hanya berarti kenaikan produknya saja tetapi juga berarti makin baiknya kualitas dengan ongkos yang wajar, *delivery* (pengiriman) yang tepat waktu dan lain sebagainya. Demikian pula TPM sebagai sistem perawatan yang terpadu mempunyai sasaran yang sama yaitu meningkatkan

produktivitas. Hubungan antara *input* dan *output* dapat digambarkan dalam bentuk matriks pada Gambar 2.2. *Input* meliputi manusia (tenaga kerja), mesin (fasilitas) dan *material*, dimana semua itu dapat diterjemahkan sebagai uang. Sedangkan *output* terdiri atas produksi (P), kualitas (Q), pengiriman (D), keamanan, kesehatan dan lingkungan (S), dan moral (M). Faktor masukan ditentukan oleh bagaimana sistem mengalokasikan tenaga kerja, merekayasa dan merawat fasilitas, serta bagaimana penyimpanan (*inventory*) dikendalikan. Faktor keluaran dikendalikan melalui metode-metode pengelolaan seperti *Production Control* untuk produksi, *Quality Control* untuk kualitas dan seterusnya (Nakajima, 1988).

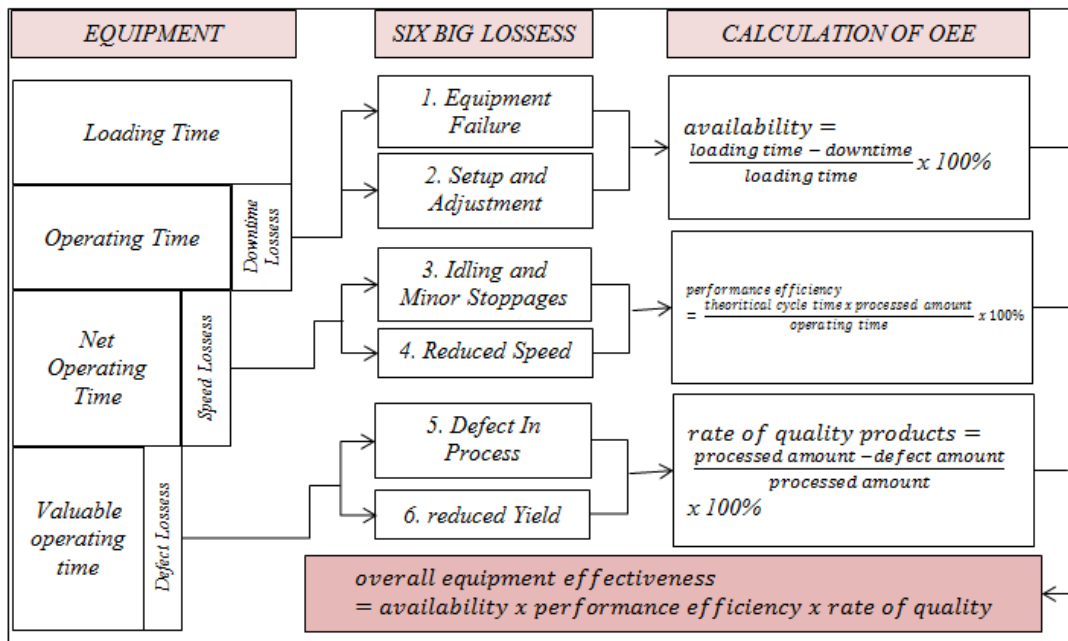
Output	Input	Money			Management Method
		Man	Machine	Material	
Production (P)					Production Control
Quality (Q)					Quality Control
Cost (C)					Cost Control
Delivery (D)					Delivery Control
Safety (S)					Safety and Pollution
Morale (M)					Human Relations
		Man Power Allocation	Plant Engineering & Maintenance	Inventory Control	Output / Input = Productivity

Gambar 2.2 Hubungan antara *Input* dan *Output* Dalam Aktivitas Produksi (Matriks PQCDMSM)

Sumber : Nakajima (1988)

## 2.6 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan produk dari *Six Big Losses* pada mesin/peralatan. Keenam faktor dalam *Six Big Losses* dapat dikelompokkan menjadi tiga komponen utama dalam OEE untuk dapat digunakan dalam mengukur kinerja mesin/peralatan yakni, *downtime losses*, *speed losses*, dan *defect losses* seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Overall Equipment Effectiveness and Goals  
Sumber (Sukwadi, 2007)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan ukuran menyeluruh yang mengindikasikan tingkat produktivitas mesin/peralatan dan kinerjanya secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu untuk ditingkatkan produktivitas atau efisiensi mesin/peralatan dan juga dapat menunjukkan area *bottleneck* yang terdapat pada lintasan produksi. OEE juga merupakan alat ukur untuk mengevaluasi dan memberikan cara yang tepat untuk menjamin peningkatan produktivitas penggunaan mesin/peralatan.

Terdapat enam belas kerugian utama yang mengganggu performansi dalam manufaktur yang mempengaruhi kinerja industri (Ansori dan Mustajib, 2013). Kerugian utama tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Enam belas Kerugian Utama yang Mempengaruhi Kinerja Pabrikasi  
Tujuh Kehilangan Utama yang Mengganggu Efisiensi Mesin Secara Keseluruhan

1. Breakdown/failure loss	Kerugian berhubungan dengan kegagalan. Jenis kegagalan meliputi fungsi-fungsi <i>stopping sporadic</i> kegagalan dan fungsi-mengurangi kegagalan dimana fungsi peralatan turun di bawah tingkat normal.
---------------------------	---

Sumber: Ansori dan Mustajib (2013)

Tabel 2.2 Enam belas Kerugian Utama yang Mempengaruhi Kinerja Pabrikasi  
(Lanjutan)

Tujuh Kehilangan Utama yang Mengganggu Efisiensi Mesin Secara Keseluruhan	
2. <i>Set-up and adjustment loss</i>	Kerugian kemacetan terjadi ketika perubahan sistem kerja. Kerugian ini disebabkan adanya perubahan pada saat beroperasi. Penggantian peralatan memerlukan waktu <i>shutdown</i> sehingga alat dapat dipertukarkan
3. <i>Reduced speed loss</i>	Kerugian berhubungan dengan kecepatan operasi aktual yang rendah, di bawah kecepatan operasi ideal
4. <i>Idling and minor stoppage loss</i>	Kerugian yang terjadi ketika menunggu atau mendinginkan sehubungan dengan adanya pembersihan dan penataan ulang
5. <i>Defect and rework loss</i>	Kerugian waktu sehubungan dengan cacat dan pengerjaan ulang, kehilangan keuangan sehubungan dengan menurunnya kualitas produk, dan kehilangan waktu yang diperlukan untuk memperbaiki produk cacat menjadi sempurna
6. <i>Start-up loss</i>	Ketika memulai produksi, kerugian yang timbul dari mesin dimulai, dijalankan hingga kondisi proses produksi stabil
7. <i>Tool changeover loss</i>	Kerugian kemacetan disebabkan oleh penggantian peralatan kerja
Kehilangan yang Mengganggu Waktu Pemuatan Mesin	
8. <i>Planned shutdown loss</i>	Kerugian yang timbul dari kemacetan mesin yang terencana pada taraf perencanaan produksi agar melaksanakan inspeksi berkala dan menurut ketentuan
Lima Kehilangan Utama yang Mengganggu Efisiensi Pekerja	
9. <i>Distribution/logistic loss</i>	Kerugian terjadi sehubungan dengan ketidakmampuan untuk automasi
10. <i>Line organization loss</i>	Kerugian waktu menunggu yang melibatkan multi proses dan multi operator dan kehilangan lini keseimbangan pada pekerjaan pengangkut
11. <i>Measurement and adjustment loss</i>	Kerugian dari pengukuran kerja berulang dan penyesuaian dalam urutan untuk mencegah kejadian cacat produk

Sumber: Ansori dan Mustajib (2013)

Tabel 2.2 Enam belas Kerugian Utama yang Mempengaruhi Kinerja Pabrikasi (Lanjutan)

Lima Kehilangan Utama yang Mengganggu Efisiensi Pekerja
---

12. <i>Management loss</i>	Kerugian menunggu yang disebabkan oleh manajemen, seperti menunggu bahan baku, menunggu mesin, menunggu untuk mendapatkan arahan, menunggu untuk reparasi dari gangguan, dan sebagainya
13. <i>Motion-related loss</i>	Kerugian sehubungan dengan pelanggaran dari ruang gerak, kehilangan yang terjadi sebagai hasil dari perbedaan keterampilan dan kehilangan berjalan yang disebabkan oleh tata letak yang tidak efisien
Tiga Kehilangan Utama yang Mengganggu Efisiensi Penggunaan Sumber Daya Produksi	
14. <i>Yield loss</i>	Kerugian <i>material</i> sehubungan dengan perbedaan pada input berat bahan dan berat dari produk berkualitas
15. <i>Consumables (jig, tool, die) loss</i>	Kerugian keuangan yang terjadi pada produksi atau reparasi cetakan, <i>jig</i> dan peralatan sehubungan dengan masa pakai di luar usia produk atau kerusakan
16. <i>Energy loss</i>	Kerugian akibat tidak efektifnya pemanfaatan tidak daya input (daya listrik, gas, bahan bakar minyak, dan sebagainya) dalam proses

Sumber: Ansori dan Mustajib (2013)

Keseluruhan fokus dari TPM adalah mengeliminasi *waste* yang dikategorikan kedalam 6 jenis *losses*, yaitu:

- 1) *Breakdown Losses*, ada 2 jenis yaitu *Time Losses* yang terjadi ketika produktivitas dikurangi, dan *Quantity Losses* terjadi dikarenakan adanya *defective products*.
- 2) *Set-up and Adjustment Losses (make-ready)*, yaitu terjadi ketika produksi dari *item* yang terakhir dan peralatan ditentukan sebagai prasyarat dari *item* lainnya.
- 3) *Idling and Minor Stoppages Losses*, terjadi ketika produksi diinterupsi oleh *Temporary malfunction*/mesin yang sedang berhenti.
- 4) *Reduced Speed Losses* merupakan perbedaan antara *design Speed* dengan *Actual Operating Speed*.
- 5) *Quality Defect and Rework* merupakan *losses* di dalam kualitas yang disebabkan oleh *malfunctioning production equipment*.
- 6) *Star-up Losses (Reduced Equipment yield)*, merupakan *losses* yang terjadi selama tahap-tahap awal dari produksi. Volume dari jenis-jenis *losses* yang ada

berhubungan dengan tingkat stabilitas di dalam kondisi-kondisi proses dan tujuan guna meminimalisasikan perubahan yang berkelanjutan (Sukwadi, 2007).

Formula matematis dari *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = Availability \times Performance \times Efficiency \times Rate \text{ of Quality} \times 100\%$$

Penulisan Formula (rumus) dari OEE dapat disingkat sebagai berikut:

$$OEE = AV \times PE \times ROQ \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.1)}$$

Kondisi operasi mesin/peralatan produksi tidak akan akurat ditunjukkan jika hanya didasarkan pada perhitungan satu faktor saja, misalnya *Performance Efficiency* saja. Enam faktor pada *Six Big Losses* baru *minor Stoppages* saja yang dihitung pada *performance efficiency* mesin/peralatan. Kerugian lainnya belum dihitung. Keenam faktor dalam *six big losses* harus diikutkan dalam perhitungan OEE, kemudian kondisi aktual dari mesin/peralatan dapat dilihat secara akurat.

*Six big losses* dikumpulkan berdasarkan ketiga kategori dari perhitungan OEE diuraikan sebagai berikut:

1) Ketersediaan (*Availability*)

Ketersediaan (*Availability*) merupakan rasio *operation time* terhadap waktu *loading time*-nya. Perhitungan *availability* mesin dibutuhkan nilai-nilai dari:

- a. Waktu operasi (*Operation Time*)
- b. Waktu persiapan (*Loading Time*)
- c. Waktu tidak bekerja (*Downtime*)

Nilai *availability* dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Operation \text{ time}}{Loading \text{ time}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.2)}$$

*Operation time* = hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non-operation time*), dengan kata lain *operation time* merupakan waktu operasi yang tersedia (*available time*) setelah waktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari *total available time* yang direncanakan.

*Loading Time* = waktu yang tersedia (*availability time*) perhari atau perbulan dikurangi dengan waktu *downtime* mesin yang direncanakan (*planned downtime*).

$$Loading \text{ Time} = Total \text{ availability time} - planned \text{ downtime}$$

$Loading\ Time = Total\ av\ time - planned\ downtime \dots\dots\dots(Persamaan\ 2.3)$

*Planned downtime* = jumlah waktu *downtime* yang telah direncanakan dalam rencana produksi termasuk di dalamnya waktu *downtime* mesin untuk pemeliharaan (*scheduled maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya.

*Downtime* mesin = waktu proses yang seharusnya digunakan mesin akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin/peralatan (*equipment failures*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dihasilkan. *downtime* mesin berhenti beroperasi akibat kerusakan mesin/peralatan, penggantian cetakan (*dies*), pelaksanaan prosedur *set-up* dan *adjustment* dan lain sebagainya.

2) Efisiensi Kinerja Mesin (*Performance Efficiency*)

*Performance Efficiency* merupakan hasil perkalian dari *operating speed rate* dan *net operating speed*, atau rasio kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operation time*).

Persamaan matematikanya dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$Operation\ speed\ rate = \frac{ideal\ cycle\ time}{actual\ cycle\ time} \dots\dots\dots(Persamaan\ 2.4)$$

$$Net\ Operation\ rate = \frac{actual\ processing\ time}{operation\ time} \dots\dots\dots(Persamaan\ 2.5)$$

*Operation speed rate* = perbandingan antara kecepatan ideal mesin sebenarnya (*theoretical/ideal cycle time*) dengan kecepatan aktual mesin (*actual cycle time*).

*Net operating time* = perbandingan antara jumlah produk yang diproses (*processed amount*) dikalikan dengan *actual cycle time* dengan *operation time*. *Net operation time* berguna untuk menghitung kerugian yang diakibatkan oleh *monir stoppages* dan menurunnya kecepatan produksi (*reduced speed*).

Tiga faktor penting yang dibutuhkan untuk menghitung *performance efficiency*:

- a. *Ideal cycle time* (waktu siklus ideal/waktu standar)
- b. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses)

c. *Operation time* (waktu operasi mesin)

*Performance efficiency* dapat dihitung sebagai berikut:

$$PE = \text{net operating rate} \times \text{operating speed rate} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.6)}$$

$$= \frac{\text{processed amount} \times \text{actual cycle time}}{\text{operating time}} \times \frac{\text{ideal cycle time}}{\text{actual cycle time}} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.7)}$$

*Actual time* dihilangkan, sehingga menjadi:

$$PE = \frac{\text{total production} \times \text{ideal cycle time}}{\text{operating time}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.8)}$$

### 3) Rasio Kualitas Produk (*rate of Quality products*)

*Rate of Quality Products* adalah rasio jumlah produk yang baik terhadap jumlah total produk yang diproses. Jadi, *Rate of quality products* adalah hasil perhitungan dengan menggunakan dua faktor berikut:

- a. *Processed amount* (jumlah produk yang diproses)
- b. *Defect amount* (jumlah produk yang cacat)

*Rate of quality* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Rate of quality products} = \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\%$$

$$ROQ = \frac{\text{processed amount} - \text{defect amount}}{\text{processed amount}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(Persamaan 2.9)}$$

TPM mereduksi kerugian mesin/peralatan dengan cara meningkatkan *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality products*. Sejalan dengan meningkatnya ketiga faktor yang terdapat dalam OEE maka kapabilitas perusahaan juga meningkat. Ketiga kategori yang dimasukkan, terdapat dalam *six big losses* dalam perhitungan OEE. Pertama kali umumnya di perusahaan hanya mempunyai tingkat OEE sekitar 50% sampai 60%, dengan kata lain perusahaan hanya menggunakan setengah dari potensi kapasitas efektivitas mesin/peralatan yang mereka miliki. Berdasarkan standar *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) nilai OEE yang ideal adalah:

- *Availability* ≥ 90%
- *Performance Efficiency* ≥ 95%
- *Rate of Quality Products* ≥ 99%

Sehingga nilai keseluruhan OEE adalah:

$$OEE = AV \times PE \times ROQ$$

$$OEE = 90\% \times 95\% \times 99\%$$

$$OEE = 85\%$$

## 2.7 Analisis produktivitas pada *Six Big Losses* (Enam Kerugian Besar)

Rendahnya produktivitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisiensi terdapat dalam enam faktor yang disebut dengan enam kerugian besar (*six big losses*). Efisiensi adalah ukuran yang menunjukkan bagaimana sebaiknya sumber daya yang digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan *output*. Sedangkan efektivitas mesin merupakan karakteristik dari proses yang mengukur derajat pencapaian *output* mesin dalam suatu sistem produksi (Sukwadi, 2007).

Penggunaan mesin/peralatan seefisien mungkin artinya memaksimalkan fungsi kinerja mesin/peralatan produksi dengan tepat guna dan berdaya guna. Analisis produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan pada *Six Big Losses* perlu dilakukan untuk dapat meningkatkan produktivitas dan mesin/peralatan yang digunakan.

Analisis nilai OEE yang mengutamakan 6 kerugian besar (*six big losses*) penyebab peralatan tidak beroperasi secara normal. Enam kerugian besar dikelompokkan menjadi 3 kerugian, yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *quality losses*. Pengelompokan *losses* tersebut diantaranya (Alvira, dkk. 2015):

1) *Downtime Losses* (kerugian waktu), adalah kerugian waktu yang terbuang, proses produksi yang tidak berjalan seperti biasanya karena kerusakan mesin. *Downtime losses* terdiri dari 2 macam kerugian, yaitu:

a. *Equipment Failure Losses* (kerusakan peralatan), merupakan kerugian yang diakibatkan adanya kerusakan mesin dan peralatan. Kerusakan mesin yang sering terjadi adalah mesin berhenti mendadak sehingga proses produksi terhenti, sedangkan kerusakan peralatan yang sering terjadi adalah peralatan yang mendadak patah leher, mata bor aus, dinamo terbakar, mata pahat retak, dan lain sebagainya. Perhitungan *equipment failure losses* dengan rumus:

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{\text{equipment failure time}}{\text{loading time}} \times 100\% \text{ (persamaan 2.10)}$$

b. *Set Up and Adjustment Losses* (persiapan peralatan), merupakan kerugian yang terjadi setelah *set up* dilakukan, mesin dan peralatan mengalami kerusakan dan dikarenakan adanya waktu yang tercuri waktu *set up* yang lama. Perhitungan *set up and adjustment* dengan:

$$\text{SetUp\& Adjusment Losses} = \frac{\text{set up and adj losses}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots \text{(persamaan 2.11)}$$

2) *Speed Losses* (kehilangan kecepatan), adalah suatu keadaan pada saat kecepatan proses produksi terganggu, sehingga produksi tidak mencapai target yang ditentukan. *Speed losses* terdiri dari 2 macam kerugian, diantaranya:

a. *Idle and Minor Stoppage Losses* (gangguan kecil dan waktu menganggur), merupakan kerugian yang disebabkan mesin berhenti sesaat. Hal ini disebabkan adanya material yang datang terlambat ke stasiun kerja atau adanya pemadaman listrik. Kerugian ini tidak dapat terdeteksi secara langsung tanpa adanya pelacak, dan ketika operator tidak dapat memperbaiki pemberhentian yang bersifat *minor stoppage*, maka dapat dianggap sebagai *breakdown/downtime*. Perhitungan *idle and minor stoppage* yaitu:

$$\text{Idle \& Minor Stoppage} = \frac{(\text{total output} - \text{total defect}) \times \text{ideal cycle time}}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots$$

(persamaan 2.12)

b. *Reduced Speed Losses* (kecepatan rendah), merupakan kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan maksimal. Perhitungan *reduced speed losses* dengan:

*Reduced Speed Losses* =

$$\frac{(\text{actual cycle time} - \text{ideal cycle time}) \times \text{total output tanpa cacat}}{\text{loading time}} \times 100\% \text{ (persamaan 2.13)}$$

3) *Quality Losses* (produk cacat), adalah suatu keadaan disaat produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. *Quality Losses* terdiri dari 2 macam kerugian, antara lain:

a. *Defect Losses* (cacat produk dalam proses), merupakan kerugian yang dikarenakan produk yang dihasilkan cacat setelah mengalami proses produksi. Perhitungan *defect losses* dirumuskan yaitu:

$$\text{Defect Losses} = \frac{(\text{total defect} \times \text{ideal cycle time})}{\text{loading time}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{ (persamaan 2.14)}$$

b. *Reduced Yield* (hasil rendah), merupakan kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai kondisi stabil. Kerugian yang diakibatkan suatu keadaan saat produk yang dihasilkan tidak sesuai standar karena terjadi perbedaan kualitas antara waktu mesin pertama kali dinyalakan dengan pada saat mesin tersebut sudah stabil beroperasi. Perhitungan nilai *reduced yield* dapat dilihat pada yang menguraikan:

$$\text{Reduced Yield} = \frac{(\text{ideal cycle time} \times \text{cacat awal produksi})}{\text{loading time}} \times 100\% \dots \text{ (persamaan 2.15)}$$

## 2.8 Diagram Pareto

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto seorang ahli ekonomi Italia pada abad ke-19 dan digunakan pertama kali oleh Joseph Juran. Diagram *Pareto* adalah diagram batang yang disusun untuk menggambarkan masalah utama menurut bobotnya, dari besar ke kecil (*descending*). Diagram *Pareto* mengidentifikasi masalah menurut bobotnya, sehingga masalah yang memiliki bobot besar atau yang dominan dapat diprioritaskan penyelesaiannya. Penggunaan diagram *Pareto* juga dapat mengkonsentrasikan arah penyelesaian masalah, maka diagram *Pareto* merupakan langkah pertama dalam melakukan perbaikan/penyelesaian (Gasperz, 2002).

Prinsip *Pareto* menyatakan bahwa sekitar 80% dari masalah diakibatkan oleh 20% penyebab (isu). Kunci perbaikan proses pertama kali adalah mengidentifikasi area utama (masalah utama) dan memfokuskan perhatian pada masalah utama itu. Fungsi Diagram pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan kualitas dari yang paling besar ke yang paling kecil (Hapsari, dkk., 2011). Adapun kegunaan-kegunaan diagram *pareto* sebagai berikut:

- 1) Menunjukkan jenis persoalan utama.
- 2) Membandingkan masing-masing jenis persoalan terhadap keseluruhan.
- 3) Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan perbaikan pada daerah yang terbatas.
- 4) Membandingkan hasil perbaikan masing-masing jenis persoalan sebelum dan setelah perbaikan.

Langkah-langkah pembuatan diagram *Pareto* sebagai berikut:

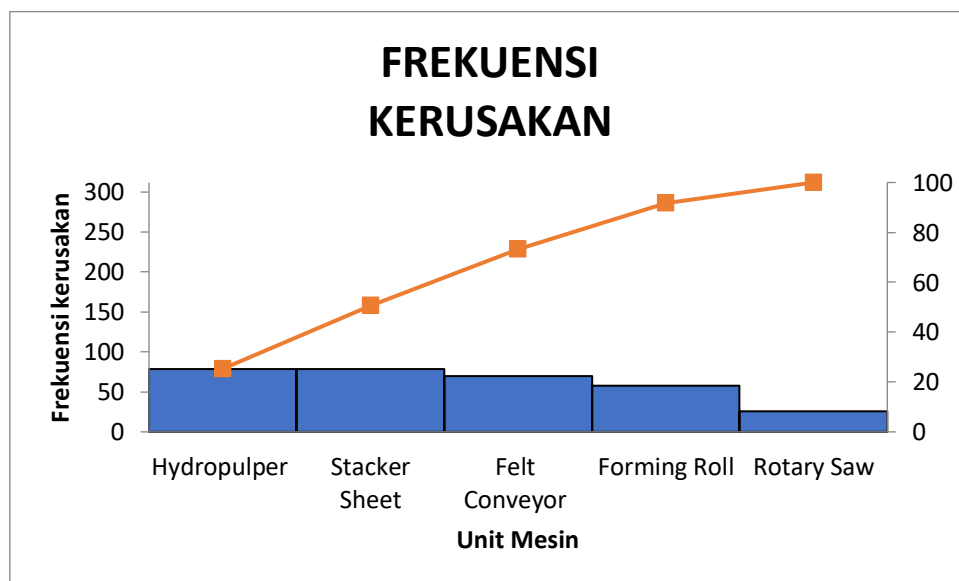
- 1) Tentukan klasifikasi (kategori Pareto) untuk grafik.
- 2) Pilih suatu interval waktu untuk analisis.
- 3) Tentukan kejadian total (misalnya biaya, jumlah kerusakan, dll) untuk setiap kategori.
- 4) Hitung persentase dari setiap kategori dengan membagi kategori total dengan keseluruhan dan kalikan dengan 100.
- 5) Urutkan peringkat dari kejadian total terbesar sampai terkecil.
- 6) Hitung persentase kumulatif dengan menambah persentase untuk setiap kategori pada beberapa kategori yang terdahulu.

- 7) Buat bagan dengan sumbu vertikal kiri berskala dari 0 sampai sedikitnya 100%, dengan 100% pada sisi kanan sama tingginya dengan total keseluruhan pada sisi kiri.
- 8) Beri label sumbu horizontal dengan nama kategori. Kategori paling kiri harus terbesar, kedua terbesar berikutnya, dan seterusnya
- 9) Gambar dalam batang yang mewakili jumlah setiap kategori. Tinggi batang ditentukan oleh sumbu vertikal kiri.
- 10) Gambar satu garis yang menunjukkan kolom persentase kumulatif dari tabel analisis pareto. Garis persentase kumulatif ditentukan dengan sumbu vertikal kanan. Contoh diagram pareto dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Gambar 2.4.

Tabel 2.3 Pengurutan Data Frekuensi Kerusakan

Unit Mesin	Frekuensi Kerusakan (unit)	Presentasi Frekuensi Kerusakan (%)	Presentasi Kumulatif Frekuensi Kerusakan (%)
<i>Hydropulper</i>	79	25,32	25,32
<i>Stacker Sheet</i>	79	25,32	50,64
<i>Felt Conveyor</i>	70	22,44	73,08
<i>Forming Roll</i>	58	18,59	91,67
<i>Rotary Saw</i>	26	8,33	100

Sumber: Hapsari, dkk (2011)



Gambar 2.4 Contoh Diagram Pareto *Critical Downtime*

Sumber: Hapsari, dkk (2011)

## 2.9 Diagram Sebab-Akibat (*Cause and Effect Diagram/Fishbone Diagram*)

Diagram ini dikenal dengan istilah diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) diperkenalkan pertama kalinya pada tahun 1943 oleh Prof. Kauro Ishikawa (*Tokyo University*). Diagram ini berguna untuk menganalisis dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap penentuan karakteristik kualitas *output* kerja. Dalam hal ini metode sumbang saran akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail (Ishikawa, 1988).

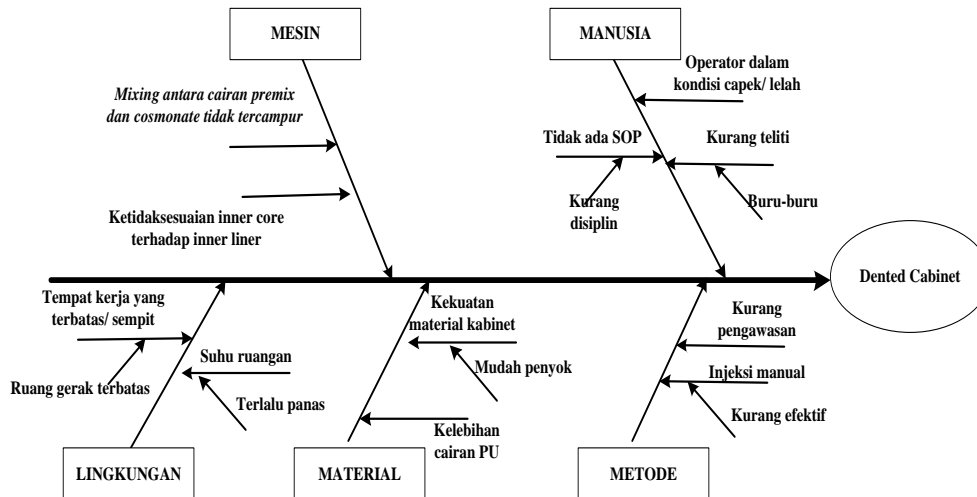
Faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja. ada 5 faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu:

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

Sebelum dibuatkannya diagram tulang ikan (*fishbone diagram*), maka dibuatkan terlebih dahulu diagram pareto sebagai penentu prioritas akar permasalahan yang harus diselesaikan. Adapun langkah-langkah pembuatan diagram sebab-akibat sebagai berikut:

- 1) Tentukan masalah/sesuatu yang akan diamati atau diperbaiki, dan diusahakan adanya ukuran untuk masalah tersebut sebagai perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dilakukan. Gambarkan panah utama secara mendatar dengan kotak di ujung kanannya dan tulis masalah/sesuatu yang akan diamati/diperbaiki di dalam kotak tersebut.
- 2) Cari faktor utama yang berpengaruh atau mempunyai akibat pada masalah/sesuatu tersebut. Tuliskan faktor-faktor tersebut di dalam kotak yang telah dibuat di atas dan di bawah panah utama yang mendatar. Kemudian tariklah panah dari masing-masing kotak ke arah panah utama yang mendatar.
- 3) Carilah lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci (faktor-faktor sekunder) yang berpengaruh atau mempunyai akibat pada faktor utama. Tulislah faktor-faktor sekunder tersebut di dekat atau pada panah yang menghubungkannya dengan penyebab utama.

Dari diagram yang sudah lengkap, carilah penyebab-penyebab utama dengan menganalisis data yang ada, dan buatlah urutannya dengan memakai diagram *Pareto*. Bila analisis data tidak dapat dilakukan, pilihlah faktor-faktor yang diduga sangat berpengaruh dan ambil suara (*votting*) untuk menentukan urutannya serta gambarkan diagram. Contoh diagram sebab-akibat dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 contoh *fishbone Diagram*  
 Sumber: Ishikawa (1988)

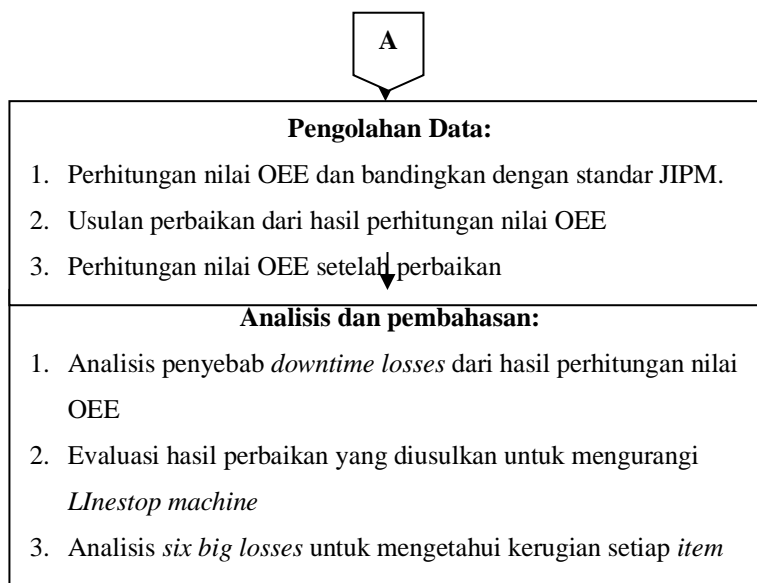
## BAB III

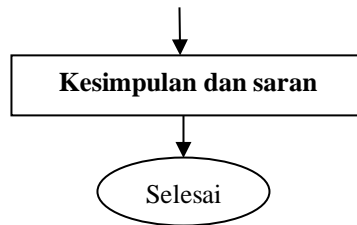
### METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan serangkaian langkah dan pola pikir untuk merumuskan, menganalisis, memecahkan dan menarik kesimpulan berdasarkan masalah yang sedang dihadapi. Metode penelitian membantu agar penelitian dapat dilakukan secara sistematis, terarah dan menghasilkan penyelesaian yang lebih baik. Langkah-langkah yang dilakukan dalam memecahkan permasalahan yang ada pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah  
Sumber: Metode Penelitian





Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah (Lanjutan)  
Sumber: Metode Penelitian

### 3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan adalah salah satu kegiatan pengumpulan fakta-fakta melalui pengamatan dan wawancara dalam proses memperoleh keterangan atau data dengan terjun langsung ke lapangan. Pada tahap ini dilakukan wawancara dan pengamatan langsung untuk mengetahui gambaran perusahaan secara umum, sehingga dapat diketahui permasalahan yang sedang dihadapi perusahaan. Wawancara dilakukan dibagian produksi dan *maintenance* untuk mendapatkan informasi serta keterangan langsung dari perusahaan. Studi Lapangan ini merupakan upaya yang dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan jenis produk yang diteliti berupa komponen *cam shaft* pada proses *heat treatment* dimesin IMIH-003 yang dihasilkan oleh PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia dan data yang dikumpulkan sesuai dengan keperluan dalam penelitian yang dilakukan.

### 3.2 Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan dengan membaca buku-buku atau literatur yang berhubungan dengan tema penelitian. Dalam tahap ini, landasan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan adalah teori mengenai pengertian secara umum tentang perawatan, tujuan diadakannya perawatan, jenis-jenis perawatan, yang dikutip dari para ahli, penjelasan mengenai *Total Productive Maintenance*, baik sejarah singkatnya, pengertian dan manfaat dari TPM tersebut. Uraian terkait perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang digunakan untuk mengetahui efektivitas mesin. Tambahan Teori pendukung berupa Diagram Pareto dan Diagram sebab-akibat

untuk mengetahui akar permasalahan pada upaya perawatan mesin tersebut. Pengumpulan teori tersebut diperoleh atau dikutip dari berbagai sumber buku dan jurnal, dan pengumpulan data-data tertulis yang berhubungan dengan kegiatan produksi di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia melalui dokumen/data yang ada di perusahaan.

### **3.3 Identifikasi Masalah**

Identifikasi Masalah adalah cara untuk mencari titik permasalahan. Identifikasi Masalah adalah salah satu proses penelitian yang akan menentukan apakah sebuah kegiatan dapat disebut penelitian atau tidak dengan mencari permasalahan dari hasil pengamatan yang dilakukan. Identifikasi masalah ditemukan setelah melalui studi pustaka atau dengan pengamatan lapangan yang didukung dengan data-data yang akurat.

### **3.4 Perumusan dan Pemecahan Masalah**

Perumusan Masalah berupa pertanyaan penelitian yang umumnya disusun dalam bentuk kalimat tanya, pertanyaan-pertanyaan tersebut akan menjadi arah ke mana sebenarnya penelitian akan dibawa, dan apa saja yang ingin dikaji/dicari tahu oleh peneliti. Pemecahan masalah dengan menggunakan alat ukur yang dilakukan dalam penelitian tersebut. Alat ukur yang digunakan disesuaikan dengan permasalahan yang terjadi di lapangan selama pengamatan.

### **3.5 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian dapat memberikan masukan bagi perusahaan dalam hal perawatan atau pemeliharaan mesin, khususnya bagi pihak *maintenance* dalam membuat keputusan mengenai jadwal perawatan mesin.

### **3.6 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan setelah melakukan identifikasi masalah. Data kemudian digunakan sebagai informasi yang berguna untuk menjadi dasar dalam melakukan analisis dan memecahkan masalah yang telah dijelaskan pada Bab I. Perolehan data yang relevan dalam penelitian ini dengan cara pengamatan dilapangan yaitu meneliti secara langsung kegiatan produksi. Metode yang digunakan dalam melakukan pengumpulan data, yaitu:

1) *Interview*/wawancara

Teknik pengumpulan data yang digunakan untuk mendapatkan keterangan-keterangan lisan melalui berdiskusi, Tanya jawab dengan bertatap muka kepada orang yang bersangkutan dalam memberikan keterangan. Di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia, *supervisor*, pembimbing lapangan (*Line Head*) dan operator yang memberikan arahan serta keterangan dalam hal pengambilan data.

2) Observasi/pengamatan

Metode ini dilakukan dengan cara mencari data melalui pengamatan langsung di lapangan (pabrik). Observasi/pengamatan langsung pada proses produksi yang terjadi di PT TMMIN. Kemudian mengamati dan mencatat hal-hal yang penting yang berhubungan dengan proses produksi tersebut.

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan, maka dikelompokkan menjadi dua jenis data, yaitu:

1) Data Primer

Data yang diperoleh dari sumber yang diamati secara langsung dari perusahaan. Adapun data primer yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah waktu siklus.

2) Data Sekunder

Data yang tidak berhubungan langsung dengan objek penelitian tetapi ikut mendukung kelancaran penelitian. Data ini diperoleh melalui perusahaan berupa laporan, brosur, serta literatur dan data yang diperoleh dari sumber kepustakaan. Data sekunder yang dimaksud berupa:

- a. Proses produksi.
- b. Data *Linestop machine*.
- c. Data kerusakan mesin.
- d. Jumlah produksi.
- e. Latar belakang, sejarah perusahaan, dan lain sebagainya.

### 3.7 Pengolahan Data

Pengolahan data dalam perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dibutuhkan beberapa tahap pengolahan data agar ditentukan berapa besarnya nilai OEE dalam persen yang didapat. Tahapan pengolahan data yang dilakukan sebagai berikut:

- a. Menghitung *loading time* yaitu total waktu yang tersedia untuk operasi sebelum dikurangi *downtime*.
- b. Menghitung *operating time* yaitu *loading time* dikurangi dengan waktu henti dari mesin, ini mengarah kepada lamanya waktu operasi peralatan aktual.
- c. Menghitung *availability* yang bertujuan untuk mengetahui nilai kemampuan mesin atau peralatan beroperasi sesuai dengan fungsinya, dengan membandingkan *operating time* dan *loading time*.
- d. Menghitung besarnya *performance efficiency* yang bertujuan untuk mengetahui nilai dari efisiensi kinerja pada suatu mesin. Besarnya nilai *performance efficiency* didapat dari hasil perkalian *cycle time* dengan jumlah produk yang diproses kemudian dibagi dengan *operating time*.
- e. Menghitung *quality of rate* yang bertujuan untuk mengetahui mesin atau peralatan untuk menghasilkan produk yang baik, dengan cara pengurangan jumlah produksi dengan jumlah cacat yang kemudian dibagi dengan total produksi.
- f. Menghitung OEE yaitu perkalian antara *availability*, *performance rate* dan *quality of rate*.

Hasil pengolahan data yang telah dilakukan, kemudian dilakukannya perbaikan berdasarkan permasalahan dimesin IMIH-003 berdasarkan hasil dari perhitungan nilai OEE dan mengidentifikasi berdasarkan data dari Diagram Pareto dan Diagram sebab-akibat. Hasil perbaikan yang telah diterapkan di perusahaan kemudian dihitung kembali nilai OEE setelah perbaikan untuk memastikan ada atau tidak adanya peningkatan dari nilai OEE tersebut.

### 3.8 Analisis dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan yang dilakukan adalah:

- a. Analisis nilai *availability* adalah analisis kemampuan mesin atau peralatan beroperasi sesuai dengan fungsinya atau nilai yang menunjukkan tingkat

persediaan mesin yang digunakan untuk memproduksi. Makin tinggi *availability* mesin maka semakin produktif.

- b. Analisis nilai *performance efficiency* adalah analisis nilai yang menunjukkan kerja mesin, semakin tinggi *performance efficiency* maka semakin tinggi kerja mesin.
- c. Analisis nilai *quality of rate* adalah analisis nilai yang dipengaruhi oleh jumlah proses yang dicapai dan jumlah cacat yang dihasilkan. Semakin besar jumlah cacat yang terjadi, maka semakin kecil nilai kualitas yang didapat karena barang yang dihasilkan (*good product*) semakin kecil.
- d. Analisis OEE adalah analisis nilai tingkat keefektifan mesin selama mesin tersebut dalam keadaan beroperasi. Makin besar nilai *availability*, *performance efficiency* dan *quality of rate* maka makin besar nilai OEE.
- e. Analisis berdasarkan dari evaluasi hasil perhitungan nilai OEE setelah dilakukannya perbaikan.
- f. Analisis *six big losses* untuk mengidentifikasi *losses* apa saja yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE

### **3.9 Kesimpulan dan Saran**

Hasil analisis akhir merupakan kesimpulan yang dapat disajikan, berdasarkan kesimpulan tersebut, maka kesimpulan yang dihasilkan dapat memberikan berbagai saran mengenai kondisi mesin. Saran perbaikan yang diperlukan baik untuk PT TMMIN maupun saran perbaikan untuk penelitian selanjutnya yang membangun, yang dapat dijadikan bahan pertimbangan.

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data terdiri atas data-data yang diperoleh selama penelitian di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN). Data yang didapat berupa data umum perusahaan dan data yang terkait dengan *Linestop machine* di pos *2 Cam Shaft Line*. Data yang diambil berupa data dari hasil *genba* (observasi lapangan) dan data pendukung yang diperoleh dari data produksi untuk melengkapi data hasil *genba* tersebut. Adapun data-data tersebut dikumpulkan dengan susunan sebagai berikut:

##### **4.1.1 Tinjauan Umum PT TMMIN**

Tinjauan umum yang diperoleh dari PT TMMIN merupakan gambaran umum ditingkat manajemen perusahaan. Informasi yang diperoleh berupa sejarah singkat berdirinya PT TMMIN di Indonesia, nilai-nilai yang selalu ditanamkan oleh perusahaan, dan lain sebagainya diuraikan lebih rinci sebagai berikut:

##### **1) Sejarah Singkat Berdirinya PT TMMIN**

PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN) pada awalnya bernama PT Toyota Astra **Motor** (PT TAM) yang didirikan pada tanggal 12 April 1971. Perusahaan ini didirikan dengan tujuan menjadi perusahaan importir dan distributor produk-produk mobil Toyota di Indonesia. Namun, dengan perkembangan yang sangat cepat dipikirkan untuk mendirikan suatu pabrik perakitan mobil sendiri. Akhirnya tahun 1973, PT Multi Astra didirikan khusus untuk pabrik perakitan mobil. Disusul tahun 1976, PT Toyota Mobilindo didirikan dalam bidang pabrik karoseri dan bodi komponen. Tahun 1982, PT Toyota Engine Indonesia didirikan untuk didesain memproduksi mesin mobil. Akhirnya 31 Desember 1998 diperkuat kinerjanya, PT Toyota Astra Motor dengan porsi 51% sahamnya dikuasai PT Astra International dan sisa 49% Toyota Motor Corporation, *merger* ini dilakukan bersama 3 perusahaan, yaitu PT Multi Astra, PT Toyota Mobilindo dan PT Toyota Engine, dengan komposisi saham 5% dipegang oleh PT Astra Internasional Tbk. dan 95% dipegang oleh Toyota Motor Corporation. Untuk menjawab tantangan industri otomotif yang semakin ketat Toyota melakukan reorganisasi pada tahun

2003. PT Toyota-Astra Motor berganti nama menjadi PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia, yang menangani produksi dan ekspor. Untuk penjualan, didirikan perusahaan baru PT Toyota-Astra Motor. Terhitung sejak 15 Juli 2003, yang tetap *exist* sebagai distributor mobil dan *service part* yang dilayani oleh PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN).

## 2) Nilai-Nilai PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia

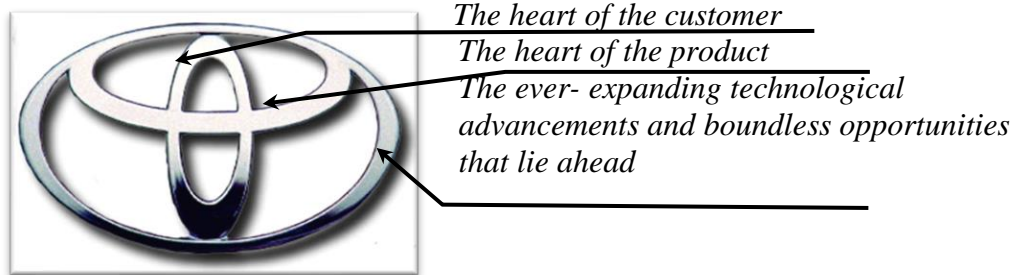
Nilai-nilai yang ditanamkan oleh perusahaan yang terus dipegang teguh terdapat pada filosofi dasar perusahaan, makna dasar dari simbol besar perusahaan, dan tujuh prinsip yang diterapkan oleh perusahaan. Penjelasan nilai-nilai PT TMMIN dijelaskan sebagai berikut:

### a. Filosofi PT TMMIN berupa:

- Memberikan kontribusi kepada negara, masyarakat, bangsa dan dunia melalui langkah-langkah secara profesional dalam proses produksi dan pelayanan yang berkualitas global.
- Berkembang bersama-sama karyawan, dealer dan *supplier* atas dasar kepercayaan dan saling menghargai.

### b. Logo dan Arti Lambing Toyota

Lambang Toyota dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut dengan penjelasannya.



Gambar 4.1 Logo PT TMMIN

Sumber: PT TMMIN

Logo Toyota terdiri dari 3 elips yang melambangkan:

- *The heart of the customer* (Simbol Kehidupan): Pelanggan dan Toyota berdedikasi untuk saling mengisi kebutuhan.
- *The heart of the product* (Simbol Kekuatan): Mewujudkan kekuatan dari produk Toyota yang didukung oleh infrastruktur yang kuat.
- *The ever-expanding technological advancements and boundless opportunities that lie ahead* (Simbol Persahabatan): Tanggung jawab dan

secara kontinyu untuk tantangan masa depan yang tidak terbatas, lingkaran yang ketiga mampu menggabungkan kedua lingkaran didalamnya.

c. Tujuh Prinsip PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia

- Menghormati hukum yang berlaku di setiap negara dan menjalankan aktivitas perusahaan secara terbuka dan adil agar menjadi perusahaan milik dunia.
- Menghargai kebudayaan dan adat istiadat setiap negara dan memberi kontribusi kepada pembangunan sosial dan ekonomi melalui kegiatan perusahaan di masyarakat.
- Mengabdikan diri untuk menyediakan produk-produk yang bersih dan aman serta meningkatkan kualitas hidup dimana pun melalui seluruh rangkaian kegiatan Perusahaan.
- Menciptakan dan mengembangkan teknologi-teknologi maju dan menyediakan produk serta pelayanan yang istimewa untuk memenuhi kebutuhan semua pelanggan di seluruh dunia.
- Membantu perkembangan budaya perusahaan yang meningkatkan nilai-nilai kreativitas individual dan *team work*, dengan tetap saling percaya dan menghormati satu sama lain antara pekerja dengan manajemen.
- Mengejar pertumbuhan dan harmoni dengan masyarakat global melalui manajemen yang inovatif.
- Bekerja dengan *partner* bisnis dengan penelitian dan penciptaan untuk mencapai pertumbuhan jangka panjang yang stabil dan saling bermanfaat, dengan tetap membuat perusahaan terbuka untuk kerjasama.

#### 4.1.2 Prestasi yang Dicapai oleh PT TMMIN

Selama 4 kali TMMIN berhasil meraih penghargaan di *World Skill Award* pada tahun 2007, 2009, 2011 dan 2013 untuk kategori *Prototype Modelling and Plastic Die Engineering*. Berikut rincian prestasi yang telah diraih oleh PT TMMIN:

- 1) TMMIN menerima *ASEAN Energy Awards 2014* sebagai pemenang pertama untuk kategori Manajemen Energi di Industri Besar dari *ASEAN Centre for Energy (ACE)*.
- 2) Penghargaan *Primaniyarta* TMMIN meraih penghargaan sebagai perusahaan eksportir terbaik dari Kementerian Perdagangan RI sebanyak lima kali, yaitu tahun 2008, 2010, 2011, 2013 dan 2014.
- 3) Kendaraan bermerek Toyota menyumbang 80% dari total ekspor otomotif nasional Indonesia.

#### 4.1.3 Lokasi PT TMMIN

PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang memproduksi kendaraan bermotor (mobil). Sejak tahun 2004 sampai sekarang, PT TMMIN hasil produknya selain dipasarkan di dalam negeri, produknya juga diekspor keluar negeri seperti Thailand, Malaysia, Argentina, Venezuela, dan Timur Tengah.

Aktivitas PT TMMIN selain sebagai produsen mobil *Toyota brand*, juga sebagai pabrik pembuat mesin, *jig, dies*, dan komponen otomotif lainnya, guna kebutuhan *CKD (Completely Knock Down)* Ekspor untuk memenuhi permintaan dari perusahaan toyota di negara lain, dan juga sebagai eksportir kendaraan Toyota dan *part* komponen kendaraan untuk *service part*. Beberapa unit kendaraan yang dijual tidak diproduksi sendiri maupun dimanufaktur melainkan merupakan kendaraan *CBU (Completely Buid Up)* yang langsung diimpor dari Jepang, PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia juga mengadakan kerjasama dengan PT. Astra Daihatsu Motor guna memproduksi kendaraan-kendaraan *Toyota Brand*, kerjasama juga dilakukan dengan PT. Sugity Creatives guna memproduksi mobil Truck Toyota Dyna. Berikut lokasi PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia (PT TMMIN) untuk Sunter 1 *Plant* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 PT TMMIN *Plant Sunter 1*

Sumber: PT TMMIN

## SUNTER 1

Engine production, packing and vaning

Jl. Laks Yos Sudarso Sunter I Jakarta Utara 14350 Phone: 021-6518989.

### 4.1.4 Visi dan Misi PT TMMIN

Visi dan Misi yang dibangun oleh PT TMMIN merupakan motivasi dan keinginan mendasar untuk dapat melayani masyarakat dengan memberikan kenyamanan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Penjelasan visi dan misi diuraikan sebagai berikut:

#### 1) Visi PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia

##### a. Perusahaan Terbaik & Fleksibel

Mewakili komitmen TMMIN sebagai perusahaan manufaktur global untuk mengembangkan operasional manufaktur terbaik untuk menghasilkan produk berkualitas global yang dapat dengan mudah menyesuaikan kebutuhan pasar di tiap negara.

##### b. Perusahaan yang Dikagumi

##### c. Mewakili komitmen TMMIN untuk terus berkontribusi terhadap pembangunan Indonesia.

#### 2) Misi PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia

Misi PT TMMIN berupaya untuk membantu orang dan barang berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan nyaman melalui pembangunan berkelanjutan pada teknologi, produk, dan layanan di industri otomotif, meliputi:

- a. Secara berkesinambungan menyediakan produk dan jasa yang berkualitas tinggi serta memenuhi kebutuhan pelanggan melalui program pemasaran yang terbaik.
- b. Mengembangkan karyawan yang kompeten dengan menciptakan lingkungan kerja yang baik untuk mendukung tercapainya kepuasan pelanggan.
- c. Memperkuat kolaborasi dengan produsen, dealer utama dan dealer-dealer melalui komunikasi dan kerjasama yang lebih baik.

#### **4.1.5 Struktur Organisasi PT TMMIN**

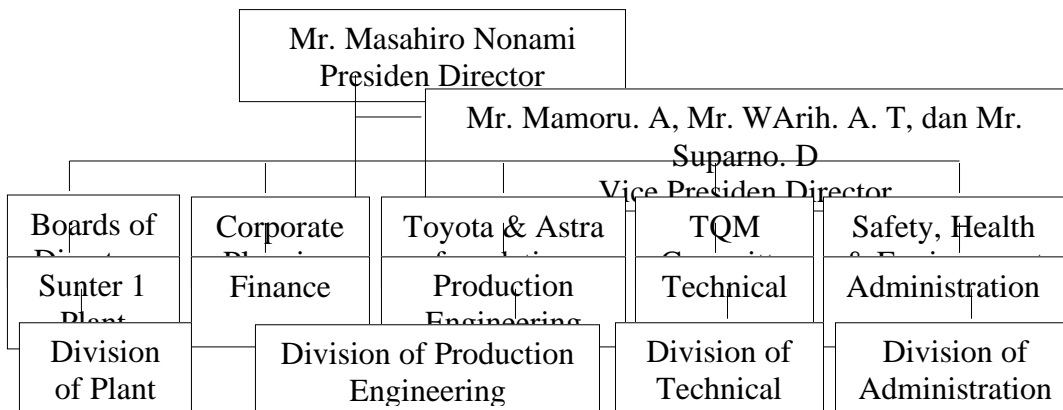
Pada PT TMMIN, keberadaan struktur organisasi sama halnya dengan perusahaan-perusahaan lain yang menganggap penting dan positif. Dalam hal ini struktur organisasi yang ditetapkan oleh PT TMMIN adalah organisasi staf dan organisasi garis. Hal tersebut dipilih dengan pertimbangan agar fungsi personal dan administrasi secara struktural, baik *vertical* dan *horyzontal* dapat tetap berjalan secara serasi dan seimbang.

Struktur organisasi di PT TMMIN, di dasarkan pada pembagian tugas dan tanggung jawab yang sesuai dengan kegiatan atau usaha di perusahaan tersebut. Pimpinan tertinggi PT TMMIN dipegang oleh Masahiro Nonami selaku presiden direktur. Dalam menjalankan roda perusahaan, Mr. Masahiro Nonami di bantu oleh Mr. Mamoru Akiyama, Mr. Warih Andang Tjahjono, dan Mr. Suparno Djasmin selaku Wakil presiden direktur PT TMMIN.

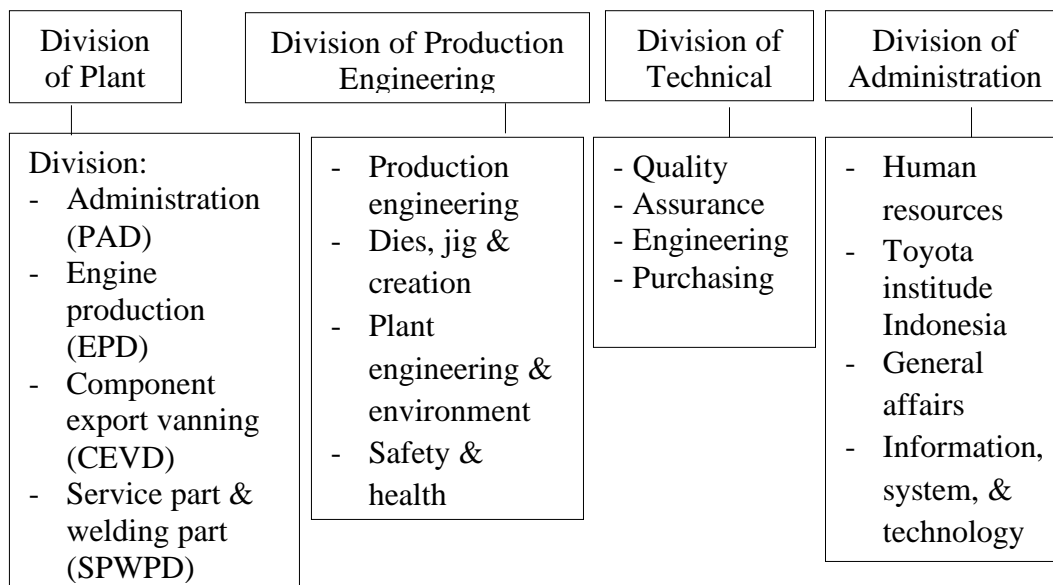
PT TMMIN mempunyai lima direktur, masing-masing direktur tugas memimpin beberapa divisi. Direktur berkewajiban untuk melaporkan semua pekerjaan mereka kepada presiden direktur dan wakil presiden direktur. Dalam menjalankan tugasnya, direktur dibantu oleh beberapa kepala divisi. Masing-masing divisi dikepalai satu kepala divisi (*Division Head*), kepala divisi mempunyai tugas untuk mengatur dan memimpin beberapa bagian (*department*) dibawah divisi tersebut dan berkewajiban untuk melaporkan semua pekerjaan mereka kepada direktur. Departemen di bawah divisi dikepalai oleh seorang kepala departemen (*Department Head*). Dalam menjalankan tugasnya *department head* di bantu oleh beberapa kepala seksi (*section head*), seorang kepala seksi mempunyai beberapa staf dibawahnya.

Di *plant*, struktur tersebut masih bisa menurun lagi, seorang kepala seksi (*section head*) mengepalai beberapa kepala line (*line head*) untuk memantau lini

produksi. Dan seorang *line head* mengepalari beberapa kapala grup (*group head*), yang mengepalari beberapa operator. Peranan *line head* dan *group head* mencakup persiapan sebelum produksi dimulai, pada saat produksi berlangsung, hingga ketika produksi selesai, termasuk di dalamnya perawatan alat dan mesin secara rutin. Peranan tersebut di ajarkan oleh kepala lini (*line head*) dan kepala grup (*group head*), dalam pelatihan *GL's Role* dan *TL's Role*. Berikut struktur organisasi dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Struktur Organisasi PT TMMIN Sunter 1  
Sumber: PT TMMIN



Gambar 4.3 Struktur Organisasi PT TMMIN Sunter 1 (Lanjutan)  
Sumber: PT TMMIN

1) Jenis Uraian Pekerjaan (*Job Description*)

PT TMMIN sebagai perusahaan otomotif terbesar dan terkenal disetiap bagiannya, untuk setiap kedudukan atau posisi jabatan memiliki tugasnya masing-masing. Uraian pekerjaan disetiap bagiannya adalah:

a. *Boards Of Directors*

*Boards Of Directors* merupakan jajaran direksi yang terdiri dari *president Director*, *Vice President directors*, dan *Directors* yang memegang manajemen tertinggi di perusahaan. Beberapa direktur mengepalai sebuah direktorat dengan satu atau lebih divisi di dalamnya.

b. *Corporate Planning*

*Corporate Planning* merupakan struktur organisasi yang terpisah dari direktorat dengan seorang *General Manajer* yang mengepalainya. Fungsi utama *corporate independent* adalah sebagai badan *independent* yang menangani masalah Yayasan Toyota dan Astra, Komite TQM (*Total Quality Management*), komite kesejahteraan karyawan meliputi keamanan kerja, kesehatan dan kenyamanan lingkungan, serta *reporting* yang harus dilaporkan ke jajaran *Boards Of Directors* terutama yang berhubungan dengan area kerja perusahaan.

2) Uraian Pekerjaan tiap Divisi

Uraian pekerjaan berdasarkan divisinya hanya tertuju pada semua divisi yang ada di PT TMMIN *Sunter 1 Plant* saja. Uraian divisi di PT TMMIN *Sunter 1* adalah:

a. *Sunter 1 Plant*

Area produksi *sunter 1 plant* terdiri atas 4 divisi dengan hasil produk yang berbeda-beda antara satu divisi dengan yang lainnya.

➤ *Divisi engine production*

*Engine production division* atau lebih sering disebut sebagai *engine plant* memproduksi *engine assy* baik untuk kebutuhan domestik maupun untuk kebutuhan ekspor. Selain itu, diproduksi pula beberapa *engine components*.

➤ *Divisi component export vaning*

Divisi ini khusus memproduksi *jig-jig* untuk ekspor yang sudah dilakukan sejak 1987. Negara tujuan ekspor dari divisi *jig tooling* yaitu Venezuela, Pakistan, Jepang, Malaysia, dan Philipina.

➤ *Divisi service part and walding part*

*Service part and welding part division* untuk di sunter 1 sendiri lebih berfokus pada *service part* dengan memberikan pelayanan *after sales*. Sedangkan untuk *welding part* sendiri hampir sama dengan divisi *welding* yang ada di *plant* karawang 1.

➤ *Divisi plant administration*

Divisi ini khusus untuk menangani semua proses administrasi produksi, kelistrikan maupun pembangunan infrastruktur gedung yang ada pada perusahaan.

b. *Technical*

Merupakan *Directorate* yang menangani masalah-masalah teknik yang terdiri dari *Engineering Division and Quality Division*.

➤ *Engineering Division*

*Engineering Division* merupakan salah satu divisi yang ada di PT TMMIN, disinilah dilakukannya *development part* yang merupakan *local development*, selain itu di divisi ini juga menangani administrasi yang menyangkut spesifikasi komponen/*material*. Semua komponen/*material* akan diterima dari *mother company TMMIN* Jepang, yaitu *Toyota Motor Corporation (TMC)*. *Routing part* untuk pertama kali yang diterima, kemudian *drawing* untuk setiap komponen/*material* akan diinformasikan kemudian. *Engineering division* akan membuat sebuah *Prototype* atas *drawing* yang telah diterima, dan dilakukan *Trial* sesudahnya. Hasil *trial* akan dikonfirmasi ke TMC. Apabila mendapat persetujuan maka divisi ini akan mengeluarkan ECI (*engineering change instruction*) ke divisi *purchasing* untuk mulai dilakukan pembelian ke pemasok. Setelah komponen/*material* terpasang dalam unit produksi divisi *engineering* masih harus mengecek dimensinya agar tidak terjadi kesalahan pada ukuran.

➤ *Quality Division*

Terdiri atas satu divisi saja yaitu *quality division* dengan definisi kerja untuk mengamankan jalannya produksi serta mengontrol semua kualitas bahan baku (*raw material*), komponen barang setengah jadi (*semi finished goods*), barang jadi (*finished goods/units*), maupun kualitas kendaraan yang telah dijual serta melayani pengaduan konsumen atas produk yang telah dibeli.

Divisi ini mempunyai peran penting terhadap kepuasan pelanggan ditinjau dari kualitas produk karena akan mempertaruhkan kelangsungan produk Toyota di masa yang akan datang.

➤ *Purchasing*

Di dalam direktorat *purchasing* hanya terdapat satu divisi saja, yaitu *purchasing Division*. Divisi ini memiliki tugas untuk mencari referensi komponen/*material* yang akan digunakan untuk proses produksi dengan harga yang murah dan berkualitas tinggi. Apabila harga penawaran telah disepakati, maka divisi *purchasing* akan membuat PO (*purchasing order*) yang dikirimkan kepada semua pemasok, dan penagihannya oleh pemasok diteruskan langsung ke divisi *finance*.

c. *Administration*

*Administration* juga terdiri atas satu divisi saja yaitu *plant administration division* yang bertugas untuk menangani semua proses administrasi produksi, seperti penyediaan *consumable part* (bahan bakar, sarung tangan (*gloves*), *ear plug*, *safety shoes*, *helmet*, *cat*, dan sebagainya) serta keamanan dan kenyamanan kerja karyawan di lingkungan kerja. Salah satu di Administrasi adalah *Human resources and General Affairs*, terdapat 2 divisi dalam direktorat ini. Secara umum kedua divisi ini bertugas untuk menangani masalah kepersonalian serta perawatan aset-aset fisik perusahaan.

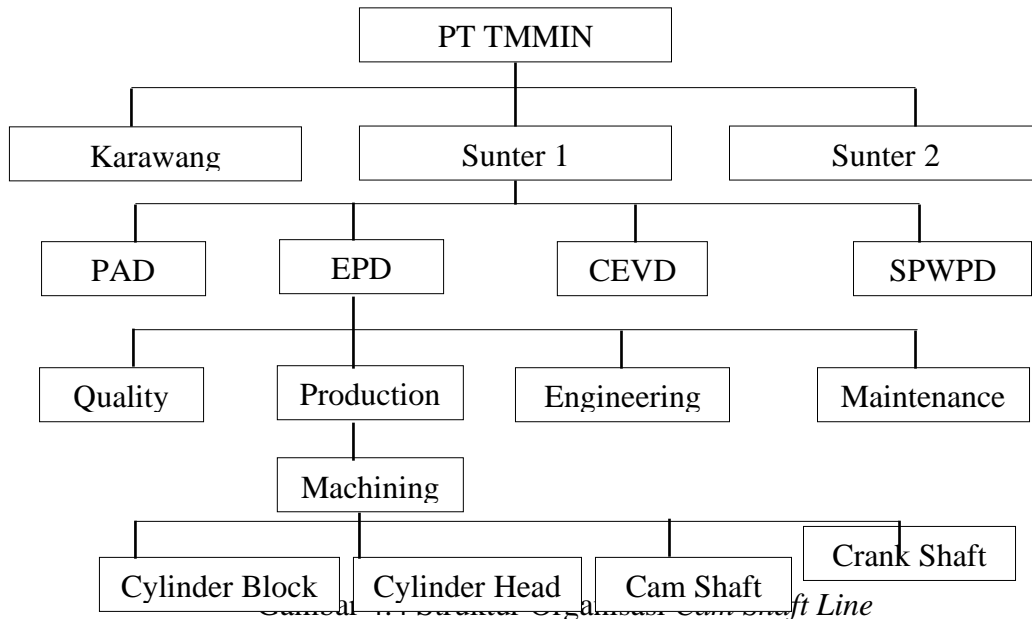
➤ *Human resources division*

Divisi ini menangani masalah administrasi kepegawaian, seperti proses *recruitment* tenaga kerja, pengangkatan karyawan, pemberhentian kerja karyawan, penentuan jabatan, surat-surat perizinan, pembayaran gaji dan kesejahteraan karyawan lainnya. Selain itu, divisi ini juga memiliki *training centre* yang bertugas untuk membekali keterampilan kerja karyawan untuk mendukung kerja di masing-masing bagian.

➤ *General affairs division*

*General affairs division* berfungsi untuk perawatan dan pengadaan aset-aset perusahaan seperti gedung, instalasi listrik/air/telepon, kendaraan pool, fasilitas parkir, keamanan perusahaan (*security*), dan sebagainya.

Struktur Organisasi yang telah diuraikan pada Gambar 4.3 sebelumnya merupakan Struktur Organisasi secara umum untuk di PT TMMIN Sunter 1. Berikut adalah Struktur Organisasi pada *Engine Production Division* untuk dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Sumber: PT TMMIN

#### 4.1.6 Jam Kerja yang Ditetapkan oleh PT TMMIN

Agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar, tenaga kerja PT TMMIN harus mematuhi peraturan yang telah menjadi persyaratan dalam perusahaan. Adapun waktu jam kerja yaitu 8 jam perhari dan 40 jam seminggu. Berikut adalah pengaturan jam kerja yang berlaku di PT TMMIN :

Untuk *plant* / produksi = 07.00 s/d 16.00 WIB

Untuk *office (head office)* = 08.00 s/d 16.45 WIB

Untuk di *plant*/produksi secara lebih rinci terbagi menjadi 2 shift yaitu shift siang dan shift malam dengan pembagiannya berdasarkan shiftnya (shift red/shift white). Jam kerja yang ditetapkan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Waktu kerja PT ToyotaMotor Manufacturing Indonesia

Hari	Kegiatan	Jam	Menit
Senin-Kamis	Senam Pagi	07.10 – 07.15	5
	Briefing Pagi	07.15 – 07.25	10
	Kegiatan 5s PraProduksi	07.25 – 07.30	5
	Aktivitas	07.30 – 09.30	120

	<i>Hot Time</i>	09.30 – 09.40	10
	Aktivitas	09.40 – 11.45	125
	Istirahat	11.45 – 12.30	45
	Aktivitas	12.30 – 14.00	90

Sumber: PT TMMIN

Tabel 4.1 Waktu kerja PT ToyotaMotor Manufacturing Indonesia (Lanjutan)

Hari	Kegiatan	Jam	Menit
Senin-Kamis	<i>Hot Time</i>	14.00 – 14.10	10
	Aktivitas	14.10 – 16.00	110
	Kegiatan 5s PascaProduksi	16.00 – 16.20	20
	Pulang	16.20	0
Total waktu kerja/ hari			480 menit
Jumat	Senam Pagi	07.10 – 07.15	5
	<i>Briefing</i> Pagi	07.15 – 07.25	10
	Kegiatan 5s PraProduksi	07.25 – 07.30	5
	Aktivitas	07.30 – 09.30	120
	<i>Hot Time</i>	09.30 – 09.40	10
	Aktivitas	09.40 – 11.45	125
	Istirahat	11.45 – 13.00	75
	Aktivitas	13.00 – 14.30	90
	<i>Hot Time</i>	14.30 – 14.40	10
	Aktivitas	14.40 – 16.30	110
	Kegiatan 5s PascaProduksi	16.30 – 16.50	20
	Pulang	16.50	0
Total waktu kerja/ hari			480 menit

Sumber: PT TMMIN

#### 4.1.7 Produk yang Dihasilkan oleh PT TMMIN

Toyota berkomitmen untuk terus-menerus berupaya keras melakukan aktivitas-aktivitas yang memberikan kontribusi dan dampak positif bagi bangsa Indonesia. Dalam perjalanannya TMMIN telah memproduksi mobil, mesin, komponen serta *dies* dan *jig*. Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, keempat jenis produk ini juga diekspor ke berbagai negara.

Perusahaan ini telah memproduksi berbagai macam jenis mobil, jenis mesin, komponen bodi dan komponen mesin, serta *dies and jig*. Hasil produksi PT TMMIN dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil Produksi PT TMMIN  
Sumber: PT TMMIN

#### 4.1.8 Deskripsi Produk *Engine*

Divisi *engine production* atau lebih sering disebut sebagai *engine plant* memproduksi *engine assy* baik untuk kebutuhan *domestic* maupun untuk kebutuhan *ekspor*. Selain itu diproduksi pula beberapa *engine components*. *Engine assy* yang diproduksi untuk kendaraan model kijang innova dan Fortuner. PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia rata-rata memproduksi kurang lebih 90.000 pcs *engine* setiap tahunnya dengan hasil produksi berkisar 340 pcs perhari. Dimana produksi per hari dibagi menjadi dua shift waktu kerja. Untuk shift pagi hari memiliki waktu kerja 7,58 jam sedangkan untuk shift malamnya memiliki kurun waktu kerja 6,58 jam. Pada plant Sunter 1 *Assy Line* dengan *takt time* yang dibutuhkan untuk merakit 1 *Engine* adalah 126 *second*. Jadi, dalam 126 *second* menghasilkan 1 produk *Engine*. Berikut *engine* yang dihasilkan di PT TMMIN Sunter 1 *plant* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Produk *Engine* 1TR dan 2TR  
Sumber: PT TMMIN

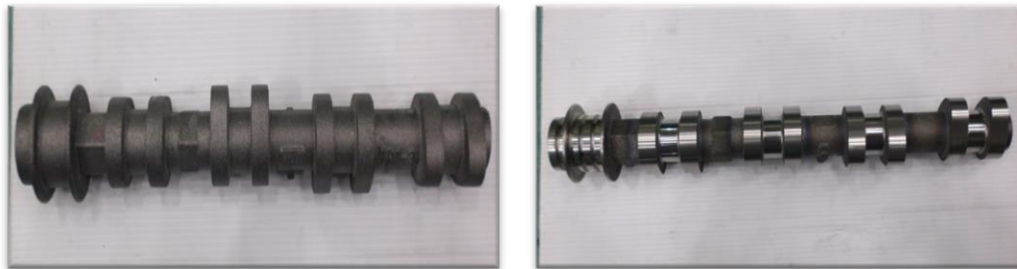
Berikut beberapa tipe *Engine* yang terdapat pada *Assembly* :

- a. *Engine* TR adalah jenis mesin kendaraan untuk mobil kijang innova dan fortuner dengan bahan bakar bensin. Tipe mesin ini dipakai untuk mesin mobil kijang innova dan fortuner dalam periode 2003-2015.

- b. *Engine Ethanol* adalah jenis mesin kendaraan yang berbahan dasar alkohol. Mesin ini diproduksi untuk memenuhi ekspor ke negara Argentina. Mesin ini baru saja diluncurkan pada tahun 2016.
- c. *Engine Hi ACE* adalah jenis mesin kendaraan yang sama dengan susunan pada *Engine TR* bedanya hanyalah *Engine* ini untuk diexport digunakan pada mobil *pick up*. Mesin tipe ini telah diproduksi dalam periode dari tahun 2004 hingga sekarang.
- d. *Engine TR/Kai* adalah jenis mesin kendaraan dengan berbahan bakar bensin untuk mobil Kijang Innova dan Fortuner berbeda dengan *Engine TR* yang terletak pada bagian *cylinder Head* dan adanya penomoran *size bearing*. Mesin tipe ini baru saja diluncurkan pada tahun 2015.

#### 4.1.9 Deskripsi Lini Cam Shaft

Proses permesinan yang ada di *Engine Production Division* terbagi menjadi empat lini seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Di Lini Cam Shaft sendiri merupakan proses permesinan untuk produksi komponen *cam shaft*. Komponen *cam shaft* yang diproduksi adalah komponen tipe *In TR Reguler/Kai* dan *Ex TR Reguler/Kai*. Contoh salah satu komponen *cam shaft* dalam bentuk *blank material* dan *finish good* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Contoh *Blank Material* dan *Finish Good cam shaft component* tipe *In TR Reguler& In TR Kai*

Sumber: PT TMMIN

#### 4.1.10 Data Produksi dan Data Defect Kebutuhan Lini Cam Shaft

Kebutuhan Produksi di Lini Cam Shaft ditentukan berdasarkan banyak sedikitnya kebutuhan pasar lokal dan mancanegara pada periode tertentu. Kebutuhan komponen *cam shaft* yang diproduksi dapat dilihat pada Tabel 4.2 untuk data produksi harian pada periode Januari dan 2016.

Tabel 4.2 Data Produksi Harian pada periode Januari 2016

Data Produksi Per Hari Periode Januari 2016				
No	Tanggal	Produksi Per Shift Per Hari (Unit)		Total (Unit)
		Red	White	
1	04-01-2016	954	732	1.686
2	05-01-2016	638	834	1.472
3	06-01-2016	954	894	1.848

Sumber: PT TMMIN

Tabel 4.2 Data Produksi Harian pada periode Januari 2016 (Lanjutan)

Data Produksi Per Hari Periode Januari 2016				
No	Tanggal	Produksi Per Shift Per Hari (Unit)		Total (Unit)
		Red	White	
4	07-01-2016	954	778	1.732
5	08-01-2016	480	820	1.300
6	09-01-2016	700	480	1.180
7	11-01-2016	96	594	690
8	12-01-2016	858	876	1.734
9	13-01-2016	758	954	1.712
10	14-01-2016	0	938	938
11	15-01-2016	494	471	965
12	18-01-2016	838	838	1.676
13	19-01-2016	872	942	1.814
14	20-01-2016	850	944	1.794
15	21-01-2016	946	892	1.838
16	22-01-2016	946	998	1.944
17	23-01-2016	946	952	1.898
18	24-01-2016	122	768	890
19	25-01-2016	758	220	978
20	26-01-2016	972	796	1.768
21	27-01-2016	994	878	1.872
22	28-01-2016	958	850	1.808
23	29-01-2016	958	858	1.816
24	30-01-2016	872	948	1.820
Total		17.918	19.255	37.173

Sumber: PT TMMIN

*Zero defect* atau tidak adanya produk cacat adalah tantangan atau target yang ingin dicapai untuk setiap perusahaan. Pencapaian target tersebut tidak dapat terjadi dengan mudah dalam waktu singkat. Di Lini Cam Shaft produk cacat pasti terjadi setiap harinya dari rencana produksi yang ditetapkan. Data produk cacat atau *Defect Data*

dikategorikan menjadi *defect casting*, *defect in process* and *defect next process*. Data *Defect in Process* di Lini Cam Shaft periode Januari 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data *Defect in Process* Periode Januari 2016

No.	Nama Mesin	Permasalahan	Jumlah <i>Defect</i> (unit)
1	Finish	Flange Arabiki	2

Sumber: PT TMMIN

Tabel 4.3 Data *Defect in Process* Periode Januari 2016 (Lanjutan)

No.	Nama Mesin	Permasalahan	Jumlah <i>Defect</i> (unit)
2	Finish	Ø journal Besar	2
3	IGR-032	Cam Dansuki	0
4	IGR-039	Ø journal Tapper	3
5	IGR-039	Ø journal Tapper	8
6	IGR-040	Ø journal Besar	3
7	IGR-043	Try Maintenance	0
8	ILA-006	Disntance Thrust Face NG	2
9	ILA-007	Thrust NG	3
10	IMIH-003	Yakire ½ Proses	30
11	ISP-069	Screw Hole NG	0
12	ISP-070	Dowel NG	2
13	ISP-069	Angle Sensor NG	1
TOTAL			56

Sumber: PT TMMIN

Data *defect* atau cacat yang dikategorikan oleh perusahaan memiliki tiga kriteria untuk menyebutkan kalau komponen itu dapat dikatakan cacat. Ketiga kriteria cacat tersebut berupa cacat dari proses *casting*, cacat dari proses selanjutnya, dan cacat selama proses berlangsung. Data *defect* di Lini Cam Shaft periode januari 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data *Defect Casting*, *Defect Next Process* dan *Defect In Process* periode Januari 2016

<i>Defect Casting, Defect Next Process dan Defect In Process</i>					
No.	Tanggal	Jumlah <i>Defect</i> (unit)	No.	Tanggal	Jumlah <i>Defect</i> (unit)
1	04-01-2016	64	13	19-01-2016	42
2	05-01-2016	44	14	20-01-2016	46
3	06-01-2016	48	15	21-01-2016	38
4	07-01-2016	66	16	22-01-2016	54
5	08-01-2016	56	17	23-01-2016	39
6	09-01-2016	30	18	24-01-2016	24

<i>Defect Casting, Defect Next Process dan Defect In Process</i>					
No.	Tanggal	Jumlah Defect (unit)	No.	Tanggal	Jumlah Defect (unit)
7	11-01-2016	14	19	25-01-2016	12
8	12-01-2016	18	20	26-01-2016	28
9	13-01-2016	30	21	27-01-2016	46
10	14-01-2016	16	22	28-01-2016	30

Sumber: PT TMMIN

Tabel 4.4 Data *Defect Casting, Defect Next Process dan Defect In Process* periode Januari 2016 (Lanjutan)

<i>Defect Casting, Defect Next Process dan Defect In Process</i>					
No.	Tanggal	Jumlah Defect (unit)	No.	Tanggal	Jumlah Defect (unit)
11	15-01-2016	50	23	29-01-2016	36
12	18-01-2016	48	24	30-01-2016	87
Sub Total		484	Sub Total		482
Total					966

Sumber: PT TMMIN

#### 4.1.11 Penggunaan Mesin dan *Linestop Machine* di Lini Cam Shaft

Lini Cam Shaft adalah Lini yang memproduksi komponen *cam shaft* dengan proses produksinya hampir semuanya menggunakan mesin atau biasa dikatakan semi auto. Ada 24 mesin yang digunakan di Lini Cam Shaft dan 2 diantaranya merupakan mesin paralel, sehingga total mesin yang digunakan adalah 22 jenis mesin. Jenis-jenis mesin yang digunakan di Lini Cam Shaft beserta proses perlakuannya dapat dilihat lebih detail pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Penjelasan Proses Permesinan Lini Cam Shaft

No.	Nama Mesin	Proses yang Dilakukan
1.	ICE-002	<i>Centering Both Late</i>
2.	IMIH-003	<i>Heat Treatment</i>
3.	ILA-006	<i>Finish Turning outer Diameter</i>
4.	ILA-007	<i>Finish Turning outer Diameter</i>
5.	ISP-069	<i>Drilling and Tapping Outer Diameter</i>
		<i>Drilling and Reaming Dowel Hole</i>
6.	ISP-070	<i>Drilling and Tapping Outer Diameter</i>
		<i>Drilling and Reaming Dowel Hole</i>
7.	ISP-071	<i>Drilling VVT Oil Hole</i>

8.	ISP-072	<i>Drilling VVT Oil Hole</i>
9.	ISP-073	<i>Drilling Radial Oil Hole for Advance Cam Angle Front Portion</i>
10.	MANUAL	<i>Press Fitting Pin and Baritori</i>

Sumber: PT TMMIN

Tabel 4.5 Penjelasan Proses Permesinan Lini Cam Shaft (Lanjutan)

No.	Nama Mesin	Proses yang Dilakukan
11.	IGR-039	<i>Finish Grinding Journals (IN)</i>
12.	IGR-033	<i>Semi Finish Grinding Cam Profile (IN)</i>
13.	IZK-050	<i>Baritori Grove Journal 1# and Grove Shaft Front</i>
14.	IGR-032	<i>Finish Grinding Cam Profile (IN)</i>
15.	IGR-040	<i>Finish Grinding Journals (EX)</i>
16.	IGR-035	<i>Semi Finish Grinding Cam Profile (EX)</i>
17.	IGR-034	<i>Finish Grinding Cam Profile (EX)</i>
18.	I.37 AEC & I.38 AEC	<i>Measuring Marposs</i>
19.	ILP-004	<i>Paper Lapping Journal</i>
20.	IWB-030	<i>Whasing</i>
21.	AIR BLOW	<i>Air Blow Diameter Cam and Journal</i>
22.	I.44 AEC & I.45 AEC	<i>Measuring Marposs</i>

Sumber: PT TMMIN

*Linestop Machine* atau yang biasa disebut dengan *breakdown/downtime machine* adalah terhentinya suatu mesin yang tidak diduga. Mesin berhenti secara tiba-tiba yang bisa saja disebabkan karena adanya kerusakan di mesin, patahnya mata pahat pada mesin atau terjadinya listrik padam. Terjadinya *Linestop Machine* mengakibatkan menurunnya target produksi yang harus dicapai. Berikut data *Linestop Machine* di Lini Cam Shaft dapat dilihat pada Tabel 4.6 untuk periode Januari 2016

Tabel 4.6 Data *Linestop Machine* Periode Januari 2016

No.	Tanggal	Nama Mesin	Permasalahan	Jumlah waktu (menit)
1	04-01-2016	IGR-039	Part Rotary Fault	5,40
2	05-01-2016	IGR-032	V/C Bibiri	6,48
3	10-01-2016	ISP-095	GS VI Kerak Hole Fault	6,48
4	15-01-2016	IMIH-003	Coil Touch No.2 Fault	140,40
5	18-01-2016	IMIH-003	Hard Wattage Upper	22,68
6	20-01-2016	IMIH-003	Rotate Fault	11,88

7	23-01-2016	ISP-071	Pin Datum Fault	6,48
---	------------	---------	-----------------	------

Sumber: PT TMMIN

Tabel 4.6 Data *Linestop Machine* Periode Januari 2016 (Lanjutan)

No.	Tanggal	Nama Mesin	Permasalahan	Jumlah waktu (menit)
8	24-01-2016	ISP-069	Radiator Fan Failure	2,65
Total Waktu <i>Linestop</i>				202,45
Rata-Rata Waktu <i>Linestop</i>				25,31

Sumber: PT TMMIN

Data yang dibutuhkan lainnya adalah untuk *set up and adjustment* pada mesin IMIH-003 selama 15 menit, dan *ideal cycle time* selama 0,22 menit/unit yang menjadi ketetapan dari PT TMMIN.

## 4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan berdasarkan pada data-data yang telah diperoleh. Data yang didapat kemudian diolah dengan perhitungan-perhitungan berdasarkan pada rumus perhitungan nilai OEE untuk memperoleh efektivitas mesin di Lini Cam Shaft.

Berdasarkan pada pengumpulan data, data *Linestop Machine* dengan total waktu terlama yang diperoleh pada Januari 2016 di Lini Cam shaft adalah Mesin IMIH-003 dengan total waktu *Linestop* selama 174,96 menit, sehingga produk yang cacat selama proses (*Defect In Process*) di mesin IMIH-003 sebanyak 30 unit pada *Yakire 1/2 Process*. Permasalahan inilah yang menjadi fokus utama pada analisis perhitungan nilai OEE yang terjadi di mesin IMIH-003.

### 4.2.1 Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness*

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah ukuran secara menyeluruh untuk mengetahui tingkat efektivitas terhadap mesin dan peralatan. Perhitungan nilai OEE tergantung dari ketiga kategori yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Ketiga kategori ini yang mewakili *six big losses* untuk mengidentifikasi kerugian apa yang menjadi penyebab menurunnya tingkat efektivitas pada mesin dan peralatan. Perhitungan nilai OEE dengan masing-masing kategori diuraikan sebagai berikut:

- 1) *Availability Ratio* adalah rasio yang menunjukkan penggunaan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran *Availability Ratio* ini adalah *machine working time*, *planned*

*downtime, downtime/linestop (failure and repair dan set up and adjustment).* Langkah-langkahnya yang pertama mencari *total availability time*, yaitu dengan menghitung waktu yang tersedia untuk mesin beroperasi dan mengubah satuannya menjadi menit. Langkah kedua yaitu dengan menghitung *loading time* yang diperoleh dari persamaan 2.3 yaitu hasil pengurangan antara *total availability time* dengan *planned downtime*. Langkah terakhir sebelum menghitung nilai *Availability Ratio*-nya adalah menentukan nilai *operation time* dengan mengurangi *loading time* dengan *failure& repair* dan *set up& adjustment*. Berikut contoh pengukuran nilai *Availability ratio* pada periode 1:

a. *Total Availability Time*

$$\begin{aligned} \text{Total availability time} &= (8 \text{ jam kerja mesin} \times 60 \text{ menit}) \\ &= 480 \text{ menit jam kerja mesin} \end{aligned}$$

b. *Loading Time*

$$\begin{aligned} \text{Loading time} &= 480 \text{ menit} - 35 \text{ menit} \\ &= 445 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. *Operation Time*

$$\begin{aligned} \text{Operation time} &= \text{loading time} - \text{failure\&repair} - \text{setup\&adjustment} \\ &= 445 \text{ menit} - 0 \text{ menit} - 15 \text{ menit} \\ &= 430 \text{ menit} \end{aligned}$$

d. *Availability*

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{445 \text{ menit} - (0 + 15) \text{ menit}}{445 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 96,63\% \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *Availability Ratio* pada Mesin IMIH-003 dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perhitungan Nilai *Availability Ratio* Periode Januari 2016

No	Tanggal	<i>Machine Working Time</i> (menit)	<i>Planned Down time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Failure &amp; Repair</i> (menit)	<i>Set up &amp; Adj</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	AV Ratio (%)
1	04-01	480	35	445	0	15	430	96,63
2	05-01	480	35	445	0	15	430	96,63

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.7 Perhitungan Nilai *Availability Ratio* Periode Januari 2016 (Lanjutan)

No	Tanggal	<i>Machine Working Time</i> (menit)	<i>Planned Down time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Failure &amp; Repair</i> (menit)	<i>Set up &amp; Adj</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	AV Ratio (%)
----	---------	-------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------	--------------

		(menit)	(menit)					
3	06-01	480	35	445	0	15	430	96,63
4	07-01	480	35	445	0	15	430	96,63
5	08-01	480	35	445	0	15	430	96,63
6	09-01	480	35	445	0	15	430	96,63
7	11-01	480	35	445	0	15	430	96,63
8	12-01	480	35	445	0	15	430	96,63
9	13-01	480	35	445	0	15	430	96,63
10	14-01	480	35	445	0	15	430	96,63
11	15-01	480	35	445	140.40	15	289,6	65,08
12	18-01	480	35	445	22.68	15	407,32	91,53
13	19-01	480	35	445	0	15	430	96,63
14	20-01	480	35	445	0	15	430	96,63
15	21-01	480	35	445	0	15	430	96,63
16	22-01	480	35	445	0	15	430	96,63
17	23-01	480	35	445	0	15	430	96,63
18	24-01	480	35	445	0	15	430	96,63
19	25-01	480	35	445	0	15	430	96,63
20	26-01	480	35	445	11.88	15	418,12	93,96
21	27-01	480	35	445	0	15	430	96,63
22	28-01	480	35	445	0	15	430	96,63
23	29-01	480	35	445	0	15	430	96,63
24	30-01	480	35	445	0	15	430	96,63
Total		10.680	0	10.680	174.96	360	10.145,04	2.279,78
Rata-Rata								94,99

Sumber: Pengolahan Data

2) *Performance Efficiency* adalah rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang dinyatakan dalam persentase. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran *performance efficiency*, yaitu *theoretical/ideal cycle time*, *actual cycle time*, *output process* dan *operating time*. Langkah-langkahnya, yang pertama menentukan *actual cycle time* yang diperoleh dari pembagian antara *operation time* dengan *output process*. Langkah kedua mencari nilai dari *operating speed rate* dan *net operating rate*, untuk *operating speed rate* sendiri berdasarkan persamaan 2.4 adalah dengan membandingkan *ideal cycle time* dengan *actual cycle time* dan dikalikan 100%, sedangkan untuk *net operating rate* berdasarkan pada persamaan 2.5 yaitu dengan membandingkan *actual processing time* dengan *operation time* dan dikalikan dengan 100%. Berikut contoh pengukuran nilai *Performance efficiency* untuk periode 1:

a. *Actual Cycle Time*

$$\begin{aligned}
 \text{Actual cycle time} &= \frac{\text{operation time}}{\text{output process}} \\
 &= \frac{430 \text{ menit}}{1.686 \text{ unit}} = 0,26 \text{ menit/unit}
 \end{aligned}$$

b. *Operating Speed rate*

$$\begin{aligned} \text{Operating Speed Rate (OSR)} &= \frac{0,22 \text{ menit/unit}}{0,26 \text{ menit/unit}} \times 100\% \\ &= 84,69\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Net Operating rate (NOR)} &= \frac{1.686 \text{ unit} \times 0.26 \text{ menit/unit}}{430 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 1,00\% \end{aligned}$$

c. *Performance efficiency*

$$\begin{aligned} \text{Performance Efficiency (PE)} &= 1,00\% \times 84,69\% \\ &= 84,69\% \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *Performance Efficiency* pada Mesin IMIH-003 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Nilai *Performance Efficiency* Periode Januari 2016

No	Tanggal	Operation Time (menit)	Output (unit)	Ideal Cycle Time (menit/unit)	Actual Cycle Time (menit/unit)	OSR (%)	NOR (%)	PE (%)
1	04-01	430	1.686	0,22	0,26	84,69	1,00	84,69
2	05-01	430	1.472	0,22	0,29	73,94	1,00	73,94
3	06-01	430	1.848	0,22	0,23	92,83	1,00	92,83
4	07-01	430	1.732	0,22	0,25	87,00	1,00	87,00
5	08-01	430	1.300	0,22	0,33	65,30	1,00	65,30
6	09-01	430	1.180	0,22	0,36	59,27	1,00	59,27
7	11-01	430	690	0,22	0,62	34,66	1,00	34,66
8	12-01	430	1.734	0,22	0,25	87,10	1,00	87,10
9	13-01	430	1.712	0,22	0,25	86,00	1,00	86,00
10	14-01	430	938	0,22	0,46	47,12	1,00	47,12
11	15-01	289,6	965	0,22	0,30	71,98	1,00	71,98

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.8 Perhitungan Nilai *Performance Efficiency* Periode Januari 2016 (Lanjutan)

No	Tanggal	Operation Time (menit)	Output (unit)	Ideal Cycle Time (menit/unit)	Actual Cycle Time (menit/unit)	OSR (%)	NOR (%)	PE (%)
12	18-01	407,32	1.676	0,22	0,24	88,88	1,00	88,88
13	19-01	430	1.814	0,22	0,24	91,12	1,00	91,12
14	20-01	430	1.794	0,22	0,24	90,12	1,00	90,12
15	21-01	430	1.838	0,22	0,23	92,33	1,00	92,33

16	22-01	430	1.944	0,22	0,22	97,65	1,00	97,65
17	23-01	430	1.898	0,22	0,23	95,34	1,00	95,34
18	24-01	430	890	0,22	0,48	44,71	1,00	44,71
19	25-01	430	978	0,22	0,44	49,13	1,00	49,13
20	26-01	418,12	1.768	0,22	0,24	9133	1,00	9133
21	27-01	430	1.872	0,22	0,23	94,04	1,00	94,04
22	28-01	430	1.808	0,22	0,24	90,82	1,00	90,82
23	29-01	430	1.816	0,22	0,24	91,22	1,00	91,22
24	30-01	430	1.820	0,22	0,24	91,42	1,00	91,42
Total		10.145,04	37.173					1.898,01
Rata-Rata								79,08

Sumber: Pengolahan Data

- 3) *Rate of Quality Product* adalah rasio yang menunjukkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran nilai *Rate of Quality Product*, yaitu *output data* dan *rework and reject data*. Langkah penyelesaiannya berdasarkan persamaan 2.9 yaitu hanya membandingkan dari hasil pengurangan antara *output* yang dibutuhkan dengan jumlah total *defect casting, defect next process and defect in process* kemudian dibandingkan dengan *output* tersebut dan dikalikan dengan 100%. Berikut contoh pengukuran nilai *rate of quality product* pada periode 1:

*Rate of Quality Product*

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{1.686 \text{ unit} - 64 \text{ unit}}{1.686 \text{ unit}} \times 100\% = 96,20\%$$

Pengukuran nilai *Rate of Quality* pada mesin IMIH-003 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengukuran Nilai *Rate of Quality Product* Periode Januari 2016

No	Tanggal	Output (unit)	Defect (casting, next process and in process) (unit)	Rate of Quality Product (%)
1	04-01	1.686	64	96,20
2	05-01	1.472	44	97,01
3	06-01	1.848	48	97,40
4	07-01	1.732	66	96,19
5	08-01	1.300	56	95,69
6	09-01	1.180	30	97,46
7	11-01	690	14	97,97
8	12-01	1.734	18	98,96

9	13-01	1.712	30	98,25
10	14-01	938	16	98,29
11	15-01	965	50	94,82
12	18-01	1.676	48	97,14
13	19-01	1.814	42	97,68
14	20-01	1.794	46	97,44
15	21-01	1.838	38	97,93
16	22-01	1.944	54	97,22
17	23-01	1.898	39	97,95
18	24-01	890	24	97,30
19	25-01	978	12	98,77
20	26-01	1.768	28	98,42
21	27-01	1.872	46	97,54
22	28-01	1.808	30	98,34
23	29-01	1.816	36	98,02
24	30-01	1.820	87	95,22
Total		37.173	966	2.337,22
Rata-Rata				97,38

Sumber: Pengolahan Data

#### 4) *Overall Equipment Effectiveness*

Nilai *Availability Ratio*, *Performance Efficiency*, dan *Rate of Quality Product* yang telah didapatkan, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Pengukuran nilai OEE dilakukan dari hasil perkalian antara *availability ratio*, *performance efficiency* dan *rate of quality product* dengan dikalikan 100%. Pengukuran nilai OEE pada mesin IMIH-003 periode Januari 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness*

No	Tanggal	<i>Availability Ratio (%)</i>	<i>Performance Efficiency (%)</i>	<i>Rate of Quality Product (%)</i>	OEE (%)
1	04-01	96,63	84,69	96,20	78,73
2	05-01	96,63	73,94	97,01	69,31
3	06-01	96,63	92,83	97,40	87,37
4	07-01	96,63	87,00	96,19	80,87
5	08-01	96,63	65,30	95,69	60,38
6	09-01	96,63	59,27	97,46	55,82
7	11-01	96,63	34,66	97,97	32,81
8	12-01	96,63	87,10	98,96	83,29

9	13-01	96,63	86,00	98,25	81,64
10	14-01	65,08	47,12	98,29	44,75
11	15-01	91,53	71,98	94,82	44,41
12	18-01	96,63	88,88	97,14	79,02
13	19-01	96,63	91,12	97,68	86,01
14	20-01	96,63	90,12	97,44	84,85
15	21-01	96,63	92,33	97,93	87,37
16	22-01	96,63	97,65	97,22	91,74
17	23-01	96,63	95,34	97,95	90,23
18	24-01	96,63	44,71	97,30	42,04
19	25-01	96,63	49,13	98,77	46,89
20	26-01	93,96	91,33	98,42	84,46
21	27-01	96,63	94,04	97,54	88,63
22	28-01	96,63	90,82	98,34	86,30
23	29-01	96,63	91,22	98,02	86,40
24	30-01	96,63	91,42	95,22	84,12
Total		2.279,78	1.898,01	2.337,22	1.757,46
Rata-Rata					73,23

Sumber: Pengolahan Data

#### 4.2.2 Perbandingan Nilai OEE

Hasil perhitungan nilai OEE yang telah dilakukan sebelumnya, rata-rata nilai OEE untuk mesin IMIH-003 pada periode Januari 2016 sebesar 73,23%. Nilai tersebut kemudian dibandingkan berdasarkan nilai OEE standar JIPM untuk kelayakan terhadap penerapan TPM di perusahaan dan target rata-rata yang ditetapkan oleh perusahaan. Perbandingan nilai OEE berdasarkan dua pembandingan dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perbandingan Nilai OEE mesin IMIH-003 pada Januari 2016

No	Item Pembandingan	Hasil Pengolahan Data	Standar JIPM	Target PT TMMIN (1 tahun)	Judge
1	<i>Availability Ratio (AV)</i>	94,99%	90,00%	95,77%	X
2	<i>Performance Efficiency (PE)</i>	79,08%	95,00%	95,80%	X
3	<i>Rate of Quality Product (ROQ)</i>	97,38%	99,00%	98,45%	X
4	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	73,23%	85,00%	90,33 %	X

Keterangan: X = NG (*Not Good*), dan O = OK (*Good*)

Sumber: Pengumpulan dan pengolahan Data

### 4.2.3 Perbaikan di Mesin IMIH-003

Suatu perbaikan diusulkan bertujuan untuk dapat meningkatkan produktivitas kinerja baik terhadap mesin, pekerja/operator, dan produk yang dihasilkan. Di dalam perusahaan besar, penerapan pemeliharaan perlu dilakukan agar proses produksi dapat berjalan lancar dan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan.

Berdasarkan data yang telah diperoleh, permasalahan yang dihadapi di Lini Cam shaft pada periode Januari 2016 terkait pemeliharaan adalah terjadinya *linestop machine* di mesin IMIH-003. *Linestop machine* di mesin tersebut dengan total waktu yang tercatat yaitu selama 174,96 menit. Permasalahan *linestop machine* ini yang kemudian diolah dengan pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dan didapatkan nilai rata-rata dari ketiga kategori pengukuran nilai OEE tersebut yang tertera pada Tabel 4.10.

Berikut tahapan dalam melakukan perbaikan di mesin IMIH-003:

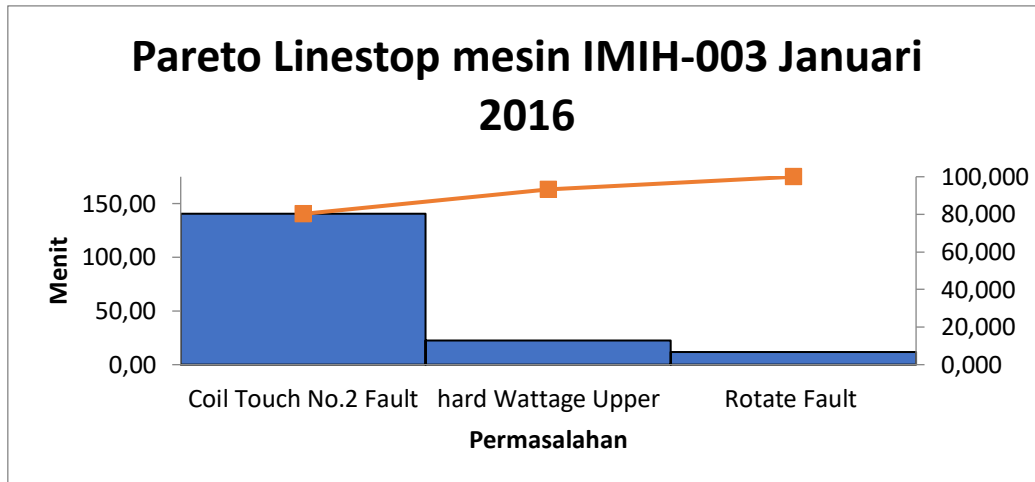
#### 1) Prioritas Permasalahan di Mesin IMIH-003

Penentuan data prioritas dengan menggunakan Diagram Pareto dari data *linestop machine* pada Tabel 4.6 diambil permasalahan pada mesin IMIH-003. Detail permasalahan di mesin IMIH-003 dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 4.8.

Tabel 4.12 Data Permasalahan di Mesin IMIH-003 periode januari 2016

No	Permasalahan	Waktu (menit)	Persentasi Waktu (%)	Kumulatif Persentasi Waktu (%)
1	<i>Coil Touch No.2 Fault</i>	140,40	80,247	80,247
2	<i>Hard Wattage Upper</i>	22.68	12,963	93,210
3	<i>Rotate Fault</i>	11,88	6,790	100,000
Total		174,96	100,000	

Sumber: Pengolahan Data



Gambar 4.8 Diagram Pareto *Linestop machine* IMIH-003  
Sumber: Pengolahan Data

## 2) *Checking Sheet* Permasalahan Utama

Berdasarkan data dari Diagram Pareto prioritas permasalahan utama terdapat pada *coil touch no.2 fault*, sehingga penyusunan *checking sheet* di mesin IMIH-003 adalah *coil touch no.2 fault*. *Checking sheet coil touch no.2 fault* di mesin IMIH-003 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 *Checking Sheet coil touch no.2 fault* di Mesin IMIH-003

<i>Factor</i>	<i>Item Control</i>	<i>Point Control</i>		<i>Judge</i>
		<i>standard</i>	<i>actual</i>	
<i>Man</i>	Cara operator <i>loading work cam</i> di mesin IMIH-003	Prosedur tata cara prosesnya sesuai SOP	Prosedur tata cara prosesnya sesuai SOP	O
<i>Material</i>	Hasil <i>work cam</i> sebelum di proses ke mesin berikutnya	1. Proses <i>centering work cam</i> di mesin ICE-002 ok	1. <i>Work cam</i> setelah proses <i>centering</i> ok,	O

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.13 *Checking Sheet coil touch no.2 fault* di Mesin IMIH-003 (Lanjutan)

<i>Factor</i>	<i>Item Control</i>	<i>Point Control</i>		<i>Judge</i>
		<i>standard</i>	<i>actual</i>	
		2. Kondisi <i>work cam</i> bersih	2. Kondisi <i>work cam</i> kotor	X
<i>method</i>	Cara kerja operator sesuai dengan urutan tskk (tabel standar kerja kombinasi)	Cara kerja operator sesuai dengan tskk	Cara kerja operator sesuai dengan tskk	O
<i>machine</i>	1. Proses perputaran <i>work cam</i> pada mesin IMIH-003	1. Proses perputaran <i>work cam smooth</i>	1. Proses perputaran <i>work cam</i> oleng	X
	2. Kebersihan <i>coil</i>	2. <i>Coil</i> pada mesin	2. <i>Coil</i> pada mesin	X

	pada mesin IMIH-003	IMIH-003 bersih	IMIH-003 kotor	
<i>environment</i>	1. Penerangan mesin di lini cam shaft	1. Adanya lampu penerangan	1. Lampu terang sesuai kebutuhan operator dalam mengoperasikan mesin	O
	2. Kebersihan mesin di lini cam shaft	2. Mesin bersih, 5s sesuai jadwal	2. Mesin dan sekitar lini bersih	O

Keterangan: X = NG (*Not Good*), dan O = OK (*Good*)

Sumber: Pengolahan Data

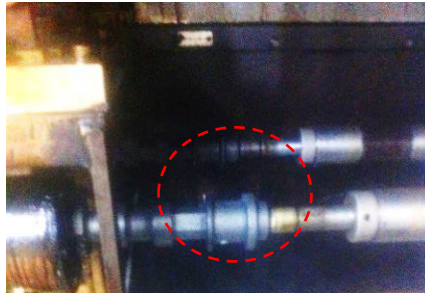
Hasil *checking sheet* terhadap *coil touch no.2 fault* berdasarkan 5 faktor yang diamati diperoleh 3 permasalahan dari 2 faktor yang tidak sesuai dengan standarnya. Tiga permasalahan tersebut satu dari faktor material yaitu kondisi *work cam* kotor dan dua permasalahan dari faktor mesin yaitu proses perputaran *work cam* oleng dan *coil* pada mesin IMIH-003 kotor. Berikut ilustrasi dengan gambar dari ketiga permasalahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, dan Gambar 4.11.

### 3) *Fishbone Diagram coil touch no.2 fault*

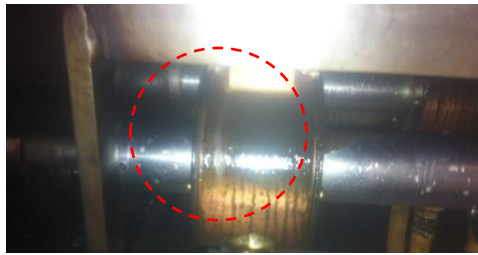
*Fishbone diagram* atau diagram tulang ikan pada permasalahan *coil touch no.2 fault* yang akan dibuat berdasarkan dari dua faktor pada hasil *checking sheet* sebelumnya. Pemilihan diagram tulang ikan dilakukan untuk menemukan inti atau akar dari permasalahan-permasalahan tersebut. Analisis diagram tulang ikan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.9 Kondisi *Work* Kotor  
Sumber: PT TMMIN



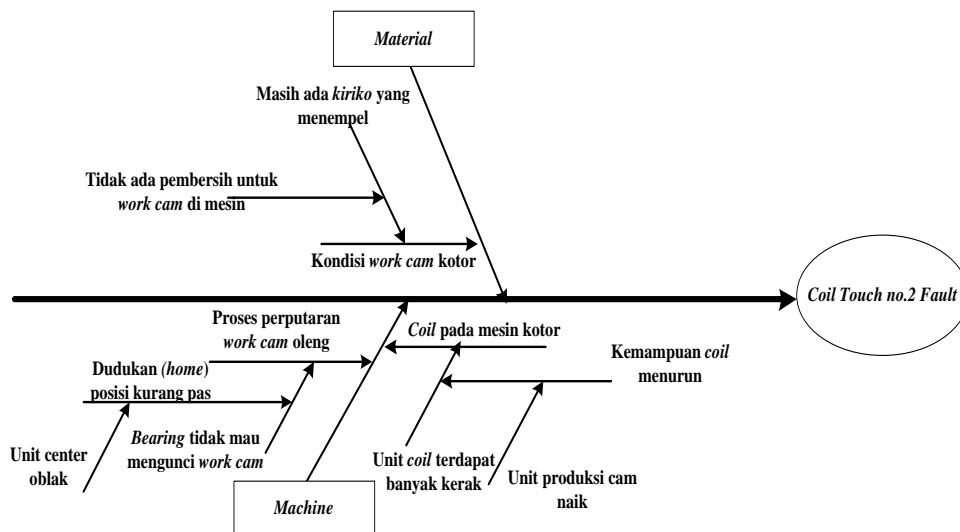
Gambar 4.10 Proses Perputaran *Work Olang*  
 Sumber: PT TMMIN



Gambar 4.11 *coil* pada mesin IMIH-003 kotor  
 Sumber: PT TMMIN

4) Rencana Perbaikan

Rencana perbaikan dilakukan untuk menentukan kapan permasalahan akan diterapkan dan permasalahan manakah yang harus didahulukan untuk dilakukannya perbaikan tersebut. Berdasarkan pencarian akar permasalahan dari masing-masing faktor diperoleh akar permasalahannya atau penyebabnya tersebut. Pada faktor *material* permasalahan yang terjadi adalah kondisi *work cam* kotor disebabkan tidak adanya pembersih untuk *work cam* di mesin sehingga rencana perbaikannya dengan memasang pancaran *coolant* pada mesin.



rangan: *Kiriko*=scrap (casting/after process)



ket

Gambar 4.12 *Fishbone Diagram No.2 Fault*

Sumber: Pengolahan Data


Pada faktor *machine* untuk permasalahan *coil* pada mesin IMIH-003 kotor disebabkan kemampuan *coil* yang menurun karena unit produksi cam naik, sehingga rencana perbaikannya dengan mengganti *coil* yang baru, dan untuk permasalahan pada proses perputaran *work cam* yang oleng disebabkan oleh unit center oblak, sehingga rencana perbaikannya dengan mengganti *bearing unit center*. Rencana perbaikan pada *coil touch no.2 fault* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Rencana Perbaikan *coil touch no.2 fault* di Mesin IMIH-003

Permasalahan	Rencana Perbaikan	Ilustrasi	PIC	Waktu
<i>Unit Center</i> Oblak	<i>Repair</i> dan ganti <i>bearing unit center</i>		Produksi dan <i>maintenance</i>	Februari minggu II
Tidak ada pembersih untuk <i>work cam</i> di mesin	Pasang pancaran <i>coolant</i> pada mesin		Produksi dan <i>engineering service</i>	Februari minggu III

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.14 Rencana Perbaikan *coil touch no.2 fault* di Mesin IMIH-003 (Lanjutan)

Permasalahan	Rencana Perbaikan	Ilustrasi	PIC	Waktu
kemampuan <i>coil</i> menurun	Ganti <i>coil</i> yang baru		Produksi	Maret minggu I

Sumber: Pengolahan Data

##### 5) Detail Perbaikan

Detail perbaikan dimaksudkan untuk memperjelas langkah-langkah dalam melakukan perbaikan yang telah direncanakan sebelumnya. Untuk perbaikan pada *unit center* yang oblak misalnya, perbaikannya dengan *repair* dan mengganti *bearing* pada *unit center*, detail perbaikannya dengan melakukan *order sheet*

*maintenance*, bongkar *unit center*, ganti dengan *bearing center* baru, *install unit center*, lakukan uji coba (*trial and error*), dan catat hasil perbaikan dengan melakukan *henkaten*. Detail perbaikan pada *coil touch no.2 fault* secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Detail Perbaikan *coil touch no.2 fault* di Mesin IMIH-003

Permasalahan	Perbaikan	Detail Perbaikan	PIC	Waktu
<i>Unit Center Oblak</i>	<i>Repair dan ganti bearing unit center</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Order sheet</i> kepada <i>maintenance</i></li> <li>2. Bongkar <i>unit center</i></li> <li>3. Ganti <i>bearing center</i> baru</li> <li>4. <i>Install unit center</i></li> <li>5. <i>Trial and error</i></li> <li>6. <i>Henkaten</i></li> </ol>	Produksi dan <i>maintenance</i>	Februari minggu II
Tidak ada pembersih untuk <i>work cam</i> di mesin	Pasang pancaran <i>coolant</i> pada mesin	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Buat desain</li> <li>2. <i>Order sheet maintenance</i> dan <i>engineering service</i></li> <li>3. <i>Install unit pancaran coolant</i></li> <li>4. <i>Trial and error</i></li> <li>5. <i>Follow up</i></li> <li>6. <i>Henkaten</i></li> </ol>	Produksi dan <i>engineering service</i>	Februari minggu III

Keterangan: PIC = Penanggungjawab

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.15 Detail Perbaikan *coil touch no.2 fault* di Mesin IMIH-003 (Lanjutan)

Permasalahan	Perbaikan	Detail Perbaikan	PIC	Waktu
Kemampuan <i>coil</i> menurun	Ganti <i>coil</i> yang baru	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Matikan mesin</li> <li>2. Lepas <i>coil</i> lama</li> <li>3. Pasang <i>coil</i> baru</li> <li>4. <i>Setting gap coil</i></li> <li>5. <i>Trial and error</i> pergerakan <i>work</i> terhadap <i>coil</i></li> <li>6. <i>henkaten</i></li> </ol>	Produksi	Maret minggu I

Keterangan: PIC = Penanggungjawab

Sumber: Pengolahan Data

Ketiga perbaikan berhasil dilakukan dan diterapkan di mesin IMIH-003, sehingga *linestop machine* yang terjadi di mesin IMIH-003 dapat teratasi dengan perbaikan tersebut. Berikut ilustrasi hasil perbaikan dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan Gambar 4.14.



Gambar 4.13 Sebelum dipasang pancaran *coolant* (kiri) dan setelah dipasang pancaran *coolant* (kanan)

Sumber: PT TMMIN



Gambar 4.14 Sebelum penggantian *coil* baru (kiri) dan setelah *coil* baru diganti (kanan)

Sumber: PT TMMIN

#### 4.2.4 Pengukuran Nilai OEE Setelah Perbaikan

Pengukuran nilai OEE kembali setelah dilakukannya perbaikan adalah untuk mengukur sejauh mana perubahan yang terjadi di mesin IMIH-003 agar dapat mengetahui perubahan tingkat efektivitas terhadap mesin dan peralatan tersebut. Data yang digunakan adalah data produksi, data *defect*, dan data *linestop machine* pada periode April 2016. Kebutuhan produksi pada periode April 2016 secara lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Data Produksi Harian pada periode April 2016

Data Produksi Per Hari Periode April 2016				
No	Tanggal	Produksi Per Shift Per Hari (Unit)		Total (Unit)
		Red	White	
1	01-04-2016	908	852	1.760
2	04-04-2016	808	900	1.708
3	05-04-2016	804	956	1.760
4	06-04-2016	936	754	1.690
5	07-04-2016	858	858	1.716
6	08-04-2016	732	756	1.488
7	09-04-2016	0	758	758
8	10-04-2016	0	758	758

Data Produksi Per Hari Periode April 2016				
No	Tanggal	Produksi Per Shift Per Hari (Unit)		Total (Unit)
		Red	White	
9	11-04-2016	808	898	1.706
10	12-04-2016	1.000	840	1.840
11	13-04-2016	842	688	1.530
12	14-04-2016	842	830	1.672
13	15-04-2016	842	838	1.680
14	16-04-2016	842	728	1.570
15	18-04-2016	780	838	1.618
16	19-04-2016	832	838	1.670
17	20-04-2016	838	838	1.676
18	21-04-2016	742	826	1.568
19	22-04-2016	782	774	1.556
20	25-04-2016	834	842	1.676
21	26-04-2016	838	830	1.668
22	27-04-2016	820	838	1.658
23	28-04-2016	830	836	1.666
24	29-04-2016	842	840	1.682
Total		18.360	19.714	38.074

Sumber: PT TMMIN

Setiap komponen cam shaft yang diproduksi tidak semuanya dikatakan baik, sehingga ada komponen yang cacat dari target produksi yang dijadwalkan sebelumnya. Komponen cam shaft yang cacat dikategorikan menjadi tiga bagian, yaitu *defect casting*, *defect in process*, dan *defect next process* dengan jumlah tertentu. Data cacat yang terjadi di Lini Cam Shaft secara detail dapat dilihat pada Tabel 4.17 data *defect* harian untuk periode April 2016.

Tabel 4.17 Data *Defect Casting*, *Defect Next Process* dan *Defect In Process* periode April 2016

<i>Defect Casting, Defect Next Process dan Defect In Process</i>					
No.	Tanggal	Jumlah Defect (unit)	No.	Tanggal	Jumlah Defect (unit)
1	01-04-2016	28	13	15-04-2016	20
2	04-04-2016	36	14	16-04-2016	30
3	05-04-2016	30	15	18-04-2016	20
4	06-04-2016	30	16	19-04-2016	22
5	07-04-2016	34	17	20-04-2016	26
6	08-04-2016	34	18	21-04-2016	32
7	09-04-2016	38	19	22-04-2016	36

8	10-04-2016	28	20	25-04-2016	20
9	11-04-2016	26	21	26-04-2016	32
10	12-04-2016	34	22	27-04-2016	28
11	13-04-2016	36	23	28-04-2016	24
12	14-04-2016	30	24	29-04-2016	30
Sub Total		384	Sub Total		320
Total					704

Sumber: PT TMMIN

Proses Produksi yang hampir semuanya menggunakan mesin, pasti akan mengalami *linestop machine*. *Linestop machine* yang terjadi di Lini Cam Shaft setelah perbaikan di mesin IMIH-003 mengalami peningkatan dengan rata-rata waktu *linestop machine* menjadi berkurang dari sebelumnya. Data *linestop machine* di Lini Cam Shaft pada periode April 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Data *Linestop Machine* Periode April 2016

No.	Tanggal	Nama Mesin	Permasalahan	Jumlah waktu (menit)
1	01-04-2016	ISP-095	GST V2 Defect Fault	9,80
2	05-04-2016	IGR-034	Contact Errorr	10,45
3	08-04-2016	IGR-032	Hasil Proses Crack	15,60
4	12-04-2016	ISP-095	GST Hole Defect Fault	13,36
5	18-04-2016	AIR BLOW	Work Melejit	25,36

Sumber: PT TMMIN

Tabel 4.18 Data *Linestop Machine* Periode April 2016 (Lanjutan)

No.	Tanggal	Nama Mesin	Permasalahan	Jumlah waktu (menit)
6	19-04-2016	ISP-073	Tail Stock adu T/End	23,30
7	22-04-2016	ILP-004	Drive Pin Fault	85,07
8	26-04-2016	IGR-040	Start Condition Fault	17,84
Total Waktu <i>Linestop</i>				200,81
Rata-Rata Waktu <i>Linestop</i>				25,10

Sumber: PT TMMIN

Perhitungan nilai OEE tidak lepas dari ketiga kategori yaitu *availability*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*. Ketiga kategori ini yang mewakili *six big lossess* bertujuan untuk mengidentifikasi kerugian yang timbul setelah dilakukannya perbaikan di mesin IMIH-003. Perhitungan nilai OEE dengan masing-masing kategori diuraikan sebagai berikut:

- 1) *Availability Ratio*, seperti yang telah dilakukan sebelumnya yaitu pengukuran *Availability Ratio* dengan perhitungan dan data yang dibutuhkan pada periode April

2016. Langkah-langkahnya yang pertama mencari *total availability time*, yaitu dengan menghitung waktu yang tersedia untuk mesin beroperasi dan mengubah satuannya menjadi menit. Langkah kedua yaitu dengan menghitung *loading time* yang diperoleh dari persamaan 2.3 yaitu hasil pengurangan antara *total availability time* dengan *planned downtime*. Langkah terakhir sebelum menghitung nilai *Availability Ratio*-nya adalah menentukan nilai *operation time* dengan mengurangi *loading time* dengan *failure& repair* dan *set up& adjustment*. Berikut contoh pengukuran nilai *Availability ratio* pada periode 1:

a. *Total Availability Time*

$$\begin{aligned} \text{Total availability time} &= (8 \text{ jam kerja} \times 60 \text{ menit}) = 480 \text{ menit} \\ &= 480 \text{ menit kerja mesin} \end{aligned}$$

b. *Loading Time*

$$\begin{aligned} \text{Loading Time} &= 480 \text{ menit} - 35 \text{ menit} \\ &= 445 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. *Operation Time*

$$\begin{aligned} \text{Operation time} &= \text{loading time} - \text{failure\&repair} - \text{setup\&adjustment} \\ &= 445 \text{ menit} - 0 \text{ menit} - 15 \text{ menit} \\ &= 430 \text{ menit} \end{aligned}$$

d. *Availability*

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= \frac{445 \text{ menit} - (0 + 15) \text{ menit}}{445 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 96,63\% \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *Availability Ratio* pada Mesin IMIH-003 dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perhitungan Nilai *Availability Ratio* Periode April 2016

No	Tanggal	Machine Working Time (menit)	Planned Down time (menit)	Loading Time (menit)	Failure & Repair (menit)	Set up & Adj (menit)	Operation Time (menit)	AV Ratio (%)
1	01-04	480	35	445	0	15	430	96,63
2	04-04	480	35	445	0	15	430	96,63
3	05-04	480	35	445	0	15	430	96,63
4	06-04	480	35	445	0	15	430	96,63
5	07-04	480	35	445	0	15	430	96,63

6	08-04	480	35	445	0	15	430	96,63
7	09-04	480	35	445	0	15	430	96,63
8	10-04	480	35	445	0	15	430	96,63
9	11-04	480	35	445	0	15	430	96,63
10	12-04	480	35	445	0	15	430	96,63
11	13-04	480	35	445	0	15	430	96,63
12	14-04	480	35	445	0	15	430	96,63
13	15-04	480	35	445	0	15	430	96,63
14	16-04	480	35	445	0	15	430	96,63
15	18-04	480	35	445	0	15	430	96,63
16	19-04	480	35	445	0	15	430	96,63
17	20-04	480	35	445	0	15	430	96,63
18	21-04	480	35	445	0	15	430	96,63
19	22-04	480	35	445	0	15	430	96,63
20	25-04	480	35	445	0	15	430	96,63
21	26-04	480	35	445	0	15	430	96,63
22	27-04	480	35	445	0	15	430	96,63
23	28-04	480	35	445	0	15	430	96,63

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.19 Perhitungan Nilai *Availability Ratio* Periode April 2016 (Lanjutan)

No	Tanggal	<i>Machine Working Time</i> (menit)	<i>Planned Down time</i> (menit)	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Failure &amp; Repair</i> (menit)	<i>Set up &amp; Adj</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	AV Ratio (%)
24	29-04	480	35	445	0	15	430	96,63
Total		11.520	840	10.680	0	360	10.320	2.319,10
Rata-Rata								96,63

Sumber: Pengolahan Data

2) *Performance Efficiency*, sama halnya dengan perhitungan *performance efficiency* sebelumnya, hanya saja data yang dibutuhkan adalah data periode April 2016. Langkah-langkahnya, yang pertama menentukan *actual cycle time* yang diperoleh dari pembagian antara *operation time* dengan *output process*. Langkah kedua mencari nilai dari *operating speed rate* dan *net operating rate*, untuk *operating speed rate* sendiri berdasarkan persamaan 2.4 adalah dengan membandingkan *ideal cycle time* dengan *actual cycle time* dan dikalikan 100%, sedangkan untuk *net operating rate* berdasarkan pada persamaan 2.5 yaitu dengan membandingkan *actual processing time* dengan *operation time* dan dikalikan dengan 100%. Berikut contoh pengukuran nilai *Performance efficiency* untuk periode 1:

a. *Actual Cycle Time*

$$\text{Actual cycle time} = \frac{\text{operation time}}{\text{output process}}$$

$$= \frac{430 \text{ menit}}{1.760 \text{ unit}} = 0,24 \text{ menit/unit}$$

b. *Operating Speed rate*

$$\begin{aligned} \text{Operating Speed Rate (OSR)} &= \frac{0,22 \text{ menit/unit}}{0,24 \text{ menit/unit}} \times 100\% \\ &= 88,41\% \end{aligned}$$

$$\text{Net Operating Rate} = \frac{1.760 \text{ unit} \times 0,24 \text{ menit/unit}}{430 \text{ menit}} \times 100\% = 1,00\%$$

c. *Performance efficiency*

$$\begin{aligned} \text{Performance Efficiency (PE)} &= 1,00\% \times 88,41\% \\ &= 88,41\% \end{aligned}$$

Perhitungan nilai *Performance Efficiency* pada Mesin IMIH-003 dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Perhitungan Nilai *Performance Efficiency* Periode April 2016

No	Tanggal	Operation Time (menit)	Output (unit)	Ideal Cycle Time (menit/unit)	Actual Cycle Time (menit/unit)	OSR (%)	NOR (%)	PE (%)
1	01-04	430	1.760	0,22	0,24	88,41	1,00	88,41
2	04-04	430	1.708	0,22	0,25	85,80	1,00	85,80
3	05-04	430	1.760	0,22	0,24	88,41	1,00	88,41
4	06-04	430	1.690	0,22	0,25	84,89	1,00	84,89
5	07-04	430	1.716	0,22	0,25	86,20	1,00	86,20
6	08-04	430	1.488	0,22	0,39	74,75	1,00	74,75
7	09-04	430	758	0,22	0,57	38,08	1,00	38,08
8	10-04	430	758	0,22	0,57	38,08	1,00	38,08
9	11-04	430	1.706	0,22	0,25	85,70	1,00	85,70
10	12-04	430	1.840	0,22	0,23	92,43	1,00	92,43
11	13-04	430	1.530	0,22	0,28	76,86	1,00	76,86
12	14-04	430	1.672	0,22	0,26	83,99	1,00	83,99
13	15-04	430	1.680	0,22	0,26	84,39	1,00	84,39
14	16-04	430	1.570	0,22	0,27	78,87	1,00	78,87
15	18-04	430	1.618	0,22	0,27	81,28	1,00	81,28
16	19-04	430	1.670	0,22	0,26	83,89	1,00	83,89
17	20-04	430	1.676	0,22	0,26	84,19	1,00	84,19
18	21-04	430	1.568	0,22	0,27	78,76	1,00	78,76
19	22-04	430	1.556	0,22	0,28	78,16	1,00	78,16
20	25-04	430	1.676	0,22	0,26	84,19	1,00	84,19

21	26-04	430	1.668	0,22	0,26	83,79	1,00	83,79
22	27-04	430	1.658	0,22	0,26	83,29	1,00	83,29
23	28-04	430	1.666	0,22	0,26	83,69	1,00	83,69
24	29-04	430	1.682	0,22	0,26	84,49	1,00	84,49
Total		10.320	38.074					1.912,5 5
Rata-Rata								79,69

Sumber: Pengolahan Data

- 3) *Rate of Quality Product*, sama dengan perhitungan *rate of quality* sebelumnya yang bertujuan untuk dapat menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Adapun data-data yang digunakan dalam pengukuran nilai *Rate of Quality Product*, yaitu *output data* dan *rework and reject data*. Langkah penyelesaiannya berdasarkan persamaan 2.9 yaitu hanya membandingkan dari hasil pengurangan antara *output* yang dibutuhkan dengan jumlah total *defect casting, defect next process and defect in process* kemudian dibandingkan dengan *output* tersebut dan dikalikan dengan 100%. Berikut contoh pengukuran nilai *rate of quality product* pada periode 1:

*Rate of Quality Product*

$$\text{Rate of Quality Product (ROQ)} = \frac{1.760 \text{ unit} - 28 \text{ unit}}{1.760 \text{ unit}} \times 100\% = 98,41\%$$

Pengukuran nilai *Rate of Quality* pada mesin IMIH-003 pada Periode April 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Pengukuran Nilai *Rate of Quality Product* Periode April 2016

No	Tanggal	Output (unit)	Defect (casting, next process and in process) (unit)	Rate of Quality Product (%)
1	01-04	1.760	28	98,41
2	04-04	1.708	36	97,89
3	05-04	1.760	30	98,30
4	06-04	1.690	30	98,22
5	07-04	1.716	34	98,02
6	08-04	1.488	34	97,72
7	09-04	758	38	94,99
8	10-04	758	28	96,31
9	11-04	1.706	26	98,48
10	12-04	1.840	34	98,15
11	13-04	1.530	36	97,65
12	14-04	1.672	30	98,21
13	15-04	1.680	20	98,81

14	16-04	1.570	30	98,09
15	18-04	1.618	20	98,76
16	19-04	1.670	22	98,68
17	20-04	1.676	26	98,45
18	21-04	1.568	32	97,96
19	22-04	1.556	36	97,69
20	25-04	1.676	20	98,81
21	26-04	1.668	32	98,08
22	27-04	1.658	28	98,31
23	28-04	1.666	24	98,56

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.21 Pengukuran Nilai *Rate of Quality Product* Periode April 2016 (Lanjutan)

No	Tanggal	Output (unit)	Defect ( <i>casting, next process and in process</i> ) (unit)	Rate of Quality Product (%)
24	29-04	1.682	30	98,22
Total		38.074	704	2.352,74
Rata-Rata				98,03

Sumber: Pengolahan Data

#### 4) *Overall Equipment Effectiveness*

Nilai *Availability Ratio*, *Performance Efficiency*, dan *Rate of Quality Product* yang telah didapatkan sebelumnya setelah perbaikan, maka selanjutnya adalah menghitung nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Pengukuran nilai OEE dilakukan dari hasil perkalian antara *availability ratio*, *performance efficiency* dan *rate of quality product* untuk perhitungan setelah perbaikan yang menggunakan data periode April 2016 dengan dikalikan 100%. Pengukuran nilai OEE pada mesin IMIH-003 periode April 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness*

No	Tanggal	Availability Ratio (%)	Performance Efficiency (%)	Rate of Quality Product (%)	OEE (%)
1	01-04	96,63	88,41	98,41	84,07
2	04-04	96,63	85,80	97,89	81,16
3	05-04	96,63	88,41	98,30	83,97
4	06-04	96,63	84,89	98,22	80,58
5	07-04	96,63	86,20	98,02	81,64
6	08-04	96,63	74,75	97,72	70,58
7	09-04	96,63	38,08	94,99	34,95
8	10-04	96,63	38,08	96,31	35,43

9	11-04	96,63	85,70	98,48	81,55
10	12-04	96,63	92,43	98,15	87,66
11	13-04	96,63	76,86	97,65	72,52
12	14-04	96,63	83,99	98,21	79,70
13	15-04	96,63	84,39	98,81	80,58
14	16-04	96,63	78,87	98,09	74,75

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.22 Perhitungan Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (Lanjutan)

No	Tanggal	<i>Availability Ratio</i> (%)	<i>Performance Efficiency</i> (%)	<i>Rate of Quality Product</i> (%)	OEE (%)
15	18-04	96,63	81,28	98,76	77,57
16	19-04	96,63	83,89	98,68	79,99
17	20-04	96,63	84,19	98,45	80,09
18	21-04	96,63	78,76	97,96	74,56
19	22-04	96,63	78,16	97,69	73,78
20	25-04	96,63	84,19	98,81	80,38
21	26-04	96,63	83,79	98,08	79,41
22	27-04	96,63	83,29	98,31	79,12
23	28-04	96,63	83,69	98,56	79,70
24	29-04	96,63	84,49	98,22	80,19
Total		2.319,10	1.912,55	2.352,74	1.813,91
Rata-Rata					75,58

Sumber: Pengolahan Data

#### 4.2.5 Perbandingan Nilai OEE Setelah Perbaikan

Hasil perhitungan nilai OEE yang telah dilakukan sebelumnya, rata-rata nilai OEE untuk mesin IMIH-003 pada periode April 2016 sebesar 75,58%. Terjadi peningkatan sebanyak 2,35% dari rata-rata nilai OEE periode januari 2016 sebanyak 73,23%. Ketiga kategori pada pengukuran nilai OEE kemudian dibandingkan antara sebelum perbaikan, sesudah perbaikan dan dibandingkan berdasarkan nilai OEE standar JIPM untuk kelayakan terhadap penerapan TPM di perusahaan dan target rata-rata yang ditetapkan oleh perusahaan. Perbandingan nilai OEE berdasarkan dua pembandingan dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perbandingan Nilai OEE mesin IMIH-003 periode April 2016

No	Item Pembandingan	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Standar JIPM	Target PT TMMIN (1 tahun)	Judge
1	<i>Availability</i>	94,99%	96,63%	90,00%	95,77%	O

	<i>Ratio (AV)</i>					
2	<i>Performance Efficiency (PE)</i>	79,08%	79,69%	95,00%	95,80%	X

Keterangan: X = NG (*Not Good*), dan O = OK (*Good*)

Sumber: Pengolahan Data

Tabel 4.23 Perbandingan Nilai OEE mesin IMIH-003 periode April 2016 (Lanjutan)

No	<i>Item Pemanding</i>	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Standar JIPM	Target PT TMMIN (1 tahun)	Judge
3	<i>Rate of Quality Product (ROQ)</i>	97,38%	98,03%	99,00%	98,45%	X
4	<i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	73,23%	75,58%	85,00%	90,33 %	X

Keterangan: X = NG (*Not Good*), dan O = OK (*Good*)

Sumber: Pengolahan Data

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis Perhitungan Nilai OEE

Berdasarkan dari hasil perhitungan nilai OEE yang dilakukan pada mesin IMIH-003, perhitungan nilai rata-rata OEE yang diperoleh untuk periode Januari 2016 adalah sebesar 73,23%. Nilai tersebut masih jauh dari nilai idealnya oleh standar JIPM dengan nilai sebesar 85,00%. Nilai tersebut juga belum dapat mencapai rata-rata target yang ditetapkan oleh PT TMMIN untuk satu tahunnya sebesar 90,33%. Nilai yang sangat mempengaruhi terhadap rendahnya nilai OEE adalah pada kategori *performance efficiency*, karena nilai tersebut terlampaui jauh tidak dapat memenuhi standar JIPM dan target perusahaan.

Nilai *performance efficiency* rendah dikarenakan di *Cam Shaft Line* hampir semuanya menggunakan mesin atau dapat dikatakan sebagai semi auto yang hanya sedikit kegiatan manual yang dikerjakan oleh operator. Sejatinya nilai rata-rata OEE yang dihasilkan ditentukan oleh ketiga kategori, yaitu *availability ratio*, *performance efficiency*, dan *rate of quality product*. Ketiga kategori tersebut belum dapat mencapai standar JIPM sehingga nilai OEE yang dihasilkan juga belum mencapai standar tersebut. Nilai rendah kedua setelah *performance efficiency* yang mempengaruhi nilai OEE adalah *Availability Ratio*. Nilai *availability ratio* yang diperoleh sebesar 94,99%, meskipun telah mencapai standar JIPM untuk kategori tersebut, namun nilai tersebut belum mencapai target yang ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 95,77%. Dan nilai tertinggi dari ketiga kategori adalah nilai *rate of Quality Product* sebesar 97,38%, meskipun nilai tersebut tertinggi daripada kategori lainnya, namun nilai tersebut belum mencapai standar JIPM sebesar 99,00% dan target perusahaan sebesar 98,45%.

Nilai *availability ratio* yang belum mencapai target perusahaan disebabkan karena terjadinya *linestop machine*. *Linestop machine* terlama dengan total waktu selama 174,96 menit terjadi di mesin IMIH-003 pada periode Januari 2016, sehingga dilakukan perbaikan di mesin IMIH-003 untuk meningkatkan nilai *availaibility ratio* tersebut. Perbaikan yang dilakukan dengan mencari bobot permasalahan tertinggi dari permasalahan utama terjadinya *linestop machine* di mesin IMIH-003 dengan menggunakan diagram pareto. Permasalahan tertinggi terjadi pada *coil touch no.2 fault*.

Dari permasalahan tersebut kemudian mencari akar penyebab dari permasalahan yang terjadi dengan menggunakan analisis sebab akibat (*fishbone diagram*).

Terdapat 2 faktor yang mempengaruhi terjadinya masalah tersebut yaitu faktor *material* dan faktor *machine*. Kedua faktor tersebut diperoleh berdasarkan analisis 4M+1E di lapangan dengan kondisi aktual dilapangan menunjukkan kondisi *work cam* kotor untuk faktor *material*, proses perputaran *work cam* oleng dan *coil* pada mesin IMIH-003 kotor untuk faktor *machine*. Perbaikan yang dilakukan di mesin IMIH-003 tersebut adalah dengan memasang pancaran *coolant* untuk pembersihan *work cam* yang kotor pada mesin IMIH-003, mengganti *bearing unit center* agar perputaran *work cam* tidak oleng lagi, dan mengganti *coil* yang baru karena *coil* sebelumnya kotor akibat kemampuan *coil* menurun karena unit produksi cam naik.

Perbaikan yang telah dilakukan dan diterapkan di perusahaan, kemudian dilakukan penghitungan nilai OEE kembali pada periode April 2016 untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan atau mengalami penurunan. Rata-rata nilai OEE yang diperoleh untuk mesin IMIH-003 pada periode April 2016 sebesar 75,58%. Nilai OEE tersebut mengalami peningkatan dari nilai OEE sebelum dilakukannya perbaikan. Peningkatan nilai OEE yang terjadi dipengaruhi oleh ketiga kategori yaitu *availability ratio* sebesar 96,63%, *performance efficiency* sebesar 79,69%, dan *rate of quality product* sebesar 98,03%. Nilai tersebut dari masing-masing kategori masih terdapat hasil yang belum mencapai standar JIPM dan target perusahaan.

Rendahnya nilai *performance efficiency* setelah perbaikan karena kemampuan mesin dan peralatan dalam menghasilkan cam shaft dipengaruhi adanya fluktuatif atau naik turunnya jumlah produksi pada periode tersebut. Hal ini berpengaruh juga terhadap nilai *rate of quality product* untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. Banyak sedikitnya jumlah cacat akan menentukan baik atau tidaknya komponen cam shaft yang dihasilkan. Berdasarkan ketiga kategori tersebut hanya nilai untuk *availability ratio* saja yang telah mencapai standar JIPM dan target yang ditetapkan oleh perusahaan. Nilai OEE setelah perbaikan ini terlihat bahwa efektivitas dari mesin IMIH-003 secara keseluruhan masih belum optimal dan masih memerlukan evaluasi lebih untuk dilakukannya perbaikan dalam upaya meningkatkan efektivitas mesin tersebut.

## 5.2 Analisis Nilai Six Big Losses

Analisis nilai OEE yang mengutamakan 6 kerugian besar (*six big losses*) penyebab peralatan tidak beroperasi secara normal. Enam kerugian besar dikelompokkan menjadi 3 kerugian, yaitu *downtime losses*, *speed losses*, dan *quality losses*. Pengelompokan *losses* tersebut diantaranya (Alvira, dkk. 2015):

4) *Downtime Losses*, adalah kerugian waktu yang terbuang, proses produksi yang tidak berjalan seperti biasanya karena kerusakan mesin. *Downtime losses* terdiri dari 2 macam kerugian, yaitu:

c. *Equipment Failure Losses*, merupakan kerugian yang diakibatkan adanya kerusakan mesin dan peralatan. Perhitungan *equipment failure losses* dengan rumus pada persamaan 2.10 adalah:

$$\text{Equipment Failure Losses} = \frac{0 \text{ menit}}{10.680 \text{ menit}} \times 100\% = 0\%$$

d. *Set Up and Adjustment Losses*, merupakan kerugian yang terjadi setelah *set up* dilakukan, mesin dan peralatan mengalami kerusakan. Perhitungan *set up and adjustment* dapat dilihat pada persamaan 2.11 dengan:

$$\text{Set Up and Adjustment Losses} = \frac{360 \text{ menit}}{10.680 \text{ menit}} \times 100\% = 3,371\%$$

5) *Speed Losses*, adalah suatu keadaan pada saat kecepatan proses produksi terganggu, sehingga produksi tidak mencapai target yang ditentukan. *Speed losses* terdiri dari 2 macam kerugian, diantaranya:

c. *Idle and Minor Stoppage Losses*, merupakan kerugian yang disebabkan mesin berhenti sesaat. Hal ini disebabkan adanya material yang datang terlambat ke stasiun kerja atau adanya pemadaman listrik. Perhitungan *idle and minor stoppage* dapat dilihat pada persamaan 2.12 yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Idle and Minor Stoppage} &= \frac{(38.074 \text{ unit} - 704 \text{ unit}) \times 0,22 \frac{\text{menit}}{\text{unit}}}{10.680 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 76,979\% \end{aligned}$$

d. *Reduced Speed Losses*, merupakan kerugian yang terjadi karena penurunan kecepatan mesin sehingga mesin tidak dapat beroperasi dengan maksimal. Perhitungan *reduced speed losses* dapat dilihat pada persamaan 2.13 dengan:

$$\begin{aligned} \text{Reduced Speed Losses} &= \frac{(0,24 \frac{\text{menit}}{\text{unit}} - 0,22 \frac{\text{menit}}{\text{unit}}) \times 37.370 \text{ unit}}{10.680 \text{ menit}} \times 100\% \\ &= 6,998\% \end{aligned}$$

6) *Quality Losses*, adalah suatu keadaan disaat produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. *Quality Losses* terdiri dari 2 macam kerugian, antara lain:

c. *Defect Losses*, merupakan kerugian yang dikarenakan produk yang dihasilkan cacat setelah mengalami proses produksi. Perhitungan *defect losses* dirumuskan pada persamaan 2.14 yaitu:

$$Defect Losses = \frac{(704 \text{ unit} \times 0,22 \frac{\text{menit}}{\text{unit}})}{10.680 \text{ menit}} \times 100\% = 1,450\%$$

d. *Reduced Yield*, merupakan kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai kondisi stabil. perhitungan nilai *reduced yield* dapat dilihat pada persamaan 2.15 yang menguraikan:

$$Reduced Yield = \frac{(0,22 \frac{\text{menit}}{\text{unit}} \times 28 \text{ unit})}{10.680 \text{ menit}} \times 100\% = 0,058\%$$

Berdasarkan perhitungan dari *Six Big Losses* untuk nilai OEE setelah perbaikan disimpulkan dapat dilihat pada Tabel 5.1 untuk perbandingan persentasi nilai yang dihasilkan oleh *six big losses* tersebut.

Tabel 5.1 Ringkasan Perhitungan Nilai *Six Big Losses* periode April 2016

Kategori <i>Losses</i>	<i>Six Big Losses</i>	Persentasi
<i>Downtime Losses</i>	<i>Equipment Failure Losses</i>	0,000%
	<i>Set Up and Adjusment Losses</i>	3,371%
<i>Speed Losses</i>	<i>Idle and Minor Stoppage Losses</i>	76,979%
	<i>Reduced Speed Losses</i>	6,998%
<i>Quality Losses</i>	<i>Defect Losses</i>	1,450%
	<i>Reduced Yield</i>	0,058%

Sumber: Pengolahan Data

Pada hasil analisis *six big losses*, *losses* tertinggi yaitu pada *Idle and Minor Stoppage Losses* (penurunan akibat mesin banyak berhenti) sebesar 76,979%. Kedua diikuti oleh *Reduced Speed Losses* (penurunan kecepatan produksi) sebesar 6,998%. Ketiga adalah *Set Up and Adjusment Losses* sebesar 3,371%. Keempat dan selanjutnya diikuti oleh *Defect Losses*, *Reduced Yield*, dan *Equipment Failure Losses*. Hal ini terlihat bahwa nilai *losses* yang paling berpengaruh adalah *Idle and Minor Stoppage Losses* dan *Reduced Speed Losses*, banyak faktor yang menyebabkan nilai *losses* tersebut besar.

Faktor-faktor yang menyebabkan nilai *Idle and Minor Stoppage Losses* dan *Reduced Speed Losses* besar disebabkan oleh manusia, mesin, dan lingkungan. Faktor yang disebabkan oleh manusia diantaranya adalah kelelahan operator yang disebabkan

kegiatan berulang dan produksi dipadatkan untuk mengejar target produksi sehingga performansi kerjanya menurun. Faktor yang disebabkan oleh mesin adalah banyaknya kerusakan-kerusakan yang menghambat kecepatan produksi seperti kerusakan *unit center*, *bearing*, *coil* yang berkerak. Faktor yang ketiga yaitu disebabkan oleh lingkungan diantaranya terjadinya pemadaman listrik dan mesin berhenti tiba-tiba yang tidak terdeteksi sehingga menyebabkan kecepatan operasi menurun dan pada awalnya kecepatan mesin yang stabil pada saat terjadi mati lampu operator harus menyesuaikan kembali.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengumpulan data dan pengolahan data serta analisis dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya dengan menggunakan perhitungan nilai OEE dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1) Faktor yang menyebabkan terjadinya *downtime losses* pada mesin IMIH-003 di *Cam Shaft Line* adalah *equipment failure losses* yaitu kerugian akibat terjadinya kerusakan pada mesin dan peralatan. Penyebabnya adalah terjadinya *linestop machine* di Lini tersebut dengan rata-rata *linestop machine* periode Januari 2016 selama 25,31 menit. *linestop machine* terlama pada mesin IMIH-003 yaitu selama 174,96 menit.
- 2) Penentuan nilai efektivitas dengan menggunakan perhitungan nilai OEE berdasarkan pada periode Januari 2016 hasilnya dapat diketahui berdasarkan ketiga kategori tersebut adalah nilai *availability ratio* sebesar 94,99%. Nilai *performance efficiency* sebesar 79,08%. Nilai *rate of quality* sebesar 97,38%. Jadi, nilai rata-rata OEE yang diperoleh adalah 73,23%.
- 3) Perhitungan nilai OEE yang telah dilakukan, maka usulan perbaikannya yang pertama dengan memasang pancaran *coolant* pada mesin sebagai pembersih *work cam*. Kedua usulan perbaikannya dengan perbaiki dan mengganti *bearing unit center*. Ketiga usulan perbaikannya dengan mengganti *coil* yang baru. Ketiga usulan tersebut berhasil diterapkan di mesin IMIH-003.
- 4) Menghitung nilai OEE kembali untuk membandingkan perubahan yang terjadi pada saat sebelum dilakukannya perbaikan dan setelah dilakukannya perbaikan. Hasil perhitungan nilai OEE pada periode April 2016 mengalami peningkatan dari sebelumnya yaitu, nilai *availability ratio* sebesar 96,63% sedangkan nilai *availability ratio* sebelumnya sebesar 94,99%. Nilai *performance efficiency* sebesar 79,69% sedangkan nilai *performance efficiency* sebelumnya sebesar 79,08%. Nilai *rate of quality product* sebesar 98,03% sedangkan nilai *rate of quality product* sebelumnya sebesar 97,38%. Kesimpulannya nilai OEE menjadi 75,58% sedangkan sebelumnya sebesar 73,23%.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari pengolahan data, analisis dan pembahasan, serta kesimpulan diatas, dapat dikemukakan beberapa saran yang diperlukan baik oleh PT TMMIN maupun saran perbaikan untuk pengembangan penelitian sebagai berikut:

- 1) Hasil nilai OEE yang belum mencapai target perusahaan, setidaknya dengan mengupayakan untuk membuat jadwal TPM terkait pemeliharaan mesin. Upaya peningkatannya dengan mengubah jadwal yang hanya dijadwalkan setelah proses produksi selesai, maka dengan mengajukan kepada *Line Head* untuk mengubah jadwal tersebut menjadi tiga tahapan yaitu pada sebelum dimulai, pada saat berlangsung, dan pada saat setelah proses produksi. Bentuk jadwal TPM berupa TPM AM (*Autonomous Maintenance*) yaitu pemeliharaan mandiri yang dilakukan oleh operator terhadap mesin.
- 2) Untuk meningkatkan kemampuan operator mengenai pemeliharaan mesin dengan mengajukan kepada *Line Head Cam Shaft Line* untuk mengadakan kerjasama dengan pihak *maintenance* dan pihak produksi mengenai diadakannya pelatihan. Pelatihan yang diajukan berupa pelatihan pemeliharaan dan perawatan mesin terhadap operator, sehingga apabila terjadi kerusakan kecil atau gangguan terhadap mesin dalam skala ringan dapat diselesaikan sendiri oleh operator tanpa menghubungi *maintenance* untuk menunggu diperbaiki. *Maintenance* hanya bertanggung jawab untuk mengecek dan mengawasinya.
- 3) Saran untuk perbaikan pengembangan penelitian berupa mencoba dengan menganalisis perhitungan nilai OEE untuk satu lini bukan untuk satu mesin. Satu lini yang terdiri dari beberapa mesin akan berbeda hasil nilai OEE nya untuk mengetahui efektifitas keseluruhan peralatan di setiap mesin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alvira, Dianra., Helianty, Yanti., Prassetiyo, Hendro. 2015. *Usulan Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) pada Mesin Tapping Manual dengan Meminimumkan Six Gib Losses Vol. 03 No.03 ISSN: 2338-5081*. Bandung: Jurusan Teknik Industri-Institut Teknologi Nasional (Itenas).
- Ansori, Nachnul., dan Mustajib, M. Imron. 2013. *Sistem Perawatan Terpadu (Intregated Maintenance System)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Assauri, Sofyan. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Depok: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Gasperz, Vincent. 2002. *Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Handoko, T. Hani. 2012. *Dasar-Dasar Manajemen produksi dan Operasi Edisi 1*. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta.
- Hapsari, Nindita., Amar, Kifayah., dan Perdana, Yandra. R. 2011. *Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee)-(studi kasus di PT Setiaji Mandiri)*. Yogyakarta: Teknik Industri Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Heizer, Jay., dan Render, Barry. 2011. *Manajemen Operasi Buku 2 Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- Ishikawa, Kauro. 1988. *Pedoman Pengendalian Mutu*. Jakarta: Idayus.
- Jamasri. 2005. *Layout Mata Kuliah Manajemen Perawatan*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Jiwantoro, Agus., Argo, Bambang.D., dan Nugroho, Wahyunanto. A. 2013. *Analisis Efektivitas Mesin Penggiling Tebu Dengan Penerapan Total Productive. (Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem Vol.1 No. 2, Juni 2013, 18-28)*. Malang: Jurusan Keteknikan Pertanian-Fakultas teknologi Pertanian-Universitas Brawijaya.
- Lazim, H. M., & Ramayah, T. 2010. *Maintenance Strategy in Malaysian Manufacturing Companies: A Total Productive Maintenance (TPM) Approach. Journal Quality in Maintenance Engineering, 11*.

- Liker, Jeffrey. K, 2006. *The Toyota Way, 14 Prinsip Manajemen dari Perusahaan Manufaktur Terhebat di Dunia*. Jakarta: Erlangga.
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance*. Cambridge, MA: Productivity Press.
- Sukwadi, R. 2007. *Analisis Perbedaan Antara Faktor-Faktor Kinerja Perusahaan Sebelum Dan Sesudah Menerapkan Strategi Total Productive Maintenance (Studi Kasus pada PT Hartono Istana Teknologi Divisi Produk Home Appliances)*. S-2 Magister Manajemen, Semarang: Universitas Diponegoro.