

**PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)* PADA  
MESIN *AIR HANDLING UNIT* UNTUK MENINGKATKAN  
*OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*  
PADA PT MATRA OLAH CIPTA**

**TUGAS AKHIR**

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Penyelesaian Program Diploma IV  
Program Studi Teknik Industri Otomotif**

**Disusun Oleh :**



**NAMA : DANI PRASETYO**

**NIM : 1109004**

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

**JAKARTA**

**2016**

## Abstrak

Proses pendinginan gedung yang dilakukan di PT Matra Olah Cipta tidak berjalan dengan optimal. Penyebabnya adalah menurunnya performa mesin *Air Handling Unit (AHU)*. Hal ini terjadi karena adanya kerusakan mesin AHU yaitu motor listrik mati, filter *AHU* tersumbat, Pipa *drain* kondensor bocor, *van belt* putus dan pendingin *evaporator* kotor. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan indikator dalam mengetahui produktivitas mesin. Pendekatan ini dilakukan dengan memahami kinerja mesin dan mengidentifikasi masalah-masalah serta menentukan perbaikan pada mesin melalui *Six Big Losses*. *Six big losses* digunakan untuk memetakan masalah-masalah yang terjadi pada mesin sehingga dapat ditentukan perbaikan yang harus dilakukan terlebih dahulu. Dari hasil perhitungan nilai *OEE* diketahui nilai *OEE* pada mesin AHU 67,93%, nilai ini berada dibawah standar JIPM yaitu nilai dibawah 85%. Berdasarkan hasil perhitungan *six big losses* dan analisis Pareto, *loss* terbesar yaitu *reduce speed loss* yaitu sebesar 3,1987 menit atau 75,43%. *Reduced speed loss* tersebut terjadi karena adanya (*unplanned downtime*). *Unplanned downtime* yang sangat mempengaruhi berdasarkan analisa Pareto yaitu *blower* rusak. Untuk itu, perlu dilakukan analisis *fishbone* dan *5W+1H* untuk mengetahui penyebab dan berusaha mengurangi kerugian yang ditimbulkan. *Unplanned downtime* ini disebabkan oleh karena kipas *blower* mesin AHU rusak, pelumas *ass puly* kipas *blower* kering, lamanya sistem pengadaan komponen kipas *blower* mesin AHU dan pengoperasian mesin AHU yang tidak standar serta kurangnya perhatian operator terhadap kinerja mesin. Tindakan perbaikan yang dapat diusulkan yaitu memberikan pelumas secara berkala, memperbaiki dan mengganti *blower* rusak, menambah personil tim *maintenance*, memperbaiki sistem pengadaan part mesin AHU, memperbaiki sistem pengoperasian mesin AHU, menggunakan komponen yang sesuai, dan mengkaji perawatan mesin AHU.

Kata kunci: Sistem Manajemen Pemeliharaan, *Maintenance*, *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *TPM*, *Six Big Losse*, Diagram Pareto dan Sebab Akibat.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul **"PENERAPAN *TOTAL PRODUCTIVE MAINTANANCE* PADA MESIN *AIR HANDLING UNIT* UNTUK MENINGKATKAN *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS* PADA PT MATRA OLAH CIPTA"**

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma Empat D-IV Jurusan Teknik dan Manajemen Industri di Politeknik STMI Jakarta. Kementerian Perindustrian Republik Indonesia.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna dikarenakan berbagai keterbatasan pengetahuan penulis.

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan terutama pada :

- Keluarga dan saudara-saudara penulis yang telah mendukung dan membantu penulis dalam bentuk moril maupun materil.
- Bapak Dr. Mustofa, ST. MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Dr. Ridzky K., S.Kom. MT. selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhamad Agus, ST. MT. selaku ketua program studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta dan selaku dosen pembimbing dalam menyusun tugas akhir.
- Bapak Saptori dan Bapak Mulyono beserta seluruh staf dan karyawan yang di PT Matra Olah Cipta.
- Seluruh teman-teman di kampus Politeknik STMI, terutama angkatan 2009 khususnya untuk sahabat-sahabat penulis yaitu Ariya Mayrendra, Hendrik Hermawan, Prasetyo, M David Iqbal, M Agil Sani, Wisnu Ismuloh, Alfredo Andrianus, Satria Arief Kurniawan, Cathurta F. Kenar atas kebersamaan, kebahagiaan, semangat, doa dan dukungannya.

- Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga laporan ini kiranya dapat memberikan manfaat bagi para pembaca di kemudian hari, Amin.

Jakarta, 29 Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing Tugas Akhir	
Lembar Pengesahan Tugas Akhir	
Lembar Bimbingan Tugas Akhir	
Lembar Pernyataan Keaslian	
Abstrak	
Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	iii
Daftar Gambar .....	vi
Daftar Tabel .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Pembatasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Mesin .....	6
2.1.1 Pengertian Mesin .....	6
2.1.2 Jenis-Jenis Mesin .....	6
2.2 Perawatan ( <i>Maintanance</i> ) .....	7
2.2.1 Definisi Perawatan .....	7
2.2.2 Macam – Macam Perawatan .....	7
2.2.3 Tujuan Perawatan .....	9
2.2.4 Kebijakan Perawatan.....	10
2.2.5 <i>Preventive Maintanace</i> (PM) Dengan Sendirinya Tidak Dapat Menghilangkan <i>Break Down</i> .....	12
2.2.6 Mencegah (Mengurangi) Terjadinya <i>Break Down</i> .....	13

2.3	Pemeliharaan <i>Maintanance</i> .....	16
2.3.1	Definisi Pemeliharaan / <i>Maintanance</i> .....	16
2.3.2	Tujuan Pemeliharaan ( <i>Maintanance</i> ) .....	17
2.3.3	Jenis-Jenis Pemeliharaan .....	18
2.3.4	Konsep-Konsep Pemeliharaan / <i>Maintanance</i> .....	22
2.4	<i>Total Productive Maintanance</i> (TPM) .....	23
2.4.1	Pengertian <i>Total Productive Maintanance</i> (TPM) .....	23
2.4.2	Definisi TPM .....	23
2.4.3	Faktor – Faktor Yang Menjadi Persyaratan Untuk Penerapan TPM .....	24
2.4.4	Tahapan Penerapan TPM .....	25
2.4.5	<i>Smaal Grup Activities</i> .....	28
2.5	Keuntungan – Keuntungan Mengimplementasikan TPM .....	29
2.6	Pilar TPM .....	30
2.6.1	5S – <i>Foundation</i> TPM.....	31
2.6.2	<i>jishu hozen pillar (Aautomous Maintanance)</i> .....	32
2.6.3	<i>Kobetsu Kaizen</i> Pillar .....	36
2.6.4	<i>Planned Maintanance</i> Pillar .....	37
2.6.5	<i>Quallity Maintanance</i> Pillar .....	38
2.6.6	<i>Trainining</i> Pillar .....	38
2.6.7	<i>Office</i> TPM Pillar .....	39
2.6.8	<i>Safety, Healty, and Environment</i> Pillar .....	39
2.7	<i>Overall Equipment Effectiveness(OEE)</i> .....	40
2.7.1	Definisi <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	44
2.7.2	Tujuan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	44
2.7.3	Pengukuran Nilai <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	45
2.8	Diagram Pareto.....	47
2.9	<i>Fishbone</i> Diagram .....	48

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1	Studi Pendahuluan .....	50
3.2	Identifikasi Masalah .....	51

3.3	Rumusan Masalah .....	51
3.4	Tujuan Penelitian.....	51
3.5	Pengumpulan Data.....	51
3.6	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) .....	52
	3.6.1 Penentuan komponen kritis pada mesin-mesin kritis.. ....	53
3.7	Analisis Masalah dan Pembahasan .....	53
3.8	Kesimpulan dan Saran .....	53
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>		
4.1	Pengumpulan Data.....	55
	4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan .....	55
	4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan .....	56
	4.1.3 <i>Job Description</i> .....	56
	4.1.4 Refrigerasi dan Mesin Refregerasi .....	58
	4.1.5 Ketenagakerjaan dan Kesejahteraan Karyawan .....	68
	4.1.6 Data Waktu <i>Down Time</i> .....	69
4.2	Pengolahan Data .....	72
	4.2.1 Perhitungan <i>Availability</i> .....	72
	4.2.2 Perhitungan <i>Performance Efficiency</i> .....	74
	4.2.3 Perhitungan <i>Rate of Quality Product</i> .....	75
	4.2.4 Perhitungan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	76
	4.2.5 Perhitungan <i>OEE Six Big Losses</i> .....	77
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		
5.1	Analisis Hasil Produksi Mesin AHU.....	82
5.2	Analisis Pengukuran Nilai OEE.....	84
5.3	Analisis <i>Six Big Losses</i> Mesin AHU .....	85
5.4	Analisa Kerusakan Mesin AHU .....	87
	5.4.1 Penyelesain Akar Permasalahan .....	91
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
6.1	Kesimpulan .....	92
6.2	Saran .....	93
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peranan Program Perawatan Sebagai Pendukung Aktivasi Produksi.....	7
Gambar 2.2	Kebijakan Perawatan .....	11
Gambar 2.3	Karakteristik Umur dan Pencegahan <i>Breakdown</i> Peralatan ....	12
Gambar 2.4	Pilar <i>Total productive maintenance</i> (TPM) .....	30
Gambar 2.5	<i>Total productive maintenance</i> (TPM) - <i>INSPECTION</i> .....	34
Gambar 2.6	<i>Lubrication Instruction Sheet</i> .....	35
Gambar 2.7	Diagram Pareto .....	48
Gambar 2.8	<i>Fishbone Diagram</i> .....	49
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	54
Gambar 4.1	<i>Chiller York 10</i> .....	58
Gambar 4.2	Siklus Primer Mesin Pendingin .....	59
Gambar 4.3	Sirkulasi Sistem Pendingin .....	62
Gambar 5.1	Perbandingan Hasil Produksi dan <i>operation time</i> mesin AHU .....	82
Gambar 5.2	Nilai OEE Mesin AHU Tahun 2014.....	84
Gambar 5.3	Diagram Pareto <i>Six Big Losses</i> Mesin AHU .....	85
Gambar 5.4	Diagram Pareto Kerusakan Mesin AHU.....	88
Gambar 5.5	Daigram Sebab Akibat Kerusakan Mesin AHU .....	89

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penjelasan 5S dan Artinya .....	31
Tabel 2.2	SEIRI – SORT .....	31
Tabel 4.1	Data Downtime Mesin AHU .....	70
Tabel 4.2	Data Penyebab Downtime Mesin AHU .....	70
Tabel 4.3	Data <i>Planned downtime</i> Mesin AHU .....	71
Tabel 4.4	Data Waktu <i>Set-up</i> Mesin AHU .....	71
Tabel 4.5	Data <i>Availability</i> Mesin AHU .....	72
Tabel 4.6	Data <i>Performance Efficiency</i> Mesin AHU .....	73
Tabel 4.7	Data <i>Rate of Quality Product</i> Mesin AHU .....	74
Tabel 4.8	Data <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i> Mesin AHU .....	75
Tabel 4.9	Data <i>Breakdown Losses</i> Mesin AHU .....	77
Tabel 4.10	Data <i>set up &amp; Mesin</i> AHU .....	78
Tabel 4.11	Iddling and Minor Stoppages Loss Mesin AHU .....	79
Tabel 4.12	Data <i>Reduced Speed mesin</i> AHU .....	80
Tabel 5.1	Nilai OEE Berdasarkan Standar JIPM .....	84
Tabel 5.2	<i>Persentase Six Big Losses</i> Mesin AHU .....	85
Tabel 5.3	Persentase Jumlah Waktu <i>Unplanned Downtime</i> Mesin AHU .....	87
Tabel 5.5	Metode 5W+1H Permasalahan Kerusakan Mesin AHU .....	91

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Dalam era globalisasi, persaingan industri manufaktur di dunia akan semakin kompetitif, dan adanya dukungan oleh perkembangan teknologi yang semakin canggih sehingga dibutuhkan kinerja yang cepat dan berkualitas dalam menghasilkan suatu produk, oleh karena itu perusahaan harus berupaya menyediakan sarana dan prasarana untuk dapat membantu terciptanya perbaikan pada industri manufaktur.

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keunggulan dalam bersaing pada industri manufaktur ialah peralatan dan perlengkapan produksi seperti mesin dan lain-lain. Secara umum peralatan dan perlengkapan seperti mesin produksi akan sangat mempengaruhi produk yang dihasilkan baik secara kualitas maupun kuantitas oleh karena itu untuk menjaga kondisi mesin agar tidak mudah mengalami kerusakan ataupun mengurangi jenis waktu kerusakannya, sehingga proses produksi tidak terlalu lama berhenti, maka dibutuhkan sistem perawatan dan pemeliharaan mesin/peralatan yang baik dan tepat sehingga hasilnya dapat meningkatkan efektivitas mesin/peralatan dan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dapat dihindari. Hal ini tentunya akan menimbulkan kerugian bagi perusahaan karena selain dapat menurunkan tingkat efektivitas mesin/peralatan yang secara langsung mengakibatkan adanya biaya yang harus dikeluarkan akibat kerusakan mesin/peralatan.

Untuk itu diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat melakukan peningkatan kinerja mesin dan peralatan dengan optimal. Untuk menjaga kondisi mesin tersebut agar tidak mengalami kerusakannya ataupun paling tidak untuk mengurangi jenis waktu kerusakannya, sehingga proses produksi tidak terlalu lama berhenti, maka dibutuhkan sistem perawatan dan pemeliharaan mesin atau peralatan yang baik dan tepat sehingga hasilnya dapat meningkatkan efektivitas mesin atau peralatan dan kerugian yang diakibatkan oleh kerusakan mesin dapat dihindarkan.

Berbagai upaya dilakukan perusahaan untuk meningkatkan kemampuan mesin produksi seperti tindakan *maintenance* dan lain-lain, dan salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) yang merupakan bagian dari *Total Productive Maintenance* (TPM). OEE berfungsi sebagai alat yang digunakan untuk mengukur dan mengetahui kinerja mesin/peralatan. Dengan perhitungan OEE akan didapatkan suatu nilai yang kemudian dianalisis dengan mengamati tiga faktor utama yaitu *availability*, *performance* dan *quality* untuk mendapatkan penyebab permasalahan dan menentukan tindakan untuk memperbaikinya.

PT. Matra Olah Cipta adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa yang melakukan perawatan mesin *Air Handling Unit* (AHU) yang ada pada Mall Permata Hijau, mesin AHU tergolong mesin besar yang sebagian besar proses produksinya dilakukan secara otomatis sehingga memerlukan perawatan terencana agar mengurangi dampak kerusakan yang dapat menyebabkan aliran produksi tidak berjalan dengan baik. Dalam pelaksanaannya, PT. Matra Olah Cipta belum menggunakan analisis OEE pada mesin-mesin yang ada, sehingga nilai *downtime* yang diketahui tidak sepenuhnya benar. Perawatan pencegahan ini akan meminimasi kerusakan pada mesin sehingga dapat mengurangi biaya yang akan dikeluarkan perusahaan untuk memperbaiki mesin. Namun karena keterbatasan waktu akibat padatnya pemakaian mesin tersebut, jadwal yang telah dibuatpun menjadi tidak sesuai dan mengakibatkan *breakdown* mesin tidak terduga. Dengan adanya analisis OEE pada PT. Matra Olah Cipta diharapkan perusahaan mampu meningkatkan produktivitas dan mengurangi *downtime* pada mesin AHU, selain itu dalam jangka panjang perusahaan akan mengeluarkan biaya yang minimal guna untuk kepentingan perawatan mesin dan pembelian peralatan pendukung lainnya.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, perawatan mesin dalam suatu perusahaan sangatlah penting untuk menjaga produktifitas kerja. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui implementasi langsung perawatan di operasional

gedung Mal ITC Permata Hijau dan bagian mekanik yang terletak di *workshop* PT Matra Olah cipta yang bertugas pada pemeliharaan mesin. Oleh karena itu dirumuskan permasalahan antara lain sebagai berikut :

1. Berapa tingkat performa mesin AHU?
2. Apa saja permasalahan yang mempengaruhi performa mesin AHU?
3. Bagaimana tindakan perbaikan untuk meningkatkan performa mesin AHU?

### **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Berdasarkan permasalahan yang ada maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui performa mesin AHU.
2. Menentukan permasalahan yang mempengaruhi performa mesin AHU.
3. Memberikan usulan tindakan perbaikan dalam meningkatkan performa mesin AHU.

### **1.4 Pembatasan Masalah**

Diperlukan suatu pembatasan masalah agar pembahasan penelitian tetap berfokus pada permasalahan yang ada. Laporan Tugas Akhir ini membatasi permasalahan pada hal – hal berikut:

1. Pengamatan dan pengukuran dilakukan di PT Matra Olah Cipta.
2. Pengukuran dilakukan tahun 2014 selama melakukan praktik kerja lapangan.
3. Tingkat produktivitas mesin/peralatan diukur dengan menggunakan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)
4. Pemeliharaan terhadap mesin, baik itu cara pembongkaran, perbaikan, penggantian dan pemasangan peralatan tidak dibahas.
5. Tugas akhir yang dilakukan tidak sampai pada perhitungan biaya.
6. Metode usulan perbaikan menggunakan *fishbone* dan 5W+1H

## 1.5 Metodologi Penulisan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode deskriptif. Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Kepustakaan (*Library Research*)

Dilakukan untuk mendapatkan teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan dan metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan. Kegiatan ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari buku-buku, diktat dan bahan kuliah lainnya yang memuat teori-teori yang memiliki keterkaitan permasalahan atau kesamaan metode penyelesaian sehingga studi kepustakaan tersebut dapat digunakan sebagai pedoman dalam penelitian.

### 2. Penelitian Lapangan (*Field research*)

Metode ini dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung pada PT Matra Olah Cipta dengan mengambil data yang terkait dengan pembahasan Laporan Tugas Akhir. Oleh karena itu, studi lapangan ini dapat digunakan pedoman dalam penelitian.

### 3. Wawancara (*interview*)

Wawancara dilakukan dengan para karyawan dan operator yang terlibat langsung pada proses pembuatan sabuk keselamatan. Yaitu dengan mengajukan pertanyaan yang berhubungan dengan variabel-variabel yang diteliti kepada bagian produksi dan staf bagian produksi.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dimaksudkan untuk memberikan gambaran yang menyeluruh dan informasi yang jelas agar mudah dipahami. Sistematika penulisan pada Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### BAB I: PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah penelitian, perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, pembatasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

**BAB II: LANDASAN TEORI**

Landasan teori ini berisi teori-teori dan prinsip-prinsip yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas yang digunakan sebagai acuan dalam mengolah, menganalisis, dan menarik kesimpulan sehubungan dengan masalah yang ada.

**BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Berisikan bagian yang menguraikan langkah-langkah ilmiah yang ditempuh dalam penelitian.

**BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Dalam bab ini menguraikan data yang berkaitan langsung dengan masalah yang dibahas yaitu pengukuran perawatan mesin AHU pada PT Matra Olah Cipta.

**BAB V: ANALISA MASALAH**

Bab ini berisi tentang analisa data dari hasil pengumpulan dan pengolahan data yang telah menggunakan metode *Total Productive Maintenance* (TPM).

**BAB VI: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bagian ini berisi kesimpulan berdasarkan analisis dan pembahasan yang dilakukan sebagai masukan bagi pihak perusahaan yang dapat dipertimbangkan dan berguna untuk meminimalisir kerusakan pada mesin atau peralatan dan meningkatkan produktivitas pada mesin atau peralatan di bagian produksi.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Mesin**

##### **2.1.1 Pengertian Mesin**

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas produk suatu perusahaan adalah mesin. Semakin handal kinerja dan kemampuan mesin suatu perusahaan maka kualitas produk yang dihasilkan juga semakin baik, begitu pula sebaliknya, dengan catatan tidak mengesampingkan faktor-faktor produksi yang lain. Dengan adanya mesin sangat membantu manusia dalam membantu proses pengerjaan produk, sehingga produk yang dihasilkan dalam jumlah banyak, kualitas lebih baik dan dalam jangka waktu yang lebih pendek.

Dalam penerapannya, banyak sekali jenis dan tipe mesin yang digunakan dalam perusahaan untuk membuat produk, tetapi pada dasarnya mesin tersebut diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu : mesin umum dan mesin khusus.

##### **2.1.2 Jenis-Jenis Mesin**

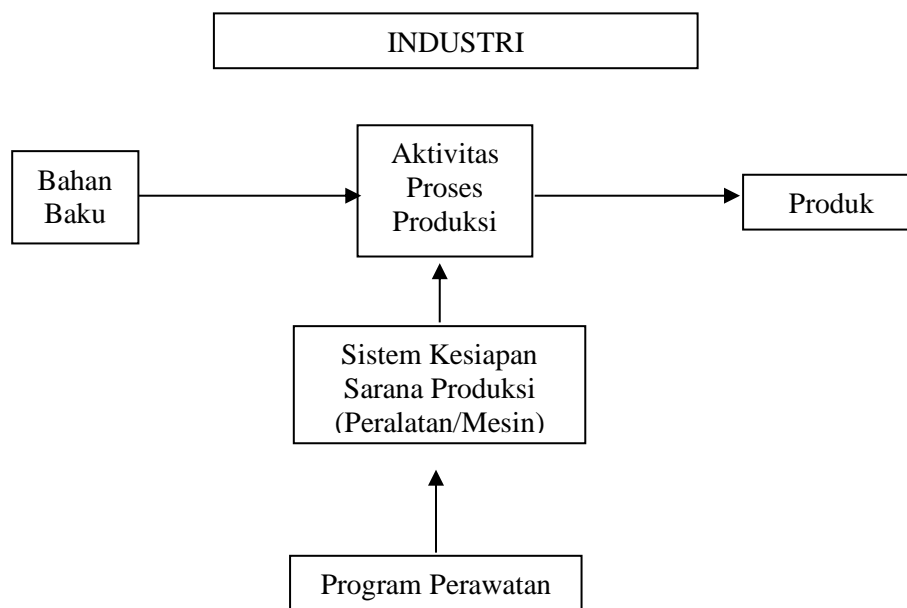
Seperti yang dijelaskan sebelumnya, menurut Assauri (2008) secara umum jenis-jenis mesin dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

1. Mesin-mesin yang bersifat umum/serba guna (*general purpose machine*)  
Merupakan mesin yang dibuat untuk mengerjakan pekerjaan-pekerjaan tertentu untuk berbagai jenis barang/produk atau bagian dari produk (*parts*). Contoh dari mesin ini adalah mesin gergaji pada perusahaan pemotongan kayu, merupakan mesin yang serba guna karena dapat digunakan untuk menggergaji berbagai jenis/macam hasil-hasil kayu.
2. Mesin-mesin yang bersifat khusus (*Special purpose machine*)  
Merupakan mesin yang dibuat dan direncanakan untuk mengerjakan satu atau beberapa jenis kegiatan yang sama. Contoh dari mesin ini adalah mesin pembuat gula pasir, mesin untuk semen atau mesin pembuat ban, yang merupakan mesin yang bertujuan khusus untuk melakukan satu macam pekerjaan atau untuk membuat satu macam produk. Mesin ini

## 2.2 Perawatan (*Maintenance*)

### 2.2.1 Definisi Perawatan

Menurut Nakajima (1988) perawatan didefinisikan sebagai kegiatan merawat fasilitas tersebut sehingga berada pada kondisi siap pakai sesuai kebutuhan. Dengan kata lain perawatan merupakan aktivitas dalam rangka mengupayakan fasilitas produksi berada pada kondisi/kemampuan produksi yang dikehendaki. Perawatan merupakan suatu fungsi utama dalam suatu unit organisasi/usaha/industri. Fungsi lainnya diantaranya adalah pemasaran, keuangan, produksi, dan sumber daya manusia. Fungsi perawatan harus dijalankan dengan baik, karena fasilitas-fasilitas yang diperlukan dalam organisasi dapat terjaga kondisinya. Salah satu kategori perawatan yaitu perawatan industri. Perawatan industri merupakan salah satu faktor yang penting dalam mendukung proses produksi. Secara sistematis, program perawatan di dalam suatu industri dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini:



Gambar 2.1 Peranan Program Perawatan Sebagai Pendukung Aktivasi Produksi

Sumber : Dhillon (2002)

### 2.2.2 Macam-macam Perawatan

Menurut Suharto (1991) perawatan dapat dibagi menjadi beberapa macam, antara lain sebagai berikut:

## 1. Berdasarkan Tingkat Perawatan

Penentuan tingkat perawatan pada dasarnya berpedoman pada lingkup/bobot pekerjaan yang meliputi kerumitan, macam dukungan serta waktu yang diperlukan untuk pelaksanaannya. Tiga tingkatan dalam perawatan sistem, yaitu :

### a. Perawatan tingkat ringan

Bersifat *preventif* yang dilaksanakan untuk mempertahankan sistem dalam keadaan siap operasi dengan cara sistematis dan periodik sehingga dapat memberikan inspeksi, deteksi dan pencegahan awal. Menggunakan peralatan pendukung perawatan secukupnya serta personil dengan kemampuan yang tidak memerlukan tingkat spesialisasi tinggi. Contoh kegiatannya antara lain menyiapkan sistem *servicing* dan perbaikan ringan.

### b. Perawatan tingkat sedang

Bersifat *corektif*, dilaksanakan untuk mengembalikan dan memulihkan sistem dalam keadaan siap dengan memberikan perbaikan atas kerusakan yang telah menyebabkan merosotnya tingkat keandalan. Untuk melaksanakan pekerjaan tersebut, maka harus didukung dengan peralatan serta fasilitas bengkel yang cukup lengkap. Kegiatannya meliputi :

- 1) Pemeriksaan berkala/periodik bagi sistem.
- 2) Inspeksi terbatas terhadap komponen sistem.
- 3) Perbaikan terbatas pada *parts, assemblies, sub assemblies* dan komponen.
- 4) Modifikasi material seperti ditentukan sesuai dengan kemampuan perbengkelan.
- 5) Perbaikan dan penyetelan sistem.
- 6) Pembuatan atau produksi perlengkapan atau *parts*.
- 7) *Test* dan kalibrasi atau pengukuran.
- 8) Pencegahan dan pengendalian korosi.

c. Perawatan tingkat berat

Bersifat *restoratif* dilaksanakan pada sistem yang memerlukan *major overhaul* atau suatu pembangunan lengkap yang meliputi *assembling*, membuat suku cadang, modifikasi, *testing* serta reklamasi sesuai keperluannya. Perawatan tingkat berat meliputi pekerjaan yang luas dan intensif atas suatu sistem. Pekerjaan tersebut mencakup pulih balik, perbaikan yang rumit yang memerlukan pembongkaran total, perbaikan, pemasangan kembali, pengujian serta pencegahan dukungan peralatan serta fasilitas kerja lengkap dan tingkat keahlian personil yang cukup tinggi serta waktu yang relatif lama. Perawatan tingkat berat dikerjakan dibagian yang berat. Tujuan perawatan berat adalah menjamin keutuhan fungsi struktur sistem dan sistemnya dengan menyelenggarakan pemeriksaan mendalam terhadap *item/sub item* dan bagian rangka sistem tertentu pada interval yang telah ditetapkan.

2. Berdasarkan Periode Pelaksanaannya

- a. Perawatan terjadwal (*Shedule Maintenance*)
- b. Perawatan tidak terjadwal (*Unschedule Maintenance*)

3. Berdasarkan Dukungan Dananya

- a. Terprogram (*Planned Maintenance*)
- b. Tidak terprogram (*Unplanned Maintenance*)

4. Berdasarkan Tempat Pelaksanaan Perawatan

Untuk melaksanakan kegiatan perawatan diperlukan adanya suatu tempat perawatan yang disesuaikan dengan macam atau beban kerja yang dihadapi yang dilengkapi dengan peralatan-peralatan yang memenuhi persyaratan tertentu, berharga mahal, sehingga pendaayagunaannya perlu dilakukan secara efektif dan efisien. Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya duplikasi kemampuan, maka peralatan disentralisasikan penempatannya di unit-unit perawatan sesuai tempat dan macam perawatan yang dilakukan.

### 2.2.3 Tujuan Perawatan

Menurut Dhillon (2002), tujuan perawatan adalah :

1. Memungkinkan tercapainya mutu produk dan kepuasan pelanggan melalui penyesuaian, pelayanan dan pengoperasian peralatan secara tepat.
2. Memaksimalkan umur kegunaan dari sistem.
3. Menjaga agar sistem aman dan mencegah berkembangnya gangguan keamanan.
4. Meminimalkan biaya produksi total yang secara langsung dapat dihubungkan dengan *service* dan perbaikan .
5. Meminimalkan frekuensi dan kuatnya gangguan-gangguan terhadap proses operasi.
6. Memaksimalkan kapasitas produksi dari sumber-sumber sistem yang ada.

#### **2.2.4 Kebijakan Perawatan**

Jenis-jenis kebijakan perawatan secara umum dapat dikategorikan dalam dua jenis menurut Dhillon (2002), diantaranya adalah:

1. *Preventive Maintenance*.

*Preventive maintenance*, bertujuan untuk mengurangi dan mencegah kemungkinan *failure*, dan dikelompokkan menjadi :

- a. *Systematic* atau *Schedule Maintenance*, dimana komponen yang spesifik diganti pada saat mulai rusak.
- b. *Condition-Based Maintenance*, dimana keputusan penggantian dibuat berdasarkan hasil dari diagnostik.

Ada tujuh elemen dalam menerapkan *Preventive Maintenance*, yaitu:

- a. Inspeksi: Secara berkala memeriksa bahan atau item untuk menentukan kemampuan bekerja mesin dengan membandingkan fisik, listrik, mekanik dan karakteristik (sebagaimana yang berlaku) dengan standar yang diharapkan.
- b. Pelayanan: Pembersihan, pelumasan, pengisian, pelestarian, dan lain-lain untuk barang atau bahan secara berkala untuk mencegah terjadinya kegagalan yang akan jadi.
- c. Kalibrasi: Menentukan secara berkala nilai karakteristik item dengan perbandingan standar yang terdiri dari perbandingan dua instrumen, salah satunya adalah standar bersertifikat dengan akurasi yang diketahui, untuk

mendeteksi dan menyesuaikan kejanggalan di akurasi bahan atau parameter yang dibandingkan dengan nilai standar yang ditetapkan.

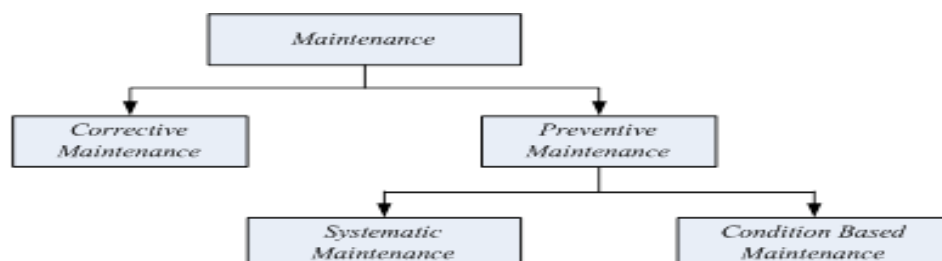
- d. Pengujian: Pengujian atau memeriksa secara berkala bertujuan untuk menentukan pelayanan dan mendeteksi listrik degradasi atau mekanik yang terkait.
- e. Keselarasan: Membuat perubahan elemen variabel item tertentu yang bertujuan untuk mencapai kinerja yang optimal.
- f. Penyesuaian: Menyesuaikan secara berkala elemen variabel bahan yang ditentukan untuk mencapai kinerja sistem yang optimal.
- g. Instalasi: Penggantian secara periodik item yang mempunyai ketahanan terbatas atau item yang mengalami siklus waktu atau memakai degradasi, untuk menjaga toleransi sistem yang telah ditentukan.

## 2. *Corrective Maintenance*

*Corrective Maintenance* hanya dilaksanakan sesudah terjadinya suatu *failure*. Hal ini bukan berarti bahwa aktivitasnya tidak dapat diramalkan, karena pada kenyataannya metode untuk mengembalikan fungsi peralatan (*recovery*) dari *failure* dapat dikembangkan. *Corrective Maintenance* dapat diklasifikasikan ke dalam lima kategori utama, yaitu:

- a. Perbaikan yang gagal.
- b. Menyelamatkan.
- c. Membangun kembali.
- d. Pemeriksaan.
- e. Pelayanan.

Ilustrasi dari klasifikasi *maintenance* ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 di bawah ini:



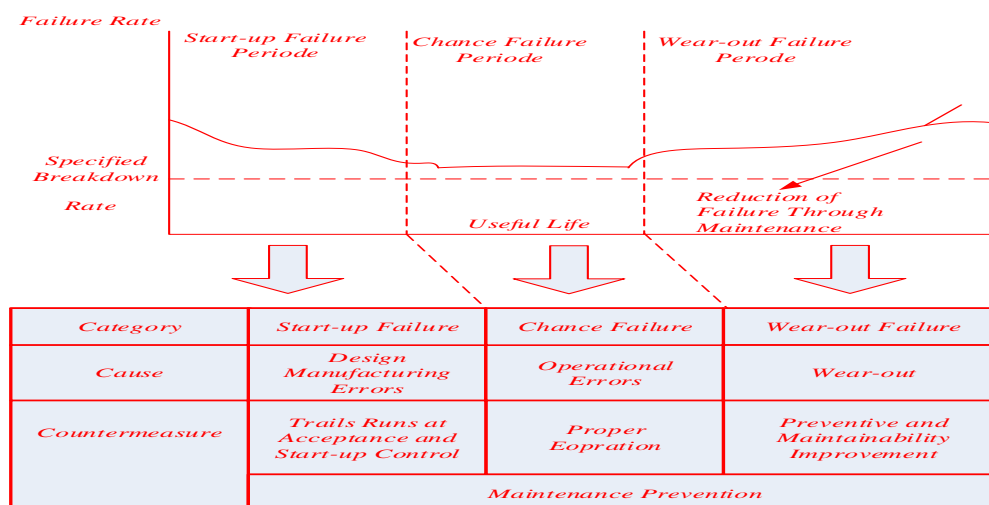
Gambar 2.2 Kebijakan Perawatan

Sumber : Nakajima (1988)

### 2.2.5 Preventive Maintenance (PM) Dengan Sendirinya Tidak Dapat Menghilangkan Breakdown

Kira-kira sepuluh tahun silam, manajemen pada suatu perusahaan melaporkan bahwa meskipun mereka telah mempraktekkan *preventive maintenance* sendiri, tetapi tidak dapat menghilangkan *breakdown* sehingga merangsang mereka untuk mengimplementasikan *Total Productive Maintenance*. Dengan mengambil tindakan seperti ini pada akhirnya terbukti berhasil, mereka bahkan memenangkan *PM Prize*. Mengapa *preventive maintenance* itu sendiri tidak dapat menghilangkan *breakdown*.

Menurut prinsip keandalan suatu peralatan, terjadinya *breakdown* atau *failure* berubah sejalan dengan waktu. Karakteristik kurva *breakdown* atau *failure rate* (tingkat kerusakan) dipisahkan menurut “karakteristik rentang umur” atau disebut juga kurva “*bath-up*” (kurva cawan). Pada saat peralatan masih baru, tingkat kerusakan mesin tinggi (*start up failure periode*) dan akhirnya turun lalu mendatar, kemudian stabil pada *level* ini untuk periode yang lama (*chance failure periode*). Terakhir, seperti umumnya peralatan yang mendekati akhir umur pemakaiannya, tingkat kerusakannya meningkat lagi (*wear-out failure periode*). Ketiga periode waktu diatas disebabkan oleh hal yang berbeda, seperti pada Gambar 2.3 dimana untuk mencapai hasil yang terbaik untuk masing-masing tipe *breakdown*, harus diperlukan dengan tindakan yang berbeda pula.



Gambar 2.3 Karakteristik Umur dan Pencegahan *Breakdown* Peralatan  
Sumber : Nakajima (1988)

Penyebab *start up failure periode* adalah kesalahan desain dan proses manufaktur. Untuk mengatasi hal ini, perbaikan untuk memudahkan perawatan peralatan (*maintainability improvement*) dilakukan untuk menutupi kekurangan yang ada pada desain manufaktur.

*Chance failure periode* terutama disebabkan oleh kesalahan pengoperasian, dan yang paling efektif untuk mengatasinya adalah dengan cara memastikan operator mengoperasikan peralatan secara tepat (*standard operation*).

*Wear-out failure periode* adalah periode dimana *part* peralatan secara alami mengalami kerusakan karena umur pemakaian yang lama. Umur peralatan dapat diperpanjang dengan *preventive maintenance* dan *maintainability improvement* (melalui perubahan pada desain), hal ini akan mengurangi tingkat *wear-out failure*.

Menurut Nakajima (1988) *prevention maintenance* merupakan suatu penanganan yang efektif untuk tiga tipe *breakdown* tersebut. Suatu rancangan peralatan yang “bebas perawatan” harus diintegrasikan pada tahap rancangan untuk mencegah periode *start up*, *chance* dan *wear-out failure*. Ketika siklus umur peralatan dipertimbangkan dengan cara ini, maka akan semakin nyata bahwa *preventive maintenance* saja tidak dapat menghilangkan *breakdown*.

#### **2.2.6 Mencegah (Mengurangi) Terjadinya Breakdown**

Menurut Nakajima (1988), peralatan yang bisa rusak mendadak harus diubah dengan anggapan bahwa peralatan seharusnya tidak bisa rusak mendadak. Dengan dasar pemikiran demikian setiap orang dalam perusahaan termasuk operator akan bisa menerima ide bahwa peralatan harus digunakan sedemikian rupa sehingga kerusakan mendadak dapat dihindarkan. Dan apabila semua orang sependapat dengan pandangan bahwa semua orang harus bertanggung jawab terhadap peralatan, operator tentu akan belajar dan berusaha mengoperasikan peralatannya dengan baik dan menghindarkan dari kerusakan yang mendadak atau *breakdown*.

Menurut Nakajima (1988) ada 2 jenis kerusakan atau kegagalan yaitu kerusakan peralatan karena tidak berfungsi dan kerusakan karena kurang baiknya fungsi peralatan. Kerusakan jenis pertama disebabkan karena peralatan tidak bisa

dioperasikan, sedangkan kerusakan kedua biasanya tidak terlalu jelas, serta sering mengakibatkan kerusakan atau gangguan kecil sehingga jarang diperhatikan. Akibatnya kerusakan yang timbul dapat lebih besar dari kerusakan yang pertama. Selain menghindari kegagalan-kegagalan yang disebabkan karena kurang sempurnanya alat operasi.

Ada lima tindakan yang harus dilakukan untuk mengatasi dan menghindari terjadinya *breakdown* karena kerusakan yang tidak kentara (terselubung) tersebut, antara lain :

1. Memelihara kondisi dasar dari peralatan seperti kebersihan, pelumasan serta kekencangan baut atau sambungan-sambungan.
2. Memelihara dan mempertahankan kondisi operasi seperti menjalankan mesin pada kapasitasnya, menjaga temperatur mesin pada kondisi yang diijinkan sesuai dengan standar operasi yang telah dibuat berdasarkan spesifikasi serta kondisi mesin.
3. Memulihkan dan memperbaiki peralatan yang sudah memburuk kondisinya. Dalam memulihkan dan memperbaiki peralatan, harus juga mengadakan penggantian atau perbaikan sebelum *part* tersebut rusak yang pada akhirnya menyebabkan berhentinya mesin. Hal ini bisa dilakukan bila kondisi peralatan selalu dicek secara rutin.
4. Mengoreksi kelemahan desain. Meskipun pemeliharaan dan perbaikan sudah dilaksanakan dengan baik dan benar, tetapi masih terjadi kerusakan yang sama pada suatu peralatan, hal ini disebabkan karena adanya kesalahan dan kelemahan dalam desain, baik pemeliharaan material, dimensi maupun konstruksinya sendiri. Keadaan ini bisa diketahui kalau semua kejadian atau gangguan dianalisis secara baik dan menyeluruh dibandingkan dengan petunjuk-petunjuk yang ada pada manual peralatan serta spesifikasinya. Bila ternyata ada kelemahan pada sisi desainnya, maka dapat dilakukan modifikasi dengan mempertimbangkan semua aspek dari analisa tadi.
5. Tindakan akhir dan merupakan tindakan yang paling penting dalam mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan peralatan adalah meningkatkan kemampuan manusianya dalam hal ini pekerja (operator) yang menjalankan

peralatan, dan juga personil *maintenance* yang melakukan perawatan terhadap peralatan tersebut. Hal ini sangat penting, karena banyak kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan manusia (*human errors*) karena kurangnya pengetahuan ataupun keahlian manusia tersebut akan alat serta fungsi dan cara kerjanya.

Kelima tindakan di atas harus bisa dilakukan secara bersama-sama dan terpadu, baik oleh operator maupun personil *maintenance*. Meninggalkan salah satu dari kelima tindakan di atas akan mengakibatkan selalu terjadinya gangguan atau kerusakan yang pada akhirnya menimbulkan kerugian yang cukup besar. Dalam melaksanakan kelima tindakan tersebut, kerjasama antar departemen produksi dengan perawatan yang diperlukan.

Operator produksi harus dilatih untuk membantu mencapai kondisi tanpa gangguan mesin dengan cara:

1. Belajar bagaimana melakukan pemeliharaan berkala rutin, yaitu: pelumasan, pengencangan baut dan sebagainya guna mencegah penurunan daya kerja mesin.
2. Menerima dan melaksanakan pedoman dan petunjuk penggunaan mesin secara wajar.
3. Mengembangkan kesadaran dan kewaspadaan terhadap tanda-tanda awal penurunan kemampuan mesin dengan melakukan perawatan yang mudah, pembersihan, pemeriksaan harian, penyetelan dan sebagainya.

Sementara itu, peran karyawan bagian *maintenance*, dipihak lain harus melakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Membantu karyawan produksi mempelajari kegiatan perawatan yang dapat dilakukan sendiri.
2. Memperbaiki penurunan kemampuan peralatan melalui inspeksi berkala, bongkar pasang, dan penyesuaian atau penyetelan kembali.
3. Menentukan kelemahan dalam merancang bangun mesin, merencanakan dan melakukan tindakan perbaikan, menentukan kondisi wajar operasi mesin.
4. Membantu operator menaikkan kemampuan perawatan mereka.

Selain itu kegiatan lain yang juga penting untuk bagian *maintenance* diantaranya adalah:

1. Selalu mengembangkan teknologi *maintenance*.
2. Menyusun *standard maintenance*.
3. Menjaga dan menyimpan catatan (*record maintenance*).
4. Mengevaluasi hasil pekerjaan *maintenance*.
5. Bekerja sama dengan bagian *engineering* dan *design*.

## **2.3 Pemeliharaan/*Maintenance***

### **2.3.1 Definisi Pemeliharaan/*Maintenance***

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

Pengertian pemeliharaan (*maintenance*) menurut Corder (1996; 1) adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya, sampai pada suatu kondisi yang bisa diterima. Pengertian lain dari pemeliharaan menurut Assauri (2008; 134) adalah kegiatan menjaga fasilitas-fasilitas dan peralatan pabrik serta mengadakan perbaikan atau penyesuaian yang diperlukan agar tercapai suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan dan sesuai dengan yang direncanakan.

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

1. *Condition maintenance* yaitu mempertahankan kondisi mesin/peralatan agar berfungsi dengan baik sehingga komponen-komponen yang terdapat dalam mesin juga berfungsi sesuai dengan umur ekonomisnya.
2. *Replacement maintenance* yaitu melakukan tindakan perbaikan dan penggantian komponen mesin tepat pada waktunya sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sebelum kerusakan terjadi. *Maintenance* juga diartikan semua aktivitas penting yang dilakukan untuk menjaga sistem dan semua komponen di dalamnya untuk mampu bekerja dengan baik. Pemeliharaan mesin sangat berpengaruh pada produktivitas mesin sehingga pemeliharaan mesin sebaiknya dilakukan di luar waktu produksi atau pemeliharaan dijadwalkan pada waktu tertentu yang tidak mendadak. Semakin sering pemeliharaan dilakukan maka akan semakin meningkatkan biaya pemeliharaan.

### **2.3.2 Tujuan pemeliharaan (*maintenance*)**

Menurut Assauri (2008), Kegiatan pemeliharaan peralatan dan fasilitas mesin memiliki tujuan-tujuan yaitu:

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

### 2.3.3 Jenis-Jenis Pemeliharaan

Menurut Assauri (2008), kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu: *Preventif maintenance* dan *corrective* atau *breakdown maintenance*.

#### 1. Pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*)

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

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

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

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

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

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

a. *Routine Preventive Maintenance*

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

b. *Periodic Maintenance*

*Periodic maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya setiap satu minggu sekali, lalu meningkat setiap bulan sekali, dan akhirnya setiap satu tahun sekali. *Periodic maintenance* dapat dilakukan pula dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal kegiatan, misalnya setiap seratus jam kerja mesin sekali dan seterusnya. Jadi kegiatan maintenance ini tetap secara *periodic* atau berkala. Kegiatan *periodic maintenance* adalah jauh lebih berat dari pada

*routine maintenance*. Sebagai contoh dari kegiatan *periodic maintenance* adalah pembongkaran karburator ataupun pembongkaran alat-alat di bagian sistem aliran bensin, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan silinder mesin dan pembongkaran mesin/fasilitas tersebut untuk penggantian roda (*bearing*), serta *service* dan *overhaul* besar ataupun kecil. Keuntungan dilakukan *periodic maintenance* antara lain:

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

Maksud *corrective* atau *breakdown maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadi suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan *corrective maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan dilakukan karena adanya kerusakan yang terjadi. Akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan *preventive maintenance* tetapi sampai pada waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan

*maintenance* sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan. Maksud tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali. Dengan demikian apabila perusahaan hanya mengambil kebijaksanaan untuk melakukan *corrective maintenance* saja, maka terdapatlah factor ketidakpastian (*uncertainly*) dalam kelancaran proses produksinya akibat ketidakpastian atau kelancaran bekerjanya fasilitas, atau peralatan produksi yang ada. Oleh karena itu kebijaksanaan untuk melakukan *corrective maintenance* saja tanpa *preventive* akan memacetkan kegiatan produksi apabila terjadi suatu kerusakan yang tiba-tiba pada fasilitas produksi yang digunakan. Secara sepintas terlihat bahwa *corrective maintenance* lebih murah biayanya dibandingkan dengan mengadakan *preventive maintenance*. Hal ini adalah benar selama kerusakan belum terjadi pada fasilitas/peralatan sewaktu proses produksi berlangsung. Tetapi sekali kerusakan terjadi pada fasilitas/peralatan selama proses produksi berlangsung, maka akibat dari kebijaksanaan *corrective maintenance* saja akan jauh lebih parah/hebat daripada *preventive maintenance*. Di samping itu akan terdapat suatu kenaikan yang melonjak dari biaya-biaya perawatan dan pemeliharaan pada saat terjadinya kerusakan tersebut. Oleh karena *corrective maintenance* ini mahal, maka sedapat mungkin harus dicegah dengan mengintensifkan kegiatan *preventive maintenance*. Di samping itu perlu pula kita pertimbangkan bahwa dalam jangka panjang untuk mesin-mesin yang mahal dan termaksud dalam “*critical unit*” dari proses produksi, *preventive maintenance* akan lebih menguntungkan daripada *corrective maintenance* saja.

### 3. Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

Pemeliharaan mandiri adalah kegiatan yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Pemeliharaan mandiri ini juga dirancang untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut, seperti pembersihan, pelumasan, pengencangan mur/baut,

pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan, dan reparasi sederhana. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan operator yang mampu mendeteksi berbagai sinyal dari kerugian (*loss*). Selain itu juga bertujuan untuk menciptakan tempat kerja yang rapi dan bersih, sehingga setiap penyimpangan dari kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu sekejap.

#### **2.3.4 Konsep-Konsep Pemeliharaan/*Maintenance*.**

Menurut Ebellling (1996), dalam melakukan pemeliharaan terhadap mesin/peralatan terdapat konsep yang harus dilakukan agar dapat memenuhi kriteria pemeliharaan yang baik diantaranya:

1) Konsep keandalan (*reliability*)

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

2) Konsep keterawatan (*maintainability*)

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

3) Konsep ketersediaan (*Availability*)

Ketersediaan (*availability*) adalah probabilitas suatu komponen atau sistem menunjukkan kemampuan yang diharapkan pada suatu waktu tertentu ketika dioperasikan dalam kondisi operasional tertentu. Ketersediaan juga dapat diinterpretasikan sebagai persentase waktu operasional sebuah komponen atau sistem selama interval waktu tertentu. Ketersediaan berbeda dengan keandalan, dimana ketersediaan adalah probabilitas komponen berada dalam kondisi tidak mengalami kerusakan meskipun sebelumnya komponen tersebut telah mengalami kerusakan dan diperbaiki atau dipulihkan kembali pada kondisi operasi normalnya. Oleh karena itu, ketersediaan sistem tidak pernah

lebih daripada keandalan sistem. Ketersediaan mengandung dua komponen utama yaitu keandalan (*reliability*) dan keterawatan (*maintainability*). Tingkat keandalan yang rendah dapat diimbangi dengan usaha peningkatan perawatan sehingga tingkat kecepatan aksi perawatan berpengaruh terhadap tingkat ketersediaan sistem. Seperti halnya pada keandalan dan keterawatan, ketersediaan merupakan probabilitas sehingga teori probabilitas dapat digunakan untuk menghitung nilai ketersediaan.

## **2.4 Total Productive Maintenance**

### **2.4.1 Sejarah 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 *Total Productive Maintenance* yang kita kenal seperti 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 produksi. Perusahaan yang pertama kali mengimplementasikan 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-lah yang kemudian mempopulerkan dan mengkampanyekan *Total Productive Maintenance* dengan menulis berbagai buku dan artikel pada akhir tahun 80an dan terus berkembang di awal tahun 90an.

*Total Productive Maintenance* (TPM) adalah suatu manajemen perusahaan atau "*way of working*" yang dikembangkan sejak tahun 1970 oleh JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*). Penerapan TPM dimulai di Jepang dan telah menyebar di banyak negara, antara lain Amerika Serikat, Eropa, India, China, dan Australia.

#### **2.4.2 Definisi *Total Productive Maintenance* (TPM)**

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

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

TPM merupakan strategi *improvement* yang diperuntukkan bagi perusahaan secara menyeluruh, yang telah terbukti keberhasilannya, yang utamanya adalah melibatkan semua karyawan, tidak hanya karyawan bagian *maintenance* dan produksi.

Definisi lengkap TPM memuat 5 hal JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*) 1971 antara lain:

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

#### **2.4.3 Faktor-faktor Yang Menjadi Prasyarat Untuk Penerapan TPM**

Menurut Dhillon (2002) TPM sebagai suatu sistem baru, pada awal penerapannya tentunya mendapat tantangan atau reaksi dari sistem yang sudah ada atau sistem yang sudah dianggap mapan. Untuk itu paling sedikit ada tiga

faktor yang harus dikondisikan agar penerapan sistem yang baru tersebut bisa diterima dan mendapat dukungan. Faktor-faktor tersebut adalah :

1. Motivasi dan Kompetisi.
2. Kemampuan.
3. Lingkungan Kerja.

Ketiga faktor ini merupakan kunci keberhasilan dari suksesnya penerapan sistem TPM. Untuk mengeliminasi *six big losses*, diperlukan perubahan perilaku pegawai dan peningkatan kemampuan mereka. Menurut Nakajima (1988) dengan meningkatkan motivasi dan sifat berkompetisi akan memaksimalkan keefektifan dan pengoperasian peralatan. Kemudian dengan lingkungan kerja yang harmonis akan mendukung program kerja penerapan TPM.

Selain itu faktor kunci suksesnya penerapan TPM menurut Dhillon (2002), antara lain :

1. Ketersediaan manajemen untuk mengembangkan sumber daya.
2. Pemusatan, diserahkan pada manajer, koordinator, pemimpin regu dan pelatih, diserahkan dalam hal ini berarti TPM itu hanya tugas untuk orang-orang ini sepanjang usaha implementasi TPM.
3. Proses penyebaran tergambar dengan baik.
4. Regu melibatkan seluruh karyawan.
5. Mengenali tugas ditingkat paling rendah, bukan manajemen otoriter.
6. Fleksibilitas dalam program desain.
7. Pilot Mendekati ke tugas.
8. Penekanan pada keselamatan.
9. Konsep *zone* dengan analisis tugas.
10. Perkakas dan persediaan di lokasi pekerjaan.
11. Pelatihan yang dikembangkan dan dilaksanakan di area mekanik dan operator.
12. Perencanaan pencapaian manajemen untuk mengenali dan menguatkan perilaku dan hasil.
13. Menetapkan visi, pernyataan misi, ukuran dan rencana peningkatan.

#### **2.4.4 Tahapan Penerapan TPM**

Penerapan TPM sebagai sistem baru bukanlah suatu hal yang bisa dilakukan dalam waktu singkat tetapi memerlukan waktu yang cukup untuk persiapannya maupun untuk memulai serta melaksanakan program-programnya. Berdasarkan pengalaman beberapa perusahaan industri di Jepang yang telah berhasil menerapkan TPM, waktu yang dibutuhkan untuk menerapkan sistem ini dan berjalan dengan baik, minimal dua sampai tiga tahun.

Menurut Nakajima (1988) untuk menerapkan TPM diperlukan dua belas langkah dimana langkah-langkah tersebut dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

- 1) Tahap Persiapan.
- 2) Tahap Penerapan.
- 3) Tahap Stabilisasi.

Sedangkan kedua belas langkah tersebut adalah sebagai berikut, dengan langkah satu sampai dengan langkah kelima merupakan tahap persiapan, antara lain:

1. Memberitahukan Keputusan *Top Management* mengenai akan diperkenalkan TPM. Pemberitahuan ini bisa dilakukan dalam acara khusus (memperkenalkan TPM) ataupun pada acara formal perusahaan. Pengumuman ini dapat pula dimuat dalam majalah atau buletin perusahaan.
2. Menyelenggarakan pendidikan serta kampanye pergerakan TPM. Ini dapat dilakukan melalui seminar *classroom* untuk para manajer dan pimpinan lainnya. Untuk pegawai lainnya (operator) bisa diadakan presentasi yang dilengkapi dengan "*slide presentation*" yang populer.
3. Membentuk Organisasi untuk mempromosikan TPM. Pada setiap *level* manajemen dibentuk semacam komite khusus untuk mempromosikan TPM. Menentukan ketentuannya masing-masing dan juga mengangkat anggotanya. Organisasi TPM ini biasanya dibentuk dari mulai *level* atas sampai *level* bawah (operator).
4. Menentukan kebijaksanaan dasar serta target (*Goal*) dari TPM. Hal ini ditentukan dengan cara menganalisis kondisi yang ada pada saat sekarang dan berdasarkan kondisi tersebut, tentukan target serta perkiraan hasil yang akan dicapai.

5. Menyusun *master plan* untuk pengembangan TPM. Dalam *master plan* harus dirinci secara mendetail rencana pelaksanaan kelima kegiatan yang mendasar dalam tahap persiapan ini.

Tahap penerapan yang dibagi menjadi dua, yaitu tahap awal penerapan dan tahap penerapan. Pada tahap awal penerapan dilakukan kegiatan sebagai berikut :

1. Peresmian dimulainya Penerapan TPM (*Kick off TPM*). Pada acara ini sebaliknya diundang para pelanggan, perusahaan rekanan, serta pemasok utama. Hal ini penting dilaksanakan meskipun sifatnya seremonial tapi diharapkan dapat memberikan dampak psikologis kepada seluruh jajaran manajemen agar merasa bertanggung jawab atas suksesnya penerapan kebijakan perusahaan.
2. Melaksanakan kegiatan "*improvement*" keefektifan masing-masing peralatan. Dalam langkah ini ditentukan peralatan yang bisa dijadikan model untuk memulai mempraktekkan TPM dan pada saat yang sama dibentuk juga tim proyek ini. Model serta tim proyek ini bisa dibentuk pada tiap-tiap bagian pabrik atau unitnya. Lakukan "*improvement*" pada peralatan yang dijadikan sebagai model tersebut.
3. Mengembangkan program *autonomous maintenance*. Dalam langkah ini dilaksanakan kegiatan bagian utama dari tahapan penerapan TPM melalui tujuh langkah pengembangan *autonomous maintenance* serta menetapkan prosedur perawatan.
4. Menyempurnakan sistem perencanaan *maintenance* serta keahlian manajemen dari bagian *maintenance*. Hal ini meliputi periodik dan *predictive maintenance* serta pengelolaan dari *sparepart*, *tool*, dokumentasi, serta prosedur perawatan.
5. Menyelenggarakan pendidikan dan pelatihan untuk meningkatkan keterampilan serta keahlian tenaga operasi atau tenaga *maintenance*. Pelatihan bisa dilakukan terutama bagi kepala regu secara bersama-sama dan kemudian kepala regu bisa menyampaikan kembali pengetahuan serta keterampilan kepada seluruh anggota regu.

Tahap Ketiga adalah stabilisasi atau pemantapan, dalam tahap ini dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Mengembangkan tahap awal program manajemen peralatan program ini dibentuk oleh grup produksi dan *maintenance* dan diarahkan untuk merancang suatu sistem dimana peralatannya bebas perawatan. Hal yang dilakukan adalah membuat standar, baik standar umum maupun standar khusus dengan didasarkan pada *check list* yang didokumentasikan dari gangguan-gangguan yang terjadi juga dilakukan analisis biaya meliputi *life cycle cost* dari peralatan.
2. Penerapan TPM secara menyeluruh dan meningkatkan usaha untuk mencapai tujuan yang lebih tinggi. Dalam langkah ini ditetapkan tujuan atau target yang lebih tinggi dengan proyeksi masa depan dan lebih melibatkan semua jajaran dalam perusahaan.

Dalam pelaksanaannya langkah-langkah tersebut ada yang bisa berjalan secara bersamaan satu sama lain, dan ada pula yang bisa dikerjakan kalau langkah-langkah yang lain telah dikerjakan. Tetapi pada prinsipnya aktivitas-aktivitas tersebut dilaksanakan secara terus menerus dan berkelanjutan.

#### **2.4.5 *Small Group Activities***

Menurut Nakajima (1988) aktivitas grup kecil dibentuk atas dasar adanya partisipasi yang bersifat wajib dari pegawai dalam perusahaan. Sasaran atau target dari grup kecil ini harus sama dan searah dengan target perusahaan yaitu meningkatkan produktivitas dan lingkungan kerja yang kondusif. Dalam aktivitas grup kecil ini, pekerja merupakan pelaku utama atau dengan kata lain siapa yang melaksanakan pekerjaan mempunyai tanggung jawab atas pekerjaannya dan bukan sekedar mematuhi perintah agar bisa mendapatkan gaji.

Jika pekerja memainkan peran aktif sebagai pelaku utama, maka pada saat yang sama, manajer mempunyai tugas serta tanggung jawab dalam membina serta menumbuhkan motivasi para pekerja dalam hal sebagai berikut :

1. Menyadari pentingnya pekerjaan. Pekerja harus menyadari pentingnya tugas mereka agar dapat bertanggung jawab dan mau melaksanakannya dengan baik.
2. Menentukan target dan usaha pencapaiannya. Target harus ditetapkan sehingga suatu pekerjaan mempunyai tujuan yang jelas sehingga ada motivasi

yang mendasari untuk mencapainya. Target manajemen atau perusahaan dapat dijadikan landasan untuk memotivasi para pekerja.

3. Menindaklanjuti saran yang diberikan oleh grup kecil. Hal ini akan membuat anggota grup bertambah motivasinya dalam memberikan saran-saran perbaikan. Dengan diterima dan diterapkannya saran-saran tersebut akan semakin menumbuhkan rasa bangga atas pencapaian tersebut. Dalam hal ini akan mendorong mereka untuk bekerja lebih produktif.
4. Menghargai usaha pekerja terutama yang berprestasi. Penghargaan dapat diberikan secara individu atau kepada kelompoknya (grup kecil). Penghargaan dari perusahaan akan mendorong tumbuhnya motivasi untuk terus meningkatkan kualitas pencapaian kepuasan atas pekerjaannya.

Ada 3 kunci yang menjadi faktor keberhasilan pelaksanaan aktivitas grup kecil yaitu motivasi, kemampuan dan lingkungan kerja. Motivasi dan kemampuan adalah faktor yang ada pada diri pekerja dan menjadi tanggung jawab sendiri sedangkan lingkungan pekerjaan berada diluar kontrol mereka.

Motivasi dan kemampuan dapat ditumbuhkan melalui pendidikan dan pelatihan, baik yang berkaitan dengan sosial (hubungan antar manusia) maupun keterampilan teknik termasuk didalamnya teknik manajemen, mesin, listrik, dan sebagainya.

Lingkungan kerja yang baik dapat diciptakan dengan mengubah struktur *authoritarian management system* menjadi *participate management system*. Dengan menumbuhkan manajemen partisipasif dimana semua orang dihargai pendapatnya akan memberikan suasana lingkungan pekerjaan yang nyata (*psychological environment*). Sedangkan dari sisi fisik (*physical environment*), tersedianya fasilitas yang cukup seperti *tools*, material serta petunjuk-petunjuk pekerjaan maupun standar lainnya. Selain itu, tersedianya sarana untuk anggota grup untuk bisa mengadakan pertemuan rutin, juga sangat diperlukan. Ketersediaan sarana lingkungan yang mendukung seperti diatas adalah tanggung jawab manajemen perusahaan serta didukung oleh anggota grup kecil (melalui kegiatan AM).

## 2.5 Keuntungan-keuntungan Mengimplementasikan TPM

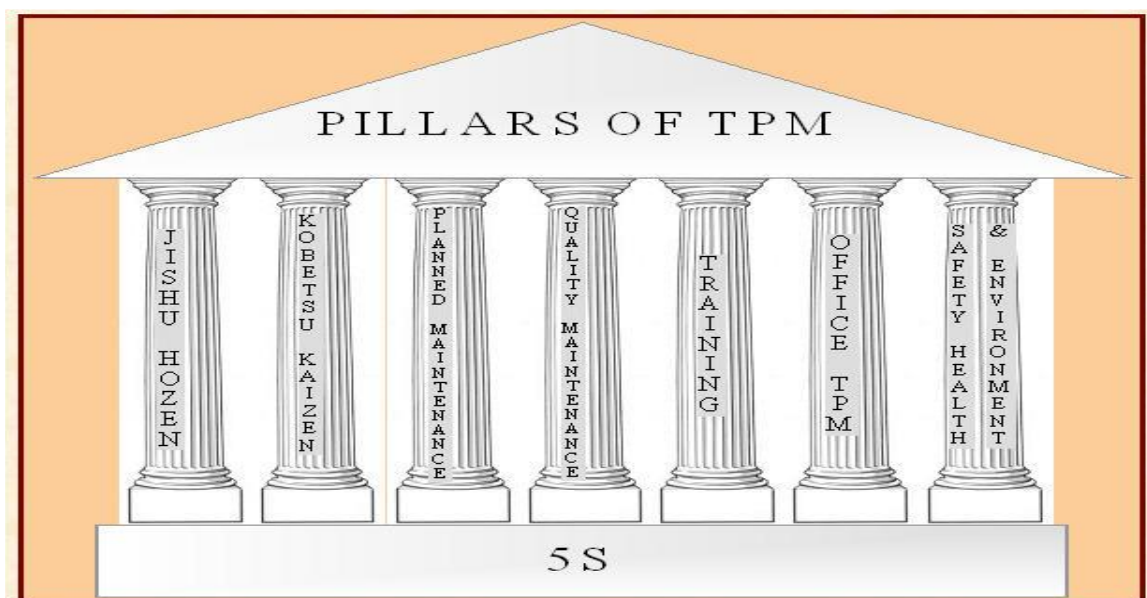
Menurut Nakajima (1988), *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah suatu pengukuran dari kapasitas pendapatan termasuk juga perusahaan dapat menggunakannya untuk mengukur manfaat keuangan yang timbul dari pengaplikasian TPM.

Beberapa keuntungan yang telah diperoleh dari pengimplementasian TPM sehingga perusahaan sudah seharusnya menggunakan TPM, yaitu:

1. TPM akan menyelamatkan uang perusahaan.
2. TPM akan meningkatkan kualitas produk.
3. TPM akan meningkatkan keselamatan.
4. TPM akan mengurangi barang sisa.
5. TPM akan meningkatkan ketersediaan peralatan di dalam perusahaan.
6. TPM akan meningkatkan kerjasama antara operator dan mekanik.
7. dalam mengerjakan perbaikan peralatan mempunyai lebih banyak waktu.
8. TPM akan meningkatkan keterampilan dan fleksibilitas dari semua karyawan.
9. TPM akan kompatibel dengan banyak dari strategi manajemen pada saat ini.

## 2.6 Pilar *Total Productive Maintenance*(TPM)

Menurut Denso – *Introduction To Total Productive Maintenance* (2006) TPM sekarang terdiri dari delapan bagian yang berbeda yang telah dikenal sebagai pilar . Masing-masing pilar memiliki wilayah sendiri dari tanggung jawab, tetapi mereka juga memiliki daerah di mana mereka tumpang tindih. Pilar tersebut diidentifikasi dalam Gambar 2.4 sebagai berikut :



Gambar 2.4 Pilar *Total productive maintenance* (TPM)  
 Sumber : *Denso – Introduction To Total Productive Maintenance* (2006)

**2.6.1 5S - Foundation TPM**

TPM dimulai dengan 5S. Masalah tidak dapat dengan jelas terlihat ketika tempat kerja terorganisir. Membersihkan dan mengatur tempat kerja membantu tim untuk mengungkap masalah. membuat masalah terlihat adalah langkah pertama dari perbaikan.

Penjelasan 5S dan artinya dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini:

Tabel 2.1 Penjelasan 5S dan Artinya

<i>Japanese Term</i>	<i>English Translation</i>	<i>Equivalent 'S' term</i>
<i>Seiri</i>	<i>Organization</i>	Pemilahan
<i>Seiton</i>	<i>Tidiness</i>	Kerapihan
<i>Seiso</i>	<i>Cleaning</i>	Kebersihan
<i>Seiketsu</i>	<i>Standardization</i>	Standar/Kesamaan
<i>Shitsuke</i>	<i>Dicipline</i>	Kedisiplinan

Sumber : *Denso – Introduction To Total Productive Maintenance* (2006)

1. *Seiri-Sort*

*Seiri* berarti menyortir dan mengatur barang-barang sebagai kritis, penting, item yang sering digunakan atau item yang saat ini tidak diperlukan. Item yang tidak diinginkan dapat diselamatkan. Item penting harus disimpan untuk penggunaan di dekatnya dan item yang tidak diperlukan dalam waktu dekat harus disimpan beberapa tempat lain. Untuk langkah ini, prioritas item harus diputuskan berdasarkan penggunaan dan tidak dikenakan biaya. Sebagai hasil dari langkah ini, waktu pencarian akan berkurang. Penjelasan *Seiri-Sort* dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini :

Tabel 2.2 SEIRI – SORT

<i>Priority</i>	<i>Frequency of Use</i>	<i>How to use</i>
<i>Low</i>	<i>Less than once per year, Once per year&lt;</i>	<i>Throw away, Store away from the workplace</i>
<i>Average</i>	<i>At least 2/6 months, Once per month, Once per week</i>	<i>Store together but in an appropriate location away from the immediate work</i>

		<i>area</i>
<i>High</i>	<i>Once Per Day</i>	<i>Locate at the workplace</i>

Sumber : *Denso – Introduction To Total Productive Maintenance* (2006)

2. *Seiton*

Konsep di sini adalah bahwa "Sebuah tempat untuk segala sesuatu dan segala sesuatu di tempatnya ". Setelah item penggunaan harus disimpan di lokasi penyimpanan yang ditunjuk mereka. Untuk mengidentifikasi item dengan mudah, nama piring dan *tag* berwarna dapat digunakan. Rak vertikal dapat digunakan untuk mengaturnya.

3. *Seiso*

*Seiso* melibatkan membersihkan tempat kerja dan peralatan memastikan bebas dari serbuk gerinda , kabel longgar ,lemak, minyak , limbah, dll.

4. *Seiketsu* - Standardisasi :

*Perusahaan* memutuskan bersama-sama dalam menentukan standar untuk menjaga tempat kerja, mesin, dan jalur rapidan bersih. Standar ini diterapkan untuk seluruh organisasi dan secara teratur diperiksa dan di-*audit*.

5. *Shitsuke* - Disiplin Diri :

Menerima 5S sebagai cara hidup membentuk disiplin diri di antara rekan. Ini termasuk mengenakanlencana, mengikuti prosedur kerja, ketepatan waktu, dedikasi untuk organisasi , dll

**2.6.2 *Jishu Hozen Pillar (Autonomous Maintenance)***

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

Tujuan *Jishu Hozen*:

1. Tidak mengganggu mesin/peralatan yang beroperasi.
2. Membuat operator fleksibel, bias mengoperasikan dan merawat mesin/peralatan.
  - a) Mengurangi cacat dari berbagai sumber melalui partisipasi aktif dari karyawan
  - b) Pelaksanaan kebijakan aktivitas *Jishu Hozen*.

Efek dari *Jishu Hozen* meliputi :

1. Kondisi Peralatan diketahui setiap saat.
2. kerusakan tak terduga diminimalkan.
3. Korosi dicegah, pemakaian tertunda , dan umur mesin diperpanjang.
4. Nilai kemampuan mesin ditingkatkan .
5. Biaya *parts* berkurang .
6. Rasio Pengoperasian mesin ditingkatkan.

Operator produksi diharapkan untuk melakukan TPM Kegiatan *cleaning*, pelumasan, dan pemeriksaan harian. Pastikan mengikuti petunjuk yang diberikan oleh *supervisor* atau pihak yang berwenang.

Tahapan dasar perawatan mesin yaitu:

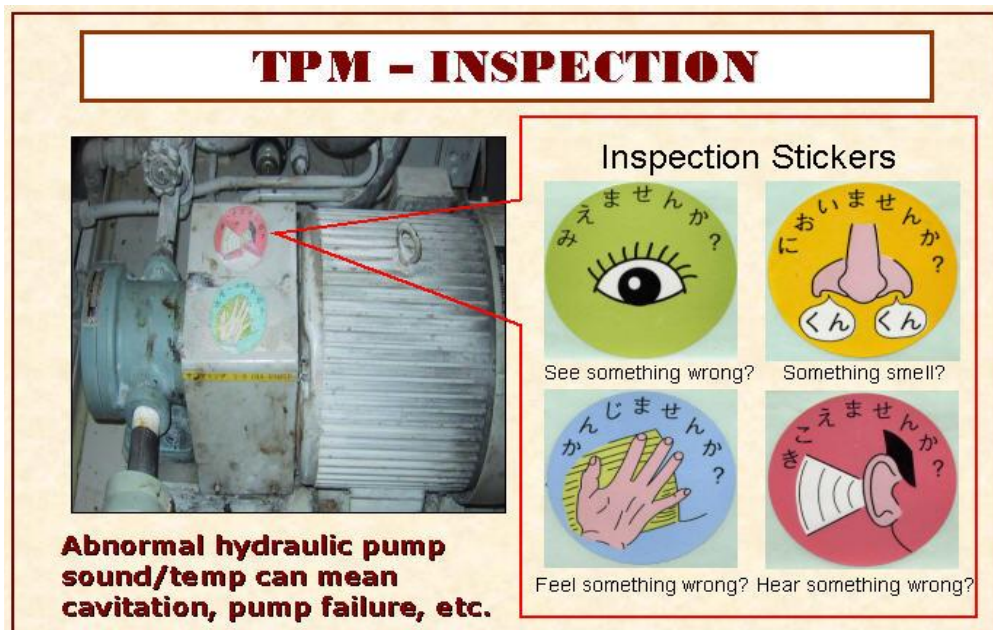
1. *Cleaning*

Mesin dalam keadaan bersih lebih mudah untuk beroperasi, diperiksa, dan terpelihara. Ketika mesin dalam keadaan kotor, masalah karat tidak bisa dilihat. Enam puluh persen dari tips perawatan otomatisasi pabrik melibatkan masalah yang telah ditangani dengan perawatan pencegahan umum. Contoh penyebab masalah termasuk puing-puing, kontaminan, koneksi yang buruk, tambatan longgar, kawat berselang, kotor kontak , *filter* tersumbat, gasket buruk, tingkat cairan rendah, dll. Langkah-langkah berikut menguraikan pembersihan awal mesin :

- a. Atur semua *item* yang diperlukan untuk pembersihan.
- b. Bersihkan peralatan sepenuhnya (dengan bantuan dari *Maintenance*, jika perlu)
- c. Bersihkan kotoran, debu, noda, minyak, dan lemak.
- d. Jaga kebocoran minyak, kabel longgar, mur longgar atau baut aus.

## 2. *Inspection*

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



menunjukkan bahwa indra digunakan untuk memeriksa pada lokasi. Penerapan penggunaan stiker untuk pemeriksaan dapat dilihat seperti pada Gambar 2.5 di bawah ini:

Gambar 2.5 *Total productive maintenance (TPM) - INSPECTION*

Sumber : Denso – *Introduction To Total Productive Maintenance* (2006)

Mengatasi setiap masalah yang ditemukan selama inspeksi dengan penanggulangan segera. Contoh penanggulangan tersebut antara lain:

- a. Jika banyak sekrup harus membuka tutup untuk membuka pintu pelat penutup, menggunakan pintu berengsel gantinya.

- b. Alih-alih membuka pintu mesin inspeksi, menggunakan lembar akrilik tembus.
- c. Modifikasi bagian mesin untuk mencegah penumpukan *chip*, kotoran, dan debu.

### 3. *Lubrication*

Penggerak utama pada komponen mesin terletak pada sejumlah komponen yang bergerak, misalnya: bantalan, roda gigi, poros, *spindle*, *sprocket*, rantai, tuas, dan *slide*. Tanpa pelumasan yang tepat, semua komponen ini “Akan Gagal”. Mesin harus benar dilumasi untuk mengurangi keausan permukaan, mencegah korosi, meredam guncangan, dan segel keluar kontaminan. Pelumasan yang tepat melibatkan menggunakan tepat jenis pelumas dalam jumlah yang tepat pada waktu yang tepat. Terlalu banyak pelumas dapat menyebabkan masalah termasuk *overheating* komponen; mengumpulkan debu, kotoran, dan puing-puing dan menyebabkan slip, bahaya, dll. Instruksi pelumasan ditemukan di setiap Pedoman Mesin Operasi dari daftar peralatan komponen untuk dioleskan, jenis yang tepat dari pelumas, *interval* (seberapa sering untuk melumasi) dan jumlah yang tepat pelumas untuk digunakan. Contoh lembar instruksi pelumasan dapat dilihat pada Gambar 2.6 di bawah ini:

## Lubrication Instruction Sheet

**The Lubrication Instruction is displayed in a schematic drawing form to indicate:**

- 1) Which areas are oiled
- 2) When it is oiled
- 3) Which type of oil,
- 4) Who is to oil it, and
- 5) How much oil is used.

**Follow the lubrication instruction when lubricating equipment.**

**Equipment Sketch**

Gambar 2.6 Lubrication Instruction Sheet

Sumber : Denso – Introduction To Total Productive Maintenance (2006)

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

#### 4. Minor Repairs

Operator produksi harus melakukan perbaikan kecil sesuai dengan pelatihan dan persetujuan oleh pengawasan yang memungkinkan. Perbaikan kecil dan penyesuaian meliputi:

- a. Memperketat pengencang yang longgar
- b. Mengganti bagian yang habis
- c. Memperketat koneksi yang longgar
- d. Melakukan pemeriksaan presisi
- e. Menyesuaikan sensor, dll

Sebagai operator produksi harus meningkatkan keterampilan mereka, mereka akan lebih mampu untuk mempertahankan mesin mereka sendiri, memahami mengapa kegagalan terjadi, dan menyarankan cara-cara untuk menghindari kegagalan dan kerusakan.

#### 5. *Production Data*

Bagian dari pekerjaan operator produksi juga mengumpulkan data dan informasi seperti:

- a. Lembar pekerjaan harian
- b. Rasio operasi mesin
- c. *In progress reject chart*, dll.

#### **2.6.3 *Kobetsu Kaizen Pillar***

" *Kai* " berarti perubahan, dan " *Zen* " berarti baik (untuk yang lebih baik). *Kaizen* adalah kebalikan dari inovasi besar spektakuler. *Kaizen* adalah perbaikan kecil dilakukan secara terus menerus dan melibatkan semua orang dalam organisasi. *Kaizen* tidak memerlukan atau sedikit investasi. Prinsip balik *Kaizen* adalah bahwa sejumlah besar perbaikan kecil lebih efektif dalam lingkungan organisasi daripada beberapa perbaikan besar-besaran. Sistematis dengan menggunakan berbagai alat *Kaizen* dalam metode rinci dan menyeluruh menghilangkan kerugian. Tujuannya adalah untuk mencapai dan mempertahankan nol kerugian sehubungan dengan perhentian kecil, pengukuran dan penyesuaian, cacat, dan *downtime* yang tidak dapat dihindari.

*Kobetsu Kaizen* menggunakan pendekatan acara khusus yang berfokus pada perbaikan terkait dengan mesin dan terkait dengan penerapan TPM. *Kobetsu Kaizen* dimulai dengan kegiatan yang berfokus penerapannya pada perencanaan di mana ia akan memiliki pengaruh terbesar dalam bisnis dan mendefinisikan sebuah proyek yang menganalisis informasi operasi mesin, mengungkap limbah, menggunakan bentuk analisis akar penyebab ( misalnya, 5W+1H ) untuk menemukan penyebab limbah, menggunakan alat untuk membuang sampah, dan langkah-langkah hasil.

Tujuan dari TPM adalah memaksimalkan efektivitas peralatan. TPM memaksimalkan pemanfaatan mesin, bukan hanya ketersediaan mesin. Sebagai

salah satu pilar kegiatan TPM, *Kaizen* adalah kegiatan mempromosikan peralatan yang efisien dan pemanfaatan yang tepat dari tenaga kerja, bahan, dan energidengan menghilangkan 16 kerugian besar.

#### **2.6.4 *Planned Maintenance Pillar***

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

Dengan *planned maintenance* berkembang dari pendekatan *reaktif* ke proaktif. Bagian *maintenance* akan mampu membantu melatih operator untuk menjaga peralatan mereka dengan baik. Langkah dalam *Planned Maintenance* (PM) meliputi:

1. Mengevaluasi peralatan.
2. Memperbaiki kekurangan dan kelemahan peralatan/mesin.
3. Membangun sistem informasi manajemen.
4. Mempersiapkan system data berdasarkan waktu, pemilihan peralatan, *parts*, dan team serta membuat rencana.
5. Mempersiapkan sistem *predictive maintenance* dengan pendekatan analisa teknik peralatan.
6. Mengevaluasi *planned maintenance*.

#### **2.6.5 *Quality Maintenance Pillar***

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

*Quality Maintenance* (QM) mengatur kondisi peralatan untuk mencegah cacat kualitas, berdasarkan konsep penanganan peralatan secara sempurna untuk

menghasilkan produk dengan kualitas terbaik. Kondisi ini diukur dalam periode waktu untuk menjamin nilai yang sesuai standard untuk mencegah cacat produk. Akibat dari pengukuran nilai ini adalah bisa memprediksi cacat yang akan terjadi dan mengambil tindakan sebelum hal itu terjadi.

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

#### **2.6.6 Training Pillar**

*Training and Education Pillar* ini diperlukan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan saat menerapkan TPM (*Total Productive Maintenance*). Kurangnya pengetahuan terhadap alat atau mesin yang dipakainya dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan tersebut dan menyebabkan rendahnya produktivitas kerja yang akhirnya merugikan perusahaan.

Dengan pelatihan yang cukup, kemampuan operator dapat ditingkatkan sehingga dapat melakukan kegiatan perawatan dasar sedangkan Teknisi dapat dilatih dalam hal meningkatkan kemampuannya untuk melakukan perawatan pencegahan dan kemampuan dalam menganalisis kerusakan mesin atau peralatan kerja. Pelatihan pada level Manajerial juga dapat meningkatkan kemampuan Manajer dalam membimbing dan mendidik tenaga kerjanya (*Mentoring* dan *Coaching skills*) dalam penerapan TPM.

#### **2.6.7 Office TPM Pillar**

*Office TPM Pillar* harus dimulai setelah menjalankan empat pillar yang lain (*Jishu Hozen, Kobetsu Kaizen, Quality Maintenance, and Planned Maintenance*). *Office TPM Pillar* harus mengacu pada perbaikan produktivitas, *efficiency* dalam fungsi administrasi dan mengidentifikasi serta menghilangkan kerugian. Ini mencakup analisa proses dan prosedur untuk meningkatkan *office automation*. *Office TPM* memiliki 12 kerugian yang utama:

1. *Processing losses*
2. *Cost Losses*
3. *Communication loss*

4. *Idle loss*
5. *Set-up loss*
6. *Accuracy loss*
7. *Office equipment breakdown*
8. *Communication channel breakdown, telephone and fax lines*
9. *Time spent on retrieval of information*
10. *Unavailability of correct on-line stock status*
11. *Customer complaints due to logistics*
12. *Expenses on emergency dispatches/purchases*

Memperbaiki *efficiency office* dengan menghilangkan kerugian di atas akan membantu pencapaian *Total Productive Maintenance*.

#### **2.6.8 Safety, Health and Environment Pillar**

*Target dari Safety, Health and Environment Pillar* adalah:

1. *Zero accidents*
2. *Zero health damage*, dan
3. *Zero fires*.

Fokus dari pillar ini adalah membuat aman area kerja dan sekitar area yang tidak berbahaya sesuai proses dan prosedur. Pillar ini memainkan peranan penting dan mendasari pilar-pilar yang lain.

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

#### **2.7 Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

*Total productive maintenance (TPM)* merupakan ide orisinil dari Nakajima (1988) yang menekankan pada pendayagunaan dan keterlibatan sumber daya manusia dan *sistem preventive maintenance* untuk memaksimalkan efektivitas peralatan dengan melibatkan semua departemen dan fungsional organisasi. *Total*

*productive maintenance* didasarkan pada tiga konsep yang saling berhubungan yaitu:

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

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

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

Nakajima juga menyarankan *Overall Equipment Effectiveness* untuk mengevaluasi perkembangan dari TPM karena keakuratan data peralatan produksi sangat esensial terhadap kesuksesan perbaikan berkelanjutan dalam jangka panjang. Jika data tentang kerusakan peralatan produksi dan alasan kerugian-kerugian produksi tidak dimengerti, maka aktivitas apapun yang dilakukan tidak akan dapat menyelesaikan masalah penurunan kinerja sistem operasi. Kerugian

produksi bersama-sama dengan biaya tidak langsung dan biaya tersembunyi merupakan mayoritas dari total biaya produksi. Itulah sebabnya Nakajima mengatakan OEE sebagai suatu pengukuran yang mencoba untuk menyatakan/menampakkan biaya tersembunyi ini. Inilah yang menjadi salah satu kontribusi penting OEE, dengan teridentifikasinya kerugian tersembunyi yang adalah merupakan pemborosan besar yang tidak disadari.

Untuk mencapai efektivitas peralatan keseluruhan (*Overall Equipment Effectiveness*), maka langkah pertama yaitu fokus untuk menghilangkan kerugian utama (*six big losses*) yang dibagi dalam 3 kategori yang merupakan penghalang terhadap efektivitas peralatan, adapun *losses* tersebut adalah:

#### 1. *Downtime*

##### a. Kerusakan alat (*equipment failure/breakdown losses*)

*Equipment failure* merupakan perbaikan peralatan yang belum dijadwalkan sebelumnya dimana waktu yang terserap oleh kerugian ini terlibat dari seberapa besar waktu yang terbuang akibat kerusakan peralatan/mesin produksi. Kerugian ini masuk dalam kategori *downtime* yang menyerap sebagian waktu yang tersedia pada waktu yang telah dijadwalkan untuk proses produksi (*loading time*). Secara teknis pada mesin injeksi dan mesin press kerugian ini terbagi dua yaitu kerusakan teknis (*technical failure*) dan gangguan operasi yang terjadi berulang-ulang (*operational disturbances*). *Technical Failure* merupakan kerusakan akibat menurunnya secara degradasi fungsi elemen-elemen mekanikal baik akibat *fatigue* maupun karena gesekan. Kerusakan ini sebenarnya dapat dengan mudah diprediksi, berbeda dengan kerusakan berat (*hard failure*) yang terjadi secara tiba-tiba pada elemen *elektrical* seperti *PC controller* yang sangat sulit diprediksi. Dengan *preventive maintenance* sebenarnya kedua tipe *technical failure* ini dapat dikurangi. *Operational disturbances* dapat didefinisikan sebagai kerusakan singkat yang terjadi berulang-ulang dan dapat diatasi sendiri oleh operator. Seringkali penyebab tidak dapat dijelaskan, tetapi umumnya disebabkan oleh kerusakan *limit switch* atau kesalahan operasi oleh operator itu sendiri. Kerusakan ini walaupun

menyita waktu yang sedikit dengan kisaran waktu detik hingga beberapa menit tetapi sangat mengganggu karena menginterupsi proses otomatis. Latar belakang pendidikan, keahlian serta sikap dan perilaku serta pengetahuan sangat mempengaruhi kerugian ini. Data tentang *operational disturbances* sangat sulit untuk dikumpulkan secara manual disebabkan berulangnya kejadian serta frekuensi kejadian yang tinggi.

b. *Setup and adjustment*

*Setup and adjustment* merupakan waktu yang terserap untuk pemasangan, penyetelan dan penyesuaian parameter mesin untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan pada saat pertama kali mulai memproduksi komponen tertentu. Sama dengan *equipment failure, losses* ini dikategorikan dalam *download time*. Kerugian ini dimulai dari diberhentikannya mesin, menurunkan *mold/press tool* dengan menggunakan *hoist/handlift*, menyerahkan cetakan berikut laporannya kepada seksi *maintenance*, mengambil cetakan baru, pemasangan ke mesin, *input set-up data*, pemanasan *mold* dan *barrel* mesin hingga percobaan dan penyesuaian hingga mendapatkan spesifikasi yang ditetapkan serta diijinkan start produksi oleh seksi QC.

2. *Speed losses*

a. *Idling and minor stoppages*

*Idling and minor stoppages* merupakan kerugian akibat berhentinya peralatan sebagai akibat terlambatnya pasokan material atau tidak adanya operator walaupun WIP tersedia. Hampir semua mesin press harus diawasi oleh seorang operator walaupun cetakan yang digunakan lebih baik sekalipun, sehingga kerugian akibat ketiadaan operator ini sangat nyata terlihat. Pada mesin *injection* beberapa mesin menggunakan robot sehingga kerugian yang terjadi yang dominan adalah *minor stoppage* dengan berhentinya mesin akibat tidak sempurnanya robot dalam mengambil produk atau *runner*. Lain halnya dengan mesin injeksi yang dijalankan secara manual. Kedua kerugian ini merupakan bagian yang menyumbang terhadap *speed losses*.

b. *Reduced speed*

*Reduced speed* merupakan kerugian yang terjadi akibat peralatan dioperasikan di bawah standar kecepatan. Pada kenyataannya kecepatan standar sulit untuk ditentukan secara tepat kecuali pada mesin press yang sudah ditentukan *stroke* permenit pada desain awalnya. Sebagai pendekatan yang praktis untuk menentukan kerugian ini pada mesin injeksi, setiap parameter penyetelan yang tidak memengaruhi kualitas produk akan diobservasi seperti kecepatan pengkleman serta posisi perubahan kecepatan yang mempengaruhi *cycle time*. Kemungkinan penyebab terjadinya kerugian ini adalah ketidakmampuan operator dalam penyetelan mesin.

3. *Quality losses*

a. *Defect in process (quality defect)*

*Defect in process* waktu peralatan yang terbuang untuk menghasilkan produk jelek serta pengerjaan ulang pada saat mesin berjalan terus-menerus setelah proses penyetelan dan penyesuaian.

b. *Reduced yield (start-up losses)*

*Reduced yield* waktu peralatan yang digunakan untuk menghasilkan produk rusak saat penyetelan dan penyesuaian untuk stabilitasi

**2.7.1 Definisi Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah total pengukuran terhadap *performance* yang berhubungan dengan *availability* dari proses produktivitas dan kualitas. Pengukuran OEE menunjukkan seberapa baik perusahaan menggunakan sumber daya yang dimiliki termasuk peralatan, pekerja dan kemampuan untuk memuaskan konsumen dalam hal pengiriman yang sesuai dengan spesifikasi kualitas menurut konsumen.

Menurut Nakajima (1989) dalam Ljunberg (1998), *Total Productive Maintenance* (TPM) tergantung kepada tiga konsep:

1. Memaksimalkan penggunaan peralatan secara efektif
2. Perawatan secara otomatis oleh operator
3. Kelompok aktivitas kecil

Dari tiga hal tersebut OEE dapat digunakan untuk menggabungkan operasi, perawatan dan manajemen dari peralatan manufaktur dan sumber daya. Penelitian ini menyatakan bahwa keakuratan performansi data peralatan merupakan kunci sukses dan memperpanjang umur efektivitas dari aktifitas TPM.

Nakajima (1988) juga memperkirakan bahwa penggunaan OEE yang paling efektif adalah selama proses berlangsung dengan penggunaan dari peralatan dasar kendali kualitas, seperti diagram pareto. Penggunaan dapat menjadi penting untuk keberadaan dari sistem pengukuran performansi perusahaan.

### **2.7.2 Tujuan Implementasi *Overall Equipment Effectiveness*(OEE)**

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

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

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

Dengan menggabungkan dengan metode lain, seperti *Basic Quality Tools* (seperti *Pareto Analysis*, *Cause-Effect Diagram*) dengan diketahui nilai OEE, maka melalui metode tersebut faktor penyebab menurunnya nilai OEE dapat

diketahui. Lebih lanjut, melalui faktor-faktor penyebab tersebut, tindakan-tindakan perbaikan dapat segera dilakukan sehingga dapat mengurangi usaha untuk pencarian area perbaikan.

### 2.7.3 Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

Pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness* terdiri dari enam kerugian besar, keenam kerugian besar tersebut diukur untuk mengetahui berapa besar *Overall Equipment Effectiveness* sebagai fungsi dari *Availability Ratio*, *Performance Ratio* dan *Quality Ratio*. Perhitungan OEE dan semua fungsinya serta kerugian yang terjadi, dilakukan dalam beberapa tahap yang disertai dengan penjelasan yang diuraikan sebagai berikut:

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

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Down\ Time}{Loading\ Time}$$

2. *Performance ratio* diukur sebagai rasio kecepatan operasi aktual dari peralatan dengan kecepatan ideal berdasarkan kapasitas desain. Nakajima mengatakan bahwa *performance* mengidentifikasi deviasi dari *ideal cycle time*.

$$Performance = \frac{Output \times Cycle\ Time\ Optimal}{Operating\ Time}$$

$$Operating\ Time = Loading\ Time - Down\ Time - Setup\ Time$$

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

$$Quality = \frac{Output - Reduced\ yield - Reject}{Output}$$

4. *Overall Equipment Effectiveness (OEE) = Availability x performance x Quality*
5. *Down Time Losses = Equipment Failure Losses + Setup & Adjustment Losses*
6. *Equipment Failure Losses =  $\frac{\text{Lamanya Waktu Kerusakan Hingga Perbaikan Mesin}}{\text{Loading Time}}$*
7. *Set Up and Adjustment Losses =  $\frac{\text{Lamanya Waktu Persiapan dan Penyesuaian}}{\text{Loading Time}}$*
8. *Speed losses = idling & minor stoppage Losses + Reduced Speed Losses*
9. *Idle & minor stoppages Losses =  $\frac{\text{Lamanya Waktu Persiapan dan (Jumlah target - Jumlah hasil)} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Loading Time}}$*
10. *Reduced Speed Losses =  $\frac{(\text{Cycle Time Aktual} - \text{Ideal Cycle Time}) \times \text{Jumlah Hasil}}{\text{Loading Time}}$*
11. *Defect Losses =  $\frac{(\text{Defect In Process} + \text{Reduced Yield}) \times \text{Cycle Time Ideal}}{\text{Loading Time}}$*

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

## 2.8 Diagram Pareto

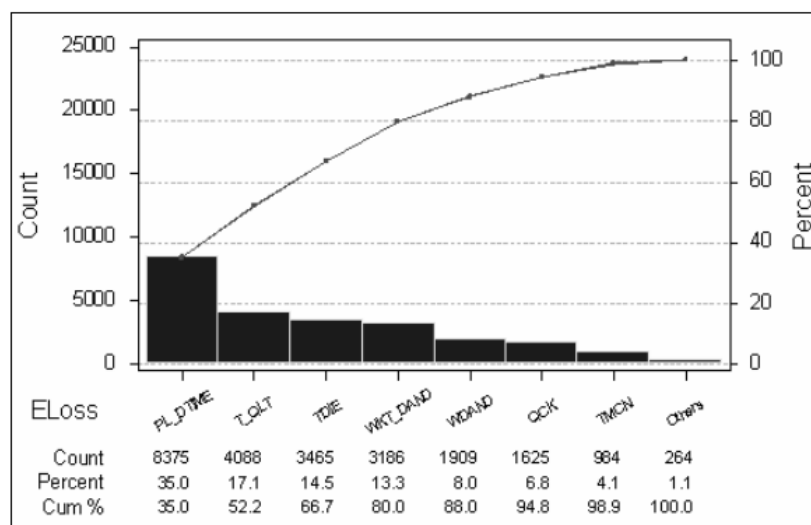
Diagram Pareto dikembangkan oleh Vilfredo Frederigo Samoso pada akhir abad ke-19 merupakan pendekatan logis dari tahap awal pada proses perbaikan

suatu situasi yang digambarkan dalam bentuk histogram yang dikenal sebagai konsep *vital few and the trivial many* untuk mendapatkan penyebab utamanya. Diagram Pareto telah digunakan secara luas dalam kegiatan kendali mutu untuk menangani kerangka proyek, proses program, kombinasi pelatihan, proyek dan proses, sehingga sangat membantu dan memberikan kemudahan bagi para pekerja dalam meningkatkan mutu pekerjaan.

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

1. 80% dari keluhan pelanggan timbul 20% dari produk atau jasa.
2. 80% dari keterlambatan jadwal timbul 20% dari kemungkinan penyebab penundaan.
3. 20% dari produk atau *account* untuk layanan, 80% dari keuntungan Anda.
4. 20% dari tenaga penjualan menghasilkan 80% dari pendapatan perusahaan Anda.
5. 20% dari cacat sistem penyebab 80% masalahnya.

Prinsip Pareto untuk seorang manajer proyek adalah mengingatkan untuk fokus pada 20% hal-hal yang materi, tetapi tidak mengabaikan 80% masalah. Berikut Hukum Pareto dalam bentuk visual:



Gambar 2.7. Diagram Pareto

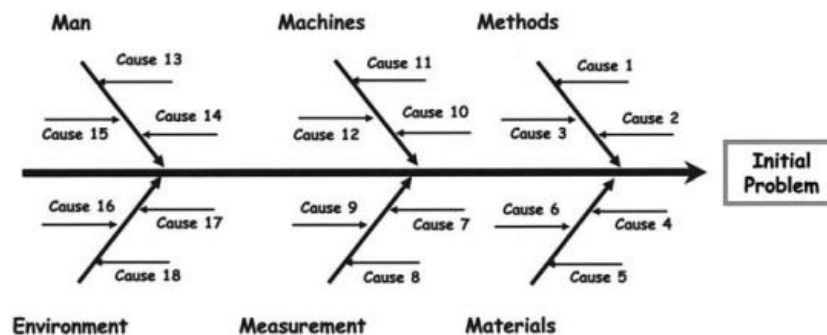
Sumber : Jurnal Teknik Industri Vol. 7, No. 2, Desember 2005: 91- 100

## 2.9 Fishbone Diagram

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

Suatu tindakan dan langkah *improvement* akan lebih mudah dilakukan jika masalah dan akar penyebab masalah sudah ditemukan. Manfaat *fishbone diagram* ini dapat menolong kita untuk menemukan akar penyebab masalah secara *user friendly*, *tools* yang *user friendly* disukai orang-orang di industri manufaktur di mana proses di sana terkenal memiliki banyak ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya permasalahan. Selain itu adalah untuk mengetahui distribusi/penyebaran data sehingga dengan demikian didapatkan informasi yang lebih banyak dari data tersebut dan akan memudahkan untuk mendapatkan kesimpulan dari data tersebut.

*Fishbone diagram* akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari satu efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, kebijakan, dan sebagainya. Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui sesi *brainstorming*. *Fishbone diagram* dapat dilihat pada Gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.8. *General Fishbone Diagram*

Sumber : Steven Borris (2006)

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

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian sangat berperan penting untuk menyelesaikan masalah secara sistematis dan memberikan solusi yang teratur dan terarahkan sesuai dengan tujuan penulisan penelitian ini sehingga mempermudah penulis dalam menyelesaikannya. Metodologi penelitian pada tulisan ini terdiri atas studi literatur, studi lapangan, identifikasi masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, analisis *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), analisis masalah dan pembahasan, dan kesimpulan dan saran.

### **3.1 Studi Pendahuluan**

Sebelum melakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan studi pendahuluan dalam rangka menentukan objek penelitian. Studi ini terdiri dari 2 jenis studi, yaitu studi lapangan dan studi pustaka.

#### **1. Studi Lapangan**

Studi lapangan dilakukan dengan cara observasi langsung secara keseluruhan di bagian produksi pada perusahaan untuk mengetahui kondisi dan masalah yang dihadapi dengan melakukan wawancara kepada beberapa operator dan pihak yang terkait.

#### **2. Studi Literatur**

Studi literatur yang sekiranya dapat dipergunakan untuk mendukung penentuan topik permasalahan diperoleh dari media baik dari jurnal internasional, buku teks maupun artikel ilmiah. Literatur tersebut dapat berupa studi kasus maupun definisi tentang TPM dan metode-metode yang terkait dengan OEE serta melakukan konsultasi dengan pihak-pihak lain sebagai dasar pemikiran konsep.

### **3.2 Identifikasi Masalah**

Pada tahap ini diidentifikasi masalah-masalah pada peralatan produksi yaitu mesin AHU, dimana penulis memfokuskan pada masalah peningkatan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

### **3.3 Rumusan Masalah**

Perumusan masalah untuk penelitian ini adalah bagaimana meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin AHU. Masalah yang akan dibahas ialah bagaimana cara meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* Berdasarkan data aktivitas mesin AHU yang terjadi pada bulan Agustus 2014 - Juli 2015. Adapun sering terjadinya kerusakan pada mesin AHU yang menyebabkan aliran angin menjadi terhambat dan tidak sesuai dengan standar yang ditentukan oleh perusahaan.

### **3.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah hasil akhir yang ingin dicapai dalam membuat suatu penelitian. Dalam hal ini tujuan penelitiannya adalah untuk meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin AHU.

### **3.5 Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu:

#### **1. Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)**

Kegiatan ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari buku-buku, diktat dan bahan kuliah lainnya yang memuat teori-teori yang berhubungan dengan materi yang akan dibahas, sebagai bekal untuk memperkuat landasan teori dari Tugas Akhir ini.

#### **2. Penelitian Lapangan (*Field Research*)**

Riset lapangan merupakan metode pengumpulan data dengan cara langsung mendatangi perusahaan yang menjadi objek penelitian. Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang perlu dilakukan secara bertahap, yaitu:

- a. Pengamatan secara langsung pada perusahaan. Penelitian yang dilakukan berupa pengujian mesin AHU sehingga dapat diketahui berapa besar *downtime* yang dihasilkan dari operasi mesin selama proses produksi dalam satu hari.

- b. Wawancara ini dilakukan dengan mengadakan tanya jawab dan wawancara langsung dengan pihak manajemen perusahaan terutama bagian perawatan tentang permasalahan yang dibahas pada penelitian ini.

Ada 2 jenis data yang dikumpulkan dari perusahaan. Data ini digunakan untuk membuat penelitian, diantaranya yaitu:

1. Data Primer adalah data yang diperoleh dari sumber, diamati secara langsung. Dalam hal ini adalah intensitas kerusakan mesin dan jumlah produk yang dihasilkan. Data yang diperoleh antara lain sebagai berikut:
  - a. Data jumlah mesin dan peralatan, data penggunaan mesin, data *breakdown* mesin, data penggunaan mesin, data-data mesin kritis, data-data waktu setup mesin, data waktu aktivitas penggantian mesin atau komponen.
2. Data Sekunder adalah data yang berhubungan langsung dengan objek penelitian dan ikut mendukung kelancaran produksi meliputi:
  - a. Sejarah umum perusahaan, profil perusahaan, serta tujuan, fungsi dan peranan perusahaan.
  - b. Data produk, ketenagakerjaan dan kesejahteraan karyawan, dan sistem manajemen mutu dan lingkungan.
  - c. Struktur organisasi dan *job description*.
  - d. *Lay out* perusahaan.

### **3.6 Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Dalam melakukan pengolahan data terlebih dahulu perlu ditinjau hal-hal yang berkaitan dengan pengolahan data tersebut. Langkah-langkah yang dilakukan dalam meningkatkan nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

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

#### **3.6.1 Penentuan komponen kritis pada mesin-mesin kritis.**

Penentuan komponen-komponen terdiri dari beberapa urutan, yaitu:

1. Perhitungan ketersediaan jam mesin waktu antar kerusakan dan interval waktu antar perbaikan.
2. Perhitungan efektivitas mesin.

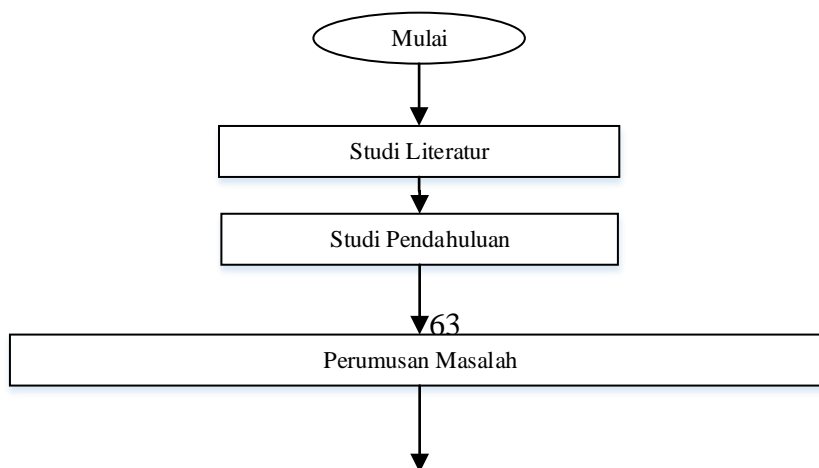
### 3.7 Analisis Masalah dan Pembahasan

Tahap analisis dan pembahasan masalah merupakan tahap akhir dari metodologi penelitian sebelum penarikan kesimpulan. Analisis hasil dilakukan terhadap hasil-hasil pengolahan data berupa pemecahan masalah. Analisis pemecahan masalah dilakukan untuk melihat apa saja pengaruh atau penyebab dari rendahnya nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) pada mesin AHU. Analisis dilakukan dengan menggunakan analisa seperti analisa *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) *six big losses*, analisa diagram sebab akibat, dan usulan penyelesaian masalah. Analisis dilakukan terhadap hasil-hasil pengolahan data yang diperoleh, yang mengacu pada tujuan penelitian yang ingin dicapai sehingga dapat diambil beberapa tindakan perbaikan dan juga dapat diambil kesimpulan dari hasil analisis tersebut.

### 3.8 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pengolahan data hasil analisis yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dan saran mengenai permasalahan yang diteliti. Kesimpulan dan saran ini akan dijadikan sebagai rekomendasi perbaikan kerja mesin AHU untuk dapat meningkatkan produktivitas bagi PT. Matra Olah Cipta agar perusahaan juga dapat bersaing dengan perusahaan lain baik secara nasional maupun secara internasional.

Berikut adalah *Flow chart* Kerangka penelitian untuk menyelesaikan masalah dalam Tugas Akhir ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan data**

##### **4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan**

PT. Matra Olah Cipta merupakan anak perusahaan dari Sinarmas Land yang bergerak dalam bidang jasa pemeliharaan mesin AHU atau jasa pendingin ruangan berbagai peralatan terkait maintenance yang salah satunya di salah satu lokasi pusat perbelanjaan di DKI Jakarta.

Pada bulan Desember 2011, perjanjian dilakukan dengan pengelola gedung mall ITC untuk jangka waktu 10 tahun. Kerjasama terjalin dikarenakan pengelola gedung menginginkan jasa pendinginan ruangan dilakukan dengan perusahaan satu grup. Untuk itu pengelola memilih PT Matra Olah Cipta.

Profil perusahaan PT. Matra Olah Cipta akan dijelaskan sebagai berikut:

Nama Resmi : PT. Matra Olah Cipta  
Alamat : Jl. Alteri Permata Hijau  
Telepon : 021-8087293  
Tahun Berdiri : 1960  
Jenis Bisnis : Pelayanan dan pemeliharaan AHU  
Visi Perusahaan : Menjadi perusahaan terdepan dalam pemeliharaan ruangan pendingin dengan mesin AHU dengan memberikan kepuasan pelanggan dan nilai tambah kepada konsumen

Misi Perusahaan :

1. Untuk memberikan kepuasan kepada pelanggan dengan tingkat pelayanan yang tinggi dan dengan kuantitas, kontinuitas dan kualitas yang baik melalui operasi yang unggul.
2. Untuk menjaga kerjasama yang berkelanjutan dengan *konsumen* publik untuk kepentingan masyarakat seraya tetap memenuhi peraturan yang berlaku.

3. Untuk mengembangkan potensi karyawan agar karyawan dapat memaksimalkan kinerja, puas dalam bekerja serta memberikan kepada karyawan lingkungan yang sehat dan aman.
4. Untuk memberikan kepada konsumen pada tingkat kenyamanan ruangan yang nyaman.
5. Untuk memberikan pertanggungjawaban sosial, melindungi lingkungan dan menjalankan tata kelola perusahaan yang baik.
6. Berhubungan dengan semua pihak yang terlibat dalam pengelolaan pemeliharaan mesin pendingin AHU dalam rangka meningkatkan kesadaran umum tentang kesejukan ruangan.
7. Untuk mengembangkan kerjasama strategis jangka panjang dengan rekan bisnis.
8. Untuk menjaga citra perusahaan yang baik.

#### **4.1.2 Struktur Organisasi**

Struktur organisasi adalah susunan komponen-komponen (unit-unit kerja) dalam organisasi. Struktur organisasi menunjukkan adanya pembagian kerja dan menunjukkan bagaimana fungsi atau kegiatan yang berbeda-beda tersebut diintegrasikan (koordinasi). Struktur organisasi juga menunjukkan spesialisasi-spesialisasi pekerjaan, saluran perintah dan penyampaian laporan.

#### **4.1.3 Job Description**

*Job Description* merupakan suatu tugas-tugas dari jabatan yang dipimpin di setiap divisi. Berikut adalah *Job Description*:

##### *1. Project Manager*

Tanggung jawab dan wewenang, diantaranya :

- a. Mengelola berbagai macam kegiatan yang ada dalam Operasional gedung.
- b. Mengawasi kegiatan dan perkembangan setiap bagian.
- c. Merencanakan dan memberikan informasi yang komunikatif untuk masing-masing bagian.
- d. Membuat rencana kerja supaya berjalan dengan baik.

##### *2. Administrator*

Tanggung jawab dan wewenang, diantaranya :

- a. Menyusun strategi dan kebijakan pengelolaan ADM di perusahaan
- b. Menyusun rencana kerja dan anggaran pada Operasional gedung.
- c. Mengkoordinasikan dan mengontrol penyusunan dan pelaksanaan program pelatihan dan pengembangan, termasuk identifikasi kebutuhan pelatihan dan evaluasi pelatihan, untuk memastikan tercapainya target tingkat kemampuan dan kompetensi setiap tenaga kerja.
- d. Merencanakan kebutuhan tenaga kerja.

### 3. *Site Engineer*

Tanggung jawab dan wewenang, diantaranya :

- a. Melaksanakan pengendalian gedung atas ketepatan mutu dan spesifikasi material dan penerapan lapangan, mulai dari pengajuan, pemilihan, modifikasi, pelaksanaan sampai pada perawatan.
- b. Melaksanakan pengujian dan pengetesan material dan bangunan terpasang.
- c. Mengatur *schedule* material dan personil pelaksanaan yang menjadi prioritas sesuai jadwal pelaksanaan konstruksi.
- d. Melaksanakan dokumentasi lapangan serta inventarisasi pelaksanaan konstruksi.
- e. Melakukan koordinasi antar disiplin pekerjaan dalam hal mutu material pekerjaan.

### 4. *Drafter*

Tanggung jawab dan wewenang, diantaranya :

- a. Membuat perancangan/design, mulai dari konsep awal, dokumen tender, amandemen, modifikasi serta mengadakan pengawasan langsung pelaksanaan pekerjaan *finishing* agar pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan baik dari segi mutu dan biaya.
- b. Bertanggung jawab atas semua penyusunan *draft* pada kegiatan proyek.

### 5. *Surveyor*

Tanggung jawab dan wewenang, diantaranya :

- a. Membuat rencana Operasional gedung berdasarkan kapasitas mesin dengan mengontrol pekerjaan pekerja yang diawasi dan menjaga hubungan kerjasama antar pekerja.

- b. Membantu manajer Operasional gedung dalam menentukan kemungkinan tahap pelaksanaan yang sesuai dengan kondisi di lapangan.

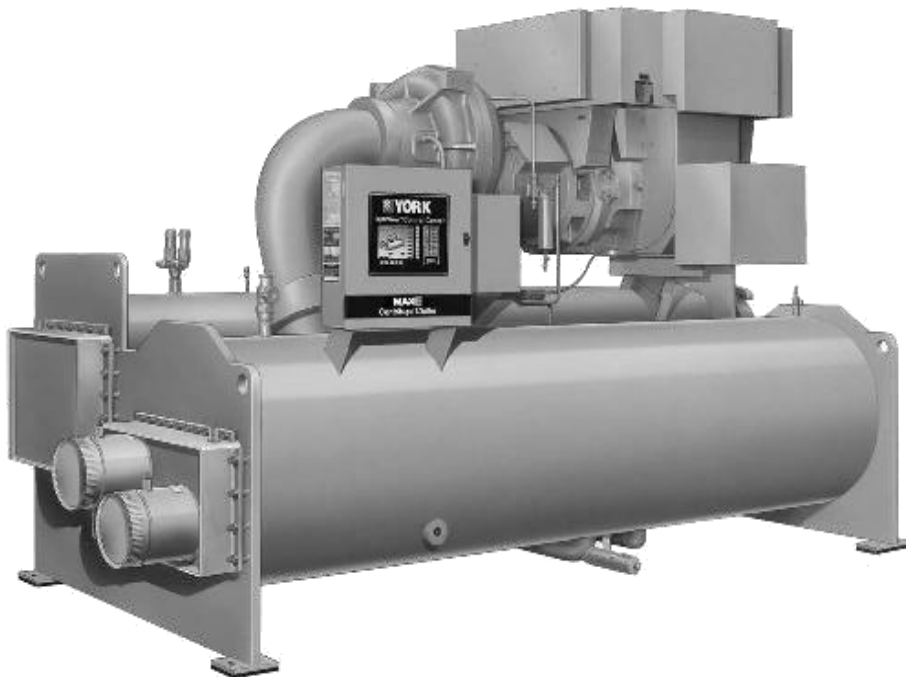
6. *Ass. Surveyor*

Tanggung jawab dan wewenang, diantaranya :

- a. Membantu surveyor dalam hal mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan.
- b. Membantu *surveyor* dalam membuat perencanaan kegiatan.

#### 4.1.4 Refrigerasi dan Mesin Refrigerasi

*AC water chiller* merupakan alat pengkondisian udara yang dapat mengkondisikan udara lebih dari satu ruangan untuk satu perangkat AC, karena sistem ini terdiri dari dua siklus yaitu siklus primer dan siklus sekunder. Pada siklus primer yang bertindak sebagai fluida kerja adalah *refrigerant* dan pada siklus sekunder yang bertindak sebagai fluida kerja adalah air.



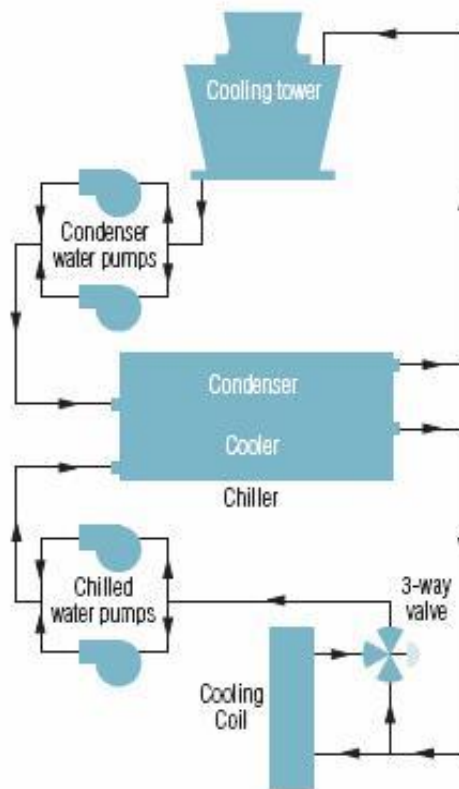
Gambar 4.1 *Chiller York10*

Sumber: PT Matra Olah Cipta

*Air Conditioning* adalah “Proses penanganan udara; untuk mengontrol secara serempak terhadap temperatur, kelembaban, kebersihan dan distribusi untuk mencapai kondisi yang diinginkan”. Dengan melakukan pengkondisian

udara tersebut setiap orang dapat mengatur suhu, kelembaban udara sesuai dengan yang diinginkan sehingga dapat menghasilkan pengkondisian udara nyaman (*Comfort air Conditioning*). Di masyarakat, alat pengkondisian udara ini biasa dikenal dengan sebutan AC (*Air Conditioning*), yang mana salah satunya adalah AC jenis *Water Chiller*. AC jenis *Water Chiller* terdiri dari dua siklus yang saling berkaitan; siklus *refrigerant* primer dan siklus *refrigerant* sekunder.

Pada siklus primer, *refrigerant* primer tersirkulasi melalui empat komponen utama AC yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi, dan *evaporator*. *Refrigerant* dikompresikan oleh kompresor menuju kondensor kemudian menuju alat ekspansi dan *evaporator*. Prinsip kerja pada siklus primer ini merupakan prinsip kerja kompresi uap.



Gambar 4.2 Siklus Primer Mesin Pendingin

Sumber: Matra Olah Cipta

*Refrigerant* primer mengalami evaporasi dengan menyerap panas *refrigerant* sekunder untuk mendinginkan *chilled water*. Pada siklus sekunder, *refrigerant* sekunder disirkulasikan oleh pipa dari *evaporator* ke AHU (*air handling unit*),

FCU dan kembali lagi ke *evaporator* secara kontinyu. *Refrigerant* adalah zat yang mengalir dalam sirkulasi sistem mesin pendingin baik system refrigerasi maupun *air conditioning* (AC) dan merupakan fluida kerja dalam proses penyerapan panas. *Refrigerant* dalam siklusnya dapat berubah wujud, menguap selama penyerapan kalor mengembun selama pelepasan kalor. *Refrigerant* yang mengalir dalam siklus sekunder adalah air (*water*) yang disirkulasikan dengan bantuan pompa yang dapat diatur laju alirannya dengan bantuan *flow meter*. Tentu akan sangat penting untuk mengatur laju aliran volume air pendingin agar didapat pendinginan yang maksimal, karena air pendingin (*chilled water*) inilah yang nantinya akan mengambil panas ruangan. Dengan laju aliran air pendingin yang tinggi, mungkin akan didapat pendinginan ruangan yang cepat, tetapi penyerapan panas ruangan tidak terjadi secara maksimal, karena dengan kecepatan yang tinggi akan mempengaruhi kemampuan fluida pendingin untuk mengambil panas ruangan. Disamping itu hal ini juga akan berdampak pada pelepasan panas yang terjadi pada kondensor, sehingga kondensor juga harus cepat melepas panas ke lingkungan. Hal ini juga akan berdampak pada kerja yang harus dilakukan kompresor juga harus semakin besar. Dilain pihak jika laju aliran volumenya rendah kemungkinan akan dapat menyerap panas secara maksimal tetapi, waktu untuk pendinginan ruangnya akan lama dicapai.

#### 1. Siklus Refrigerasi dari Unit Pendingin Secara Umum, diantaranya:

##### a. Penguapan

*Evaporator* atau penguap yang dipakai berbentuk pipa bersirip pelat. Tekanan cairan *refrigerant* diturunkan pada katup ekspansi, didistribusikan secara merata kedalam pipa *evaporator*, oleh distributor *refrigerant*. Dalam hal tersebut *refrigerant* akan menguap dan menyerap kalor dari udara ruangan yang dialirkan melalui permukaan luar dari pipa *evaporator*. Apabila udara didinginkan (di bawah titik embun), maka air yang ada dalam udara akan mengembun pada permukaan *evaporator*, kemudian ditampung dan dialirkan keluar. Jadi cairan *refrigerant* diuapkan secara berangsur-angsur karena menerima kalor sebanyak kalor laten penguapan, selama mengalir di dalam setiap pipa dari koil *evaporator*. Selama proses

penguapan itu, di dalam pipa akan terdapat campuran *refrigerant* dalam fasa cair dan gas. Dalam keadaan tersebut, tekanan (tekanan penguapan) dan temperaturnya (*temperature* penguapan) konstan. Oleh karena itu temperaturnya dapat dicari dengan mengukur tekanan *refrigerant* di dalam *evaporator*.

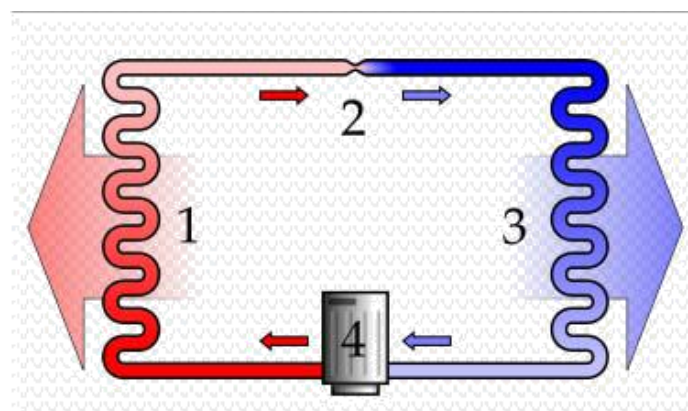
b. Kompresi

Kompresor mengisap uap *refrigerant* dari ruangan penampung uap. Di dalam penampung uap, tekanannya diusahakan supaya tetap rendah. Di dalam kompresor, tekanan *refrigerant* dinaikan sehingga memudahkan pencairannya kembali. Energi yang diperlukan untuk kompresi diberikan oleh motor listrik yang menggerakkan kompresor. Jadi, dalam proses kompresi, energi diberikan kepada uap *refrigerant*. Pada waktu uap *refrigerant* diisap masuk ke dalam kompresor, temperaturnya masih rendah; tetapi, selama proses kompresi berlangsung, temperaturnya naik. Jumlah *refrigerant* yang bersirkulasi dalam siklus refrigerasi tergantung pada jumlah uap yang diisap masuk ke dalam kompresor.

c. Pengembunan (Kondensasi)

Uap *refrigerant* yang bertekanan dan bertemperatur tinggi pada akhir kompresi dapat dengan mudah dicairkan dengan mendinginkannya dengan air pendingin (atau dengan udara pendingin pada system dengan pendingin udara) yang ada pada *temperature* normal. Dengan kata lain, uap *refrigerant* menyerahkan panasnya (kalor laten pengembunan) kepada air pendingin (atau udara pendingin) di dalam kondensor, sehingga mengembun dan menjadi cair. Jadi, karena air (udara) pendingin menyerap panas dari *refrigerant*, maka ia akan menjadi panas pada waktu keluar dari kondensor. Selama *refrigerant* mengalami perubahan dari fasa uap ke fasa cair, di mana terdapat campuran *refrigerant* dalam fasa uap dan cair, tekanan (tekanan pengembunan) dan temperaturnya (*temperature* pengembunan) konstan. Oleh karena itu temperaturnya dapat dicari dengan mengukur tekanannya. Kalor yang dikeluarkan di dalam kondensor adalah jumlah kalor yang diperoleh dari udara yang mengalir melalui *evaporator* (kapasitas

pendinginan), dan kerja (energi) yang diberikan oleh kompresor kepada fluida kerja. Uap refrigerant menjadi cair sempurna di dalam kondensor, kemudian dialirkan ke dalam pipa *evaporator* melalui katup ekspansi. Dalam hal ini, *temperature refrigerant* cair biasanya 2-3 derajat Celsius lebih rendah dari pada *temperature refrigerant* cair jenuh pada tekanan kondensasinya. *Temperature* tersebut menyatakan besarnya derajat pendinginan lanjut (*degree of subcooling*).



Gambar 4.3 Sirkulasi Sistem Pendingin  
Sumber: PT Matra Olah Cipta

Ket:

1. Kompresor
2. Kondensor
3. *Expansion Valve*
4. *Evaporator*
5. *Expansi*

Untuk menurunkan tekanan dari *refrigerant* cair (tekanan tinggi) yang dicairkan di dalam kondensor, supaya dapat mudah menguap, maka dipergunakan alat yang dinamai katup *expansi* atau pipa kapilar. Setiap alat tersebut terakhir dirancang untuk suatu penurunan tekanan tertentu. Katup *expansi* yang biasa dipergunakan adalah katup *expansi* termostatik yang dapat mengatur laju aliran *refrigerant*, yaitu agar derajat super panas uap *refrigerant* di dalam *evaporator* dapat diusahakan konstan. Dalam penyegar udara yang kecil, dipergunakan pipa kapiler sebagai pengganti katup

*expansi*. Diameter dalam dan panjang dari pipa kapilar tersebut ditentukan berdasarkan besarnya perbedaan tekanan yang diinginkan, antara bagian yang bertekanan tinggi dan bagian bertekanan rendah, dan jumlah *refrigerant* yang bersirkulasi. Cairan *refrigerant* mengalir ke dalam *evaporator*, tekanannya turun dan menerima kalor penguapan dari udara, sehingga menguap secara berangsur-angsur. Selanjutnya, proses siklus tersebut di atas terjadi berulang-ulang.

## 2. Siklus *Refrigerasi* dari Unit Pendingin Air Sentrifugal (*Chiller Sentrifugal*)

Uap *refrigerant* bertekanan rendah dan bertemperatur rendah yang diuapkan di dalam *evaporator* diisap masuk ke dalam kompresor melalui eliminitor. Eliminitor tersebut dipasang pada bagian atas dari pipa *evaporator* untuk memisahkan *refrigerant* yang ada di dalam fasa cair dari uap *refrigerant*. Selanjutnya, uap *refrigerant* tersebut diisap masuk kedalam impeller dari kompresor, melalui sudu isap yang dipasang dibagian masuk dari kompresor *sentrifugal* untuk mengatur laju aliran uap *refrigerant* yang diisap itu. Uap *refrigerant* bertekanan tinggi dan bertemperatur tinggi yang diperoleh dari proses kompresi dimasukkan ke dalam kondensor. Uap *refrigerant* tersebut kemudian diembunkan, yaitu dengan jalan mendinginkannya dengan air pendingin yang mengalir di dalam pipa kondensor. *Refrigerant* cair yang diperoleh dari pendinginan tersebut kemudian mengalir ke dalam ruang pelampung yang dipasang di bagian tengah *evaporator*. Apabila permukaan cairan *refrigerant* di dalam ruang pelampung naik dan mencapai ketinggian tertentu, maka katup yang terikat pada pelampung akan membuka lubang saluran, sehingga *refrigerant* cair akan mengalir keluar. *Refrigerant* cair tersebut mengalir keluar, sementara itu tekanannya turun dan selanjutnya didistribusikan merata ke dalam *evaporator*, melalui distributor yang terpasang pada *evaporator*. Di dalam *evaporator* cairan *refrigerant* menguap, karena menyerap kalor dari air yang mengalir melalui pipa *evaporator*, kemudian mengalir kembali ke dalam kompresor. Dengan jalan demikian air tersebut menjadi dingin. Di samping itu, sebagian dari *refrigerant* cair yang bertemperatur tinggi dan mengalir ke ruang pelampung (dari kondensor)

disemprotkan ke motor listrik sehingga menguap. Penguapan yang terjadi itu merupakan cara untuk mendinginkan motor listrik, supaya tidak menjadi terlampau panas sehingga dapat bekerja dengan baik. *Refrigerant* cair tersebut juga disemprotkan ke pendingin minyak pelumas, melalui pipa khusus, kemudian masuk ke dalam *evaporator* dalam bentuk uap bersama-sama dengan uap *refrigerant* yang terjadi pada pendinginan motor listrik. *Refrigerant* yang sesuai untuk pendingin air sentrifugal adalah *refrigerant* bertekanan rendah pada *temperature* kerjanya dan bersifat sebagai isolator listrik. Pada umumnya, *refrigerant* yang memiliki volume spesifik (uap) yang tinggi sangat sesuai untuk dipergunakan pada unit pendingin air *sentrifugal* adalah *refrigerant* yang bertekanan rendah pada *temperature* kerjanya dan bersifat sebagai isolator listrik. Pada umumnya, *refrigerant* yang memiliki volume spesifik (uap) yang tinggi sangat sesuai untuk dipergunakan pada unit pendingin air sentrifugal berkapasitas rendah (sampai 100 Ton *Refrigerasi*). Sedangkan untuk yang berkapasitas rendah, sebaiknya dipergunakan *refrigerant* dengan volume spesifik (uap) yang rendah, kalor *laten* penguapan yang tinggi dan jumlah sirkulasi *refrigerant* yang rendah, misalkan *refrigerant* R 11 yang memiliki kapasitas 100-1000 Ton *Refrigerasi*. Cara kerja *Air Cooled Water Chiller* adalah sebagai berikut:

- a. Kondensor didinginkan oleh air yang bersirkulasi dengan udara luar dan *evaporator* menghasilkan air dingin. Kemudian oleh pompa, air dingin tersebut disalurkan ke beberapa bagian dari bangunan. Dalam gambar, air dingin tersebut di pompa ke suatu pengantar udara atau *air handling unit*, dimana udara dingin tersebut menuju suatu ruangan yang akan didinginkan. Kemudian udara dingin yang telah bercampur dengan panas ruangan akan dibawa kembali ke *air handling unit*, dimana air yang telah bercampur dengan panas ruangan dibawa kembali ke *evaporator* untuk didinginkan lagi. Dan udara panas ruangan akan dibuang ke luar melalui kondensor.
- b. Komponen Utama Mesin Pendingin, yaitu:
  - 1) Kompresor

Kompresor adalah jantung dari sistem tata udara, Kompresor berguna untuk menghisap uap *refrigerant* dari ruang penampung uap. Ketika di dalam penampung uap, tekanannya diusahakan agar tetap rendah, supaya *refrigerant* senantiasa berada dalam keadaan uap dan bersuhu rendah. Lalu ketika di dalam kompresor, tekanan *refrigeran* dinaikkan sehingga memudahkan pencairannya kembali. Energi yang diperlukan untuk kompresi diberikan oleh motor listrik yang menggerakkan kompresor. Jumlah *refrigerant* yang bersirkulasi dalam siklus refrigrasi tergantung pada jumlah uap yang dihisap masuk ke dalam kompresor. Dua jenis utama dari kompresor:

- a) Kompresor positif, dimana gas di hisap masuk kedalam silinder dan dikompresikan sehingga terjadi kenaikan tekanan.
- b) Kompresor non positif, dimana gas yang dihisap masuk dipercepat alirannya oleh sebuah impeler yang kemudian mengubah energi kinetik untuk menaikkan tekanan. Empat jenis kompresor refrigrasi yang paling umum adalah:
  - (1) Kompresor torak (*reciprocating compressor*)
  - (2) Kompresor sekrup (*rotary screw compressor*)
  - (3) Kompresor sentrifugal
  - (4) Kompresor sudu (*vane*)

## 2) Kondensor

Kondensor berguna untuk pengembunan dan pencairan kembali uap *refrigerant*. Uap *refrigerant* yang bertekanan dan bersuhu tinggi pada akhir kompresi dapat dengan mudah dicairkan dengan mendinginkannya dengan air pendingin (dengan udara pendingin pada sistem dengan pendinginan udara) yang ada pada suhu normal. Dengan kata lain, uap *refrigerant* menyerahkan panasnya (kalor laten pengembunan) kepada air dingin di dalam kondensor, sehingga mengembun dan menjadi cair. Jadi karena air pendingin menyerap panas dari *refrigerant*, maka ia akan menjadi panas pada waktu keluar dari kondensor. Selama *refrigerant* mengalami perubahan dari fasa uap

ke fasa cair, dimana terdapat campuran *refrigerant* dalam fasa uap dan cair, tekanan (tekanan pengembunan) dan suhunya (suhu pengembunan) konstan. Kalor yang dikeluarkan dari dalam kondensor adalah jumlah kalor yang diperoleh dari udara yang mengalir melalui *evaporator*. Uap *refrigerant* menjadi cair sempurna didalam kondensor, kemudian dialirkan kedalam melalui pipa kapiler /katup ekspansi. Jenis-jenis kondensor :

a) Kondensor Tabung dan Pipa Horisontal

Ciri-ciri kondensor tabung dan pipa adalah sebagai berikut:

- (1) Dapat dibuat dengan pipa pendingin bersirip, sehingga relatif berukuran kecil dan ringan.
- (2) Pipa air dapat dibuat lebih mudah.
- (3) Bentuknya sederhana (horisontal) dan mudah pemasangannya.
- (4) Pipa pendingin mudah dibersihkan.

b) Kondensor Tabung dan Koil

Ciri-ciri kondensor tabung dan koil adalah sebagai berikut :

- (1) Harganya murah karena mudah pembuatannya.
- (2) Kompak karena posisinya yang vertikal dan mudah pemasangannya.
- (3) Boleh dikatakan tidak mungkin mengganti pipa pendingin, sedangkan pembersihannya dilakukan dengan menggunakan deterjen.

c) Kondensor Pipa Ganda

Ciri-ciri kondensor jenis pipa ganda adalah sebagai berikut :

- (1) Konstruksi sederhana dengan harga memadai.
- (2) Dapat mencapai kondisi superdingin karena arah aliran *refrigerant* dan air pendingin berlawanan.
- (3) Penggunaan air pendingin relatif kecil.
- (4) Kesulitan dalam membersihkan pipa; harus dipergunakan deterjen.

- (5) Pemeriksaan terhadap korosi dan kerusakan pipa tidak mungkin dilaksanakan; penggantian pipa juga sukar dilaksanakan.

### 3) *Evaporator*

Tekanan cairan refrigeran yang diturunkan pada katup ekspansi, didistribusikan secara merata kedalam pipa *evaporator* oleh distributor *refrigerant*, pada saat itu *refrigerant* akan menguap dan menyerap kalor dari udara ruangan yang dialirkan melalui permukaan luar dari pipa *evaporator*. Cairan refrigerant diuapkan secara berangsur-angsur karena menerima kalor sebanyak kalor laten penguapan, selama proses penguapan itu, di dalam pipa akan terdapat campuran *refrigerant* dalam fasa cair dan gas. Suhu penguapan dan tekanan penguapan dalam keadaan konstan pada saat itu terjadi. *Evaporator* adalah penukar kalor yang memegang peranan paling penting di dalam siklus refrigerasi, yaitu mendinginkan media sekitarnya.

### 4) *Expansion Valve* (Katup Ekspansi)

Untuk menurunkan tekanan dari refrigeran cair (yang bertekanan tinggi) yang dicairkan di dalam kondensor, agar dapat mudah menguap, maka dipergunakan alat yang dinamakan katup ekspansi atau pipa kapilar. Katup ekspansi ini dirancang untuk suatu penurunan tekanan tertentu. Katup ekspansi yang biasa dipergunakan adalah katup ekspansi termostatik yang dapat mengatur laju aliran *refrigerant*, yaitu agar derajat super panas uap *refrigerant* di dalam cair yang besarnya sebanding dengan laju penguapan di dalam *evaporator*. Katup ekspansi mengatur supaya *evaporator* dapat selalu bekerja sehingga diperoleh efisiensi siklus refrigerasi yang maksimal. Apabila beban pendinginan turun, atau apabila katup ekspansi membuka lebih lebar, maka *refrigerant* didalam *evaporator* tidak menguap sempurna, sehingga *refrigerant* yang terisap masuk ke dalam kompresor mengandung cairan. Apabila hal tersebut terjadi dalam waktu cukup lama, sebagian uap akan mencair kembali, dan katup kompresor akan mengalami kerusakan.

#### 5) Refrigerant

*Refrigerant* sangat penting peranannya bagi mesin penyebar udara, sehingga dalam memilih jenis *refrigerant* haruslah yang paling sesuai dengan jenis kompresor yang dipakai, dan karakteristik termodinamikanya yang antara lain meliputi suhu penguapan dan tekanan penguapan serta suhu pengembunan dan tekanan pengembunan. Diantara persyaratan sebuah *refrigerant* yakni tidak berbau dan tidak mudah terbakar, mudah diperoleh serta ramah lingkungan.

#### 4.1.5 Ketenagakerjaan dan Kesejahteraan Karyawan

Tenaga kerja atau karyawan adalah salah satu aset utama yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan perusahaan. Maka untuk mencapai keberhasilan tersebut, perusahaan harus memperhatikan perkembangan, kualitas, dan kesejahteraan tenaga kerja atau karyawan. Karyawan yang bekerja pada PT. Matra Olah Cipta mayoritas adalah tenaga kerja pria, kecuali untuk bagian *finance, project* dan HRD.

Pengaturan kerja yang telah ditetapkan pada PT Matra Olah Cipta adalah sebagai berikut:

1. Jam kerja dan istirahat

Pekerja shift	Jam Kerja	Jam Istirahat
<i>Shift 1</i>	07.30 – 16.00 WIB	11.30 – 12.00
<i>Shift 2</i>	15.30 – 00.00 WIB	19.30 – 20.00

2. Hari kerja

Hari adalah Senin s/d Minggu

3. Hari Libur

Hari libur adalah hari off dan tanggal merah. (Bila masuk berarti dihitung lembur sesuai aturan yang ada di PKB).

Kemudian PT Matra Olah Cipta menetapkan bahwa upah merupakan hak karyawan yang diterima dan dinyatakan dalam bentuk uang sebagai imbalan dari pengusaha.

Upah terdiri dari gaji pokok dan tunjangan tetap, dan upah adalah obyek penghasilan karyawan (sesuai dengan undang-undang pajak yang berlaku). Pajak

penghasilan tersebut dibayar oleh karyawan. Peninjauan gaji karyawan dilakukan atas dasar:

1. Peninjauan rutin yang dilakukan sekurang-kurangnya enam bulan sekali.
2. Promosi berupa kenaikan pangkat atau golongan yang disesuaikan dengan formasi organisasi perusahaan.
3. Penilaian karyawan yang telah memenuhi syarat dan mendapat persetujuan manajernya, upah dibayarkan setiap akhir bulan.

Selain upah yang dibayarkan kepada para karyawannya, terdapat fasilitas-fasilitas yang berhubungan dengan kesejahteraan pekerja yang diberikan oleh PT. Matra Olah Cipta terhadap pekerjanya. Adapun kesejahteraan yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Kesejahteraan Pekerja, yaitu:
  - a. Makanan
  - b. Kebebasan beribadah
  - c. Tunjangan Hari Raya
2. Keselamatan dan kesehatan kerja, terdiri dari:
  - a. Keselamatan kerja
  - b. Kesehatan kerja
3. Pembebasan dan kewajiban untuk pekerja tanpa atau dengan pemberitahuan, yaitu:
  - a. Cuti/istirahat
  - b. Cuti hamil/gugur kandungan

#### **4.1.6 Data Waktu *Downtime***

Waktu *downtime* adalah waktu yang seharusnya digunakan untuk melakukan proses produksi akan tetapi dikarenakan adanya kerusakan atau gangguan pada mesin mengakibatkan mesin tidak dapat melakukan proses pekerjaan sebagaimana mestinya.

Kerusakan (*Breakdown*) adalah kegagalan proses pada mesin atau peralatan yang terjadi secara tiba-tiba. *Downtime* merupakan kerugian yang dapat terlihat dengan jelas karena terjadi kerusakan yang mengakibatkan tidak adanya

*output* yang dihasilkan karena mesin tidak berproduksi/berfungsi. Data waktu *downtime* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data *Downtime* Mesin AHU

<b>Bulan 2014</b>	<b><i>Loading Time</i> (menit)</b>	<b><i>Downtime</i> (menit)</b>
<b>Januari</b>	24.480	1.800
<b>Februari</b>	22.800	1.260
<b>Maret</b>	25.320	930
<b>April</b>	24.480	2.700
<b>Mei</b>	25.320	1.550
<b>Juni</b>	24.480	3.600
<b>Juli</b>	25.320	930
<b>Agustus</b>	25.320	775
<b>September</b>	24.480	750
<b>Oktober</b>	25.320	620
<b>November</b>	24.480	600
<b>Desember</b>	25.320	465
<b>JUMLAH</b>	297.120	15.980

Sumber: PT Matra Olah Cipta

Terdapat beberapa macam kerusakan (*Breakdown*) yang terjadi pada mesin AHU. Kerusakan tersebut dapat dilihat pada rincian Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Penyebab *Downtime* Mesin AHU

<b>Bulan</b>	<b>Jenis Kerusakan</b>	<b>Waktu (menit)</b>
<b>Januari</b>	Motor lisrik mati	1.100
	Filter AHU Tersumbat	600
<b>Februari</b>	Pipa Header bocor	1.200
<b>Maret</b>	Selang Pipa Header Pecah	800
<b>April</b>	<i>Van Belt</i> putus	2.600
<b>Mei</b>	<i>Evaporator</i> kotor	1.500
<b>Juni</b>	<i>Blower</i> rusak	3.500
<b>Juli</b>	Aus Puly rusak	800
<b>Agustus</b>	Sensor <i>Low</i>	700
<b>September</b>	Sensor pintu tidak berfungsi	700
<b>Oktober</b>	Gasket O-ring tabung <i>filter</i> 326 pecah	500
<b>November</b>	Pipa <i>drain condensor</i> 201 bocor	100
<b>Desember</b>	<i>switch flow</i> rusak	400

Sumber: PT Matra Olah Cipta

a. *Data Planned Downtime*

*Planned Downtime* merupakan waktu yang sudah dijadwalkan dalam rencana produksi, termasuk pemeliharaan terjadwal dan kegiatan manajemen yang lain seperti rapat *maintenance*. Pemeliharaan terjadwal dilakukan oleh pihak

perusahaan untuk menjaga mesin agar tidak rusak saat proses produksi berlangsung. Pemeliharaan dan perawatan ini dilakukan secara rutin dan sesuai dengan jadwal yang dibuat oleh departemen *maintenance*. Data waktu *Planned Downtime* Mesin AHU dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data *Planned downtime* Mesin AHU

<b>Bulan</b>	<b>Total <i>Planned Downtime</i> (menit)</b>
<b>Januari</b>	720
<b>Februari</b>	720
<b>Maret</b>	720
<b>April</b>	720
<b>Mei</b>	720
<b>Juni</b>	720
<b>Juli</b>	720
<b>Agustus</b>	720
<b>September</b>	720
<b>Oktober</b>	720
<b>November</b>	720
<b>Desember</b>	720

Sumber: PT Matra Olah Cipta

b. Data Waktu *Set-up* mesin AHU

Waktu *set-up* adalah waktu produksi untuk mempersiapkan mesin untuk memproduksi suatu jenis produk setelah jenis produk lain selesai dilakukan dan diproduksi. Data waktu *set-up* Mesin AHU dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Data Waktu *Set-up* Mesin AHU

	<b>Bulan</b>	<b>Waktu <i>Set-Up</i> (menit)</b>
<b>2014</b>	<b>Januari</b>	100
	<b>Februari</b>	60
	<b>Maret</b>	130
	<b>April</b>	100
	<b>Mei</b>	50
	<b>Juni</b>	100
	<b>Juli</b>	130
	<b>Agustus</b>	75
	<b>September</b>	50
	<b>Oktober</b>	120
	<b>November</b>	100
	<b>Desember</b>	65
	<b>TOTAL</b>	1080

Sumber: PT Matra Olah Cipta

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Perhitungan *Availability*

*Availability ratio* adalah ratio atau perbandingan *operation time* terhadap *Planned Production Time*. Untuk menghitung nilai *availability* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Down\ Time}{Loading\ Time}$$

*Loading Time* adalah total waktu proses yang efektif. Dalam hal ini *Operating Time* adalah hasil pengurangan *Loading Time* dengan *Downtime* mesin. Formulasnya adalah :

$$Operating\ Time = Loading\ Time - Down\ Time$$

$$Downtime = Breakdown + Setup\ Time$$

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

Nilai *Availability* mesin AHU pada bulan Januari 2014 sebagai berikut:

$$Loading\ Time = 25200 - 720 = 24480$$

$$Downtime = 1700 + 100 = 1800$$

$$Operating\ Time = 24480 - 1800 = 22680$$

$$Availability = \frac{Loading\ Time - Down\ Time}{Loading\ Time}$$

$$Availability = \frac{24.480 - 1.800}{24.480} \times 100\% = 92,65\%$$

Perhitungan yang sama digunakan untuk menghitung Nilai *Availability* mesin AHU pada. bulan Februari – Desember 2014 sehingga diperoleh hasil pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Data *Availability* Mesin AHU

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation time</i> (menit)	<i>Availability</i>
Januari	24.480	1.800	22.680	92,65%
Februari	22.800	1.260	21.540	94,47%
Maret	25.320	930	24.390	96,33%
April	24.480	2.700	21.780	88,97%
April	24.480	2.700	21.780	88,97%
Mei	25.320	1.550	23.770	93,88%
Juni	24.480	3.600	20.880	85,29%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.5. Data *Availability* Mesin AHU (lanjutan)

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Downtime</i> (menit)	<i>Operation time</i> (menit)	<i>Availability</i>
<b>Juli</b>	25.320	930	24.390	96,33%
<b>Agustus</b>	25.320	775	24.545	96,94%
<b>September</b>	24.480	750	23.730	96,94%
<b>Oktober</b>	25.320	620	24.700	97,55%
<b>November</b>	24.480	600	23.880	97,55%
<b>Desember</b>	25.320	465	24.855	98,16%
<b>JUMLAH</b>	297.120	15.980	281.140	94,59%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

#### 4.2.2 Perhitungan *Performance Efficiency*

*Performa Efficiency* adalah *ratio* atau perbandingan kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus idealnya terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan prose produksi (*Operation Time*). Untuk menghitung nilai *Performa Efficiency* digunakan rumusan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Performance Efficiency} &= \text{Net Operating} \times \text{Operating Cycle Time} \\
 &= \frac{\text{Process Amount} \times \text{Cycle Time}}{\text{Operating Time}} \times \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}} \\
 \text{Performance Efficiency} &= \frac{\text{Process Amount} \times \text{Ideal Cycle Time}}{\text{Operating Time}}
 \end{aligned}$$

*Ideal Cycle Time* adalah siklus waktu proses yang diharapkan dapat dicapai dalam keadaan optimal atau tidak mengalami hambatan/gangguan. *Ideal Cycle Time* pada mesin AHU merupakan siklus waktu proses yang dapat dicapai mesin pada proses produksi dalam keadaan optimal atau mesin tidak mengalami gangguan dalam beroperasi. Untuk perhitungan bulan Januari 2014 adalah:

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{535.680.000 \times 0,00003}{22.680} \times 100\% = 71,94\%$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh *Performa Efficiency* hingga periode Desember 2014 diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.6. Data *Performance Efficiency* Mesin AHU

Bulan	<i>Total Product Processed</i> (btuh)	<i>Ideal Cycle Time</i> (menit)	<i>Operation Time</i> (menit)	<i>Performance Efficiency</i>
<b>Januari</b>	535.680.000	0,00003	22.680	75,58%
<b>Februari</b>	483.840.000	0,00003	21.540	71,88%
<b>Maret</b>	535.680.000	0,00003	24.390	70,28%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.6. Data *Performance Efficiency* Mesin AHU (lanjutan)

<b>Bulan</b>	<b>Total Product Processed (btuh)</b>	<b>Ideal Cycle Time (menit)</b>	<b>Operation Time (menit)</b>	<b>Performance Efficiency</b>
<b>April</b>	518.400.000	0,00003	21.780	76,17%
<b>Mei</b>	535.680.000	0,00003	23.770	72,12%
<b>Juni</b>	518.400.000	0,00003	20.880	79,45%
<b>Juli</b>	535.680.000	0,00003	24.390	70,28%
<b>Agustus</b>	535.680.000	0,00003	24.545	69,84%
<b>Septemb</b>	518.400.000	0,00003	23.730	69,91%
<b>Oktober</b>	535.680.000	0,00003	24.700	69,40%
<b>Novemb</b>	518.400.000	0,00003	23.880	69,47%
<b>Desembe</b>	535.680.000	0,00003	24.855	68,97%
<b>Rata-rata</b>				71,94%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

#### 4.2.3 Perhitungan *Rate of Quality Product*

*Rate of Quality Product* adalah *ratio* atau perbandingan produk yang baik sesuai dengan spesifikasi kualitas produk yang telah ditentukan terhadap jumlah produk yang diproses. Perhitungan *Rate of Quality Product* menggunakan data produksi yang ada di Tabel 4.5 yaitu total produk yang diproses dan *rework process*. Dalam perhitungan rasio *Rate of Quality Product* ini, *process amount* adalah *total product processed*, sedangkan *defect amount* adalah *total rework process* dengan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{\text{Process Amount} - \text{Defect Amount}}{\text{Process Amount}} \times 100$$

Untuk perhitungan *Rate of Quality Product* bulan Januari 2014 adalah:

$$\text{Rate of Quality Product} = \frac{535.680.000 - 0}{535.680.000} \times 100\% = 100\%$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh *Rate of Quality Product* hingga periode Desember 2014 diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Data *Rate of Quality Product* Mesin AHU

<b>Bulan</b>	<b>Total Product Processed (btuh)</b>	<b>Total Rework (btuh)</b>	<b>Rate of Quality Product</b>
<b>Januari</b>	535.680.000	0	100,00%
<b>Februari</b>	483.840.000	0	100,00%
<b>Maret</b>	535.680.000	0	100,00%
<b>April</b>	518.400.000	0	100,00%
<b>Mei</b>	535.680.000	0	100,00%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.7. Data *Rate of Quality Product* Mesin AHU (lanjutan)

<b>Bulan</b>	<b>Total Product Processed (btuh)</b>	<b>Total Rework (btuh)</b>	<b>Rate of Quality Product</b>
<b>Juni</b>	518.400.000	0	100,00%
<b>Juli</b>	535.680.000	0	100,00%
<b>Agustus</b>	535.680.000	0	100,00%
<b>September</b>	518.400.000	0	100,00%
<b>Oktober</b>	535.680.000	0	100,00%
<b>November</b>	518.400.000	0	100,00%
<b>Desember</b>	535.680.000	0	100,00%
<b>Rata-rata</b>			100,00%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

#### 4.2.4 Perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Setelah nilai *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Rate of Quality Product* pada mesin AHU diperoleh, maka selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* untuk mengetahui besarnya efektivitas penggunaan mesin AHU. Hasil perhitungan OEE yang diperoleh dari perkalian nilai-nilai *Availability*, *Performance Efficiency* dan *Rate Quality of Product* yang sudah diperoleh kemudian dirumuskan sebagai berikut:

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

Untuk perhitungan *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* bulan Januari 2014 adalah :

$$\text{OEE (\%)} = 92,65\% \times 75,58\% \times 100\% = 70,02\%$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* hingga periode Desember 2014 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Data *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Mesin AHU

<b>Bulan</b>	<b>Availability</b>	<b>Performance Efficiency</b>	<b>Rate of Quality Product</b>	<b>OEE</b>
<b>Januari</b>	92,65%	75,58%	100,00%	70,02%
<b>Februari</b>	94,47%	71,88%	100,00%	67,91%
<b>Maret</b>	96,33%	70,28%	100,00%	67,70%
<b>April</b>	88,97%	76,17%	100,00%	67,76%
<b>Mei</b>	93,88%	72,12%	100,00%	67,70%
<b>Juni</b>	85,29%	79,45%	100,00%	67,76%
<b>Juli</b>	96,33%	70,28%	100,00%	67,70%
<b>Agustus</b>	96,94%	69,84%	100,00%	67,70%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.8. Data *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Mesin AHU (lanjutan)

Bulan	Availability	Performance Efficiency	Rate of Quality Product	OEE
September	96,94%	69,91%	100,00%	67,76%
Oktober	97,55%	69,40%	100,00%	67,70%
November	97,55%	69,47%	100,00%	67,76%
Desember	98,16%	68,97%	100,00%	67,70%
Rata-rata	94,59%	71,94%	100,00%	67,93%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

#### 4.2.5 Perhitungan *Six Big Losses*

Dalam meningkatkan nilai *OEE* harus diketahui *Six Big Losses* yang merupakan penunjang keberhasilan peningkatan nilai *OEE*. *Six Big Losses* mesin AHU sebagai berikut:

##### 1. *Downtime Losses*

*Downtime* adalah waktu yang seharusnya digunakan untuk melakukan proses produksi akan tetapi karena adanya gangguan pada mesin (*equipment failures*) mengakibatkan mesin tidak dapat melaksanakan proses produksi sebagaimana mestinya. Dalam perhitungan *Overall Effectiveness Equipment Failures* dan waktu *Downtime* (*Downtime Losses*).

##### a. *Equipment Failure (Breakdown)*

Kegagalan mesin melakukan proses (*Equipment failure*) atau kerusakan (*Breakdown*) yang terjadi secara tiba-tiba dan tidak diharapkan terjadi adalah penyebab kerugian yang terlihat jelas, karena kerusakan tersebut akan mengakibatkan mesin tidak menghasilkan output. Besarnya presentase efektivitas mesin yang hilang akibat faktor *breakdown losses* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dengan menggunakan rumus di atas, maka dapat diperoleh perhitungan *breakdown losses* untuk periode bulan Januari 2014 yaitu sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{1800}{24480} \times 100\% = 7,35\%$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh *breakdown losses* hingga periode Desember 2014 pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Data *Breakdown Losses* Mesin AHU

<b>Bulan</b>	<b>Total Breakdown (menit)</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Breakdown Losses (menit)</b>	<b>Breakdown Losses (%)</b>
<b>Januari</b>	1.800	24.480	0,07352941	7,35%
<b>Februari</b>	1.260	22.800	0,05526316	5,53%
<b>Maret</b>	930	25.320	0,03672986	3,67%
<b>April</b>	2.700	24.480	0,11029412	11,03%
<b>Mei</b>	1.550	25.320	0,06121643	6,12%
<b>Juni</b>	3.600	24.480	0,14705882	14,71%
<b>Juli</b>	930	25.320	0,03672986	3,67%
<b>Agustus</b>	775	25.320	0,03060821	3,06%
<b>September</b>	750	24.480	0,03063725	3,06%
<b>Oktober</b>	620	25.320	0,02448657	2,45%
<b>November</b>	600	24.480	0,0245098	2,45%
<b>Desember</b>	465	25.320	0,01836493	1,84%
<b>Total</b>	15980	297120	0,649428	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

b. *Set up dan Adjustment*

Kerusakan pada mesin maupun pemeliharaan mesin secara keseluruhan akan mengakibatkan mesin tersebut harus berhenti terlebih dahulu. Sebelum mesin difungsikan kembali akan dilakukan penyesuaian terhadap mesin tersebut yang dinamakan dengan waktu *set up* dan *adjustment* mesin. Dalam perhitungan waktu *set up* dan *adjustment loss* dipergunakan data waktu *set up* mesin yang mengalami kerusakan dan pemeliharaan mesin secara keseluruhan pada mesin AHU. Besarnya *set-up* dan *adjustment loss* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Set up dan Adjustment Loss} = \frac{\text{Total Set up \& Adjustment Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka dapat diperoleh perhitungan *set-up* dan *adjustment loss* untuk periode bulan Januari 2014 yaitu sebagai berikut:

$$\text{Set up dan Adjustment Loss} = \frac{100}{24480} \times 100\% = 0,41\%$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh *set up* dan *adjustment loss* hingga periode Desember 2014 dapat diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data *set up* & Mesin AHU

<b>Bulan</b>	<b>Total Set up &amp; Adjustment Time (menit)</b>	<b>Loading Time (menit)</b>	<b>Set up &amp; Adjustment Losses</b>	
<b>Januari</b>	100	24.480	0,00408	0,41%
<b>Februari</b>	60	22.800	0,00263	0,26%
<b>Maret</b>	130	25.320	0,00513	0,51%
<b>April</b>	100	24.480	0,00408	0,41%
<b>Mei</b>	50	25.320	0,00197	0,20%
<b>Juni</b>	100	24.480	0,00408	0,41%
<b>Juli</b>	130	25.320	0,00513	0,51%
<b>Agustus</b>	75	25.320	0,00296	0,30%
<b>September</b>	50	24.480	0,00204	0,20%
<b>Oktober</b>	120	25.320	0,00474	0,47%
<b>November</b>	100	24.480	0,00408	0,41%
<b>Desember</b>	65	25.320	0,00257	0,26%
<b>Total</b>	1080	297120	0,04349	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

## 2. Speed Losses

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

### a. *Idling* dan *Minor Stoppages*

*Idling* dan *Minor Stoppages* terjadi jika mesin berhenti secara berulang-ulang atau mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk. Jika *Idling* dan *Minor Stoppages* sering terjadi maka dapat mengurangi efektivitas mesin tersebut. Untuk mengetahui besarnya efektivitas yang hilang karena faktor *Idling* dan *Minor Stoppages* digunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Idling dan Minor Stoppages} = \frac{\text{Nonproductive Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka dapat diperoleh perhitungan *Idling* dan *Minor Stoppages* untuk periode bulan Januari 2014 yaitu sebagai berikut:

$$\text{Idling dan Minor Stoppages} = \frac{720}{24.480} \times 100\% = 2,94\%$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh *Idling* dan *Minor Stoppages* hingga periode Desember 2014 dapat diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 *Idling and Minor Stoppages Loss* Mesin AHU

Bulan	<i>Loading Time</i> (menit)	<i>Nonproductive Time</i> (menit)	<i>Idling dan Minor Stoppages</i>	
Januari	24.480	720	0,02941176	2,94%
Februari	22.800	720	0,03157895	3,16%
Maret	25.320	720	0,02843602	2,84%
April	24.480	720	0,02941176	2,94%
Mei	25.320	720	0,02843602	2,84%
Juni	24.480	720	0,02941176	2,94%
Juli	25.320	720	0,02843602	2,84%
Agustus	25.320	720	0,02843602	2,84%
September	24.480	720	0,02941176	2,94%
Oktober	25.320	720	0,02843602	2,84%
November	24.480	720	0,02941176	2,94%
Desember	25.320	720	0,02843602	2,84%
<b>Total</b>	297120	8640	0,349254	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

b. *Reduced Speed*

*Reduced Speed Loss* adalah selisih antara waktu kecepatan produksi actual dengan kecepatan mesin yang ideal. Untuk mengetahui besarnya presentase factor *reduced speed* yang hilang dapat digunakan rumus sebagai berikut:

*Reduced Speed Losses*

$$= \frac{\text{Actual Production Time} - \text{Ideal Production Time}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Actual Production Time} - (\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total Production Processed})}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dengan menggunakan rumus di atas, maka dapat diperoleh perhitungan *reduced speed losses* untuk periode bulan Januari 2014 yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Ideal Production Time} &= 535680000 \times 0,000032 \\
 &= 17141,76 \\
 \text{Reduced Speed Losses} &= \frac{22.680 - 17141,76}{22.480} \times 100\% = 22,62\%
 \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama diperoleh *reduced speed losses* hingga periode Desember 2014 dapat diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Data *Reduced Speed* mesin AHU

Bulan	Total Product Process (btuh)	Actual Productive Time	Ideal Cycle Time	Loading Time (menit)	Reduced Speed (menit)	Reduced Speed Losses
Januari	535.680.000	22.680	0,000032	24.480	0,22624	22,62%
Februari	483.840.000	21.540	0,000032	22.800	0,26566	26,57%
Maret	535.680.000	24.390	0,000032	25.320	0,28627	28,63%
April	518.400.000	21.780	0,000032	24.480	0,21206	21,21%
Mei	535.680.000	23.770	0,000032	25.320	0,26178	26,18%
Juni	518.400.000	20.880	0,000032	24.480	0,17529	17,53%
Juli	535.680.000	24.390	0,000032	25.320	0,28627	28,63%
Agustus	535.680.000	24.545	0,000032	25.320	0,29239	29,24%
September	518.400.000	23.730	0,000032	24.480	0,29172	29,17%
Oktober	535.680.000	24.700	0,000032	25.320	0,29851	29,85%
November	518.400.000	23.880	0,000032	24.480	0,29784	29,78%
Desember	535.680.000	24.855	0,000032	25.320	0,30463	30,46%
<b>Total</b>	<b>6.307.200.000</b>	<b>281140</b>		<b>297120</b>	<b>3,19866</b>	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

### 3. Defect Losses

*Defect Losses* artinya mesin tidak menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas produk yang telah ditentukan. Faktor yang dikategorikan ke dalam Defect Losses adalah *Rework Loss* dan *Yield/Scrap Loss*.

#### a. Rework Loss

*Rework Loss* adalah produk yang tidak memenuhi spesifikasi kualitas yang telah ditentukan walaupun masih dapat diperbaiki ataupun dikerjakan

ulang. Untuk mengetahui presentase faktor *Rework Losses* yang mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Rework}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

Dikarenakan mesin mesin AHU tidak memiliki *Rework loss* maka *Rework Loss* bernilai 0.

b. *Yield / Scrap Loss*

*Yield / Scrap Loss* adalah kerugian yang timbul selama proses produksi belum mencapai keadaan produksi yang stabil pada saat proses produksi yang stabil pada saat proses produksi mulai dilakukan sampai tercapainya keadaan proses yang stabil, sehingga produk yang dihasilkan pada awal proses sampai keadaan proses stabil dicapai tidak memenuhi spesifikasi yang diharapkan. Untuk mengetahui presentase faktor *Yield / Scrap Losses* yang mempengaruhi efektivitas penggunaan mesin digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Yield/Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Scrap}}{\text{Loading Time}} \times 100\%$$

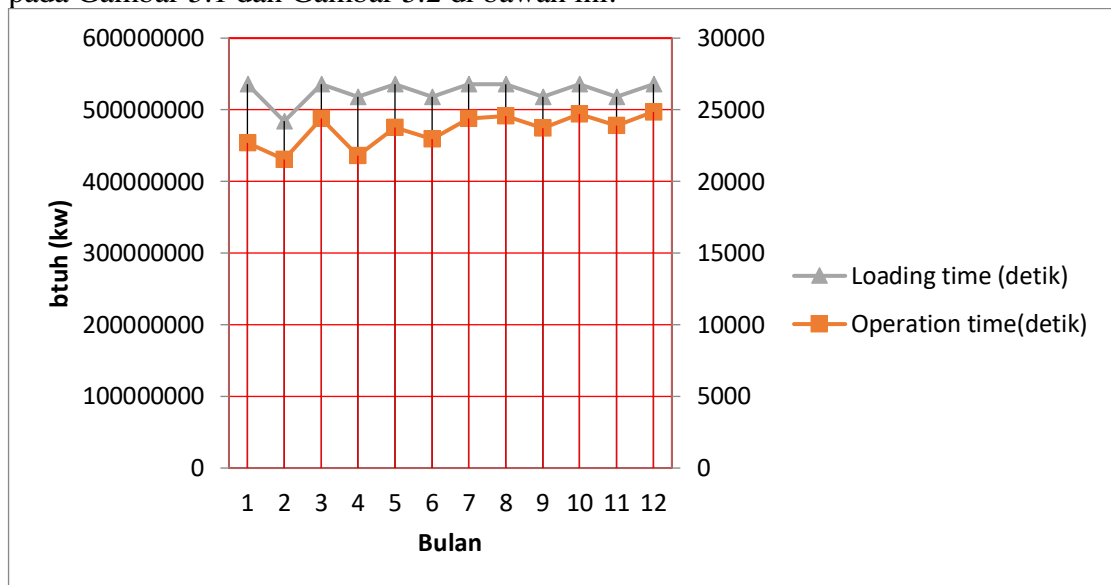
Dikarenakan mesin mesin AHU tidak memiliki *Scrap loss* maka *Scrap Loss* bernilai 0.

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Analisis Hasil Produksi Mesin AHU

Hasil Produksi mesin AHU dan *operation time* mesin AHU diplot ke dalam grafik perbandingan antara kedua data tersebut, sehingga hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 di bawah ini:



Gambar 5.1 Perbandingan Hasil Produksi dan *operation time* mesin AHU

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari Gambar 5.1 diatas dapat dilihat bahwa performa mesin AHU pada tahun 2014 adalah sebagai berikut:

a. Januari

Hasil produksi sebesar 535.680.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 22.680 menit.

b. Februari

Hasil produksi sebesar 483.840.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 21.540 menit.

c. Maret

Hasil produksi sebesar 535.680.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 24.390 menit.

d. April

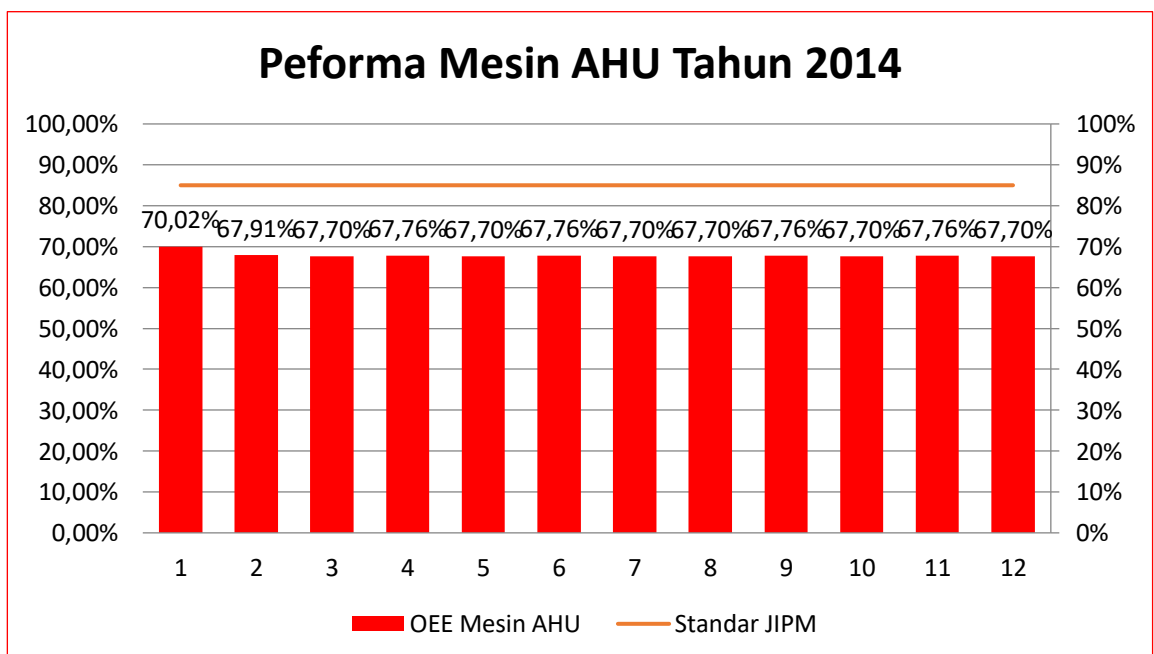
Hasil produksi sebesar 518.400.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 21.780 menit.

e. Mei

- Hasil produksi sebesar 535.800.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 23.770 menit
- f. Juni
  - Hasil produksi sebesar 518.400.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 20.880 menit
- g. Juli
  - Hasil produksi sebesar 535.680.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 24.390 menit
- h. Agustus
  - Hasil produksi sebesar 535.680.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 24.445 menit
- i. September
  - Hasil produksi sebesar 518.400.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 23.730 menit
- j. Oktober
  - Hasil produksi sebesar 535.680.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 24.700 menit
- k. November
  - Hasil produksi sebesar 518.400.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 23.880 menit
- l. Desember
  - Hasil produksi sebesar 535.680.000 btuh (kw) dengan *operation time* selama 24.885 menit

## 5.2 Analisis Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*

Hasil Pengukuran nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* mesin AHU tahun 2014 yang dapat dilihat pada Tabel 4.9 kemudian ditampilkan dalam bentuk



grafik di bawah ini:

Gambar 5.2 Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Mesin AHU Tahun 2014

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari Gambar 5.3 diatas dapat dilihat bahwa nilai OEE mesin AHU pada tahun 2014 tidak ada yang memnuhi standar JIPM. Untuk standar *benchmark world class* yang dianjurkan JIPM, yaitu OEE = 85%, maka nilai yang harus dipenuhi untuk masing-masing faktor OEE adalah sebagai berikut:

Tabel 5.1 Nilai OEE Berdasarkan Standar JIPM

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

Sumber: Nakajima (1988)

Performa mesin AHU yang tidak memenuhi standar JIPM akan dilakukan analisa selanjutnya menggunakan *six big losses*.

### 5.3 Analisis *Six Big Losses* Mesin AHU

Untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi rendahnya efektivitas mesin AHU, maka dilakukan analisis *six big losses*. Setelah mengetahui faktor apa saja yang memberikan kontribusi terbesar yang mengakibatkan rendahnya efektivitas mesin akan menjadi prioritas utama untuk dilakukan perbaikan. Presentase faktor *six big losses* periode Januari – Desember 2014 mesin AHU dapat dilihat pada Tabel 5.2.

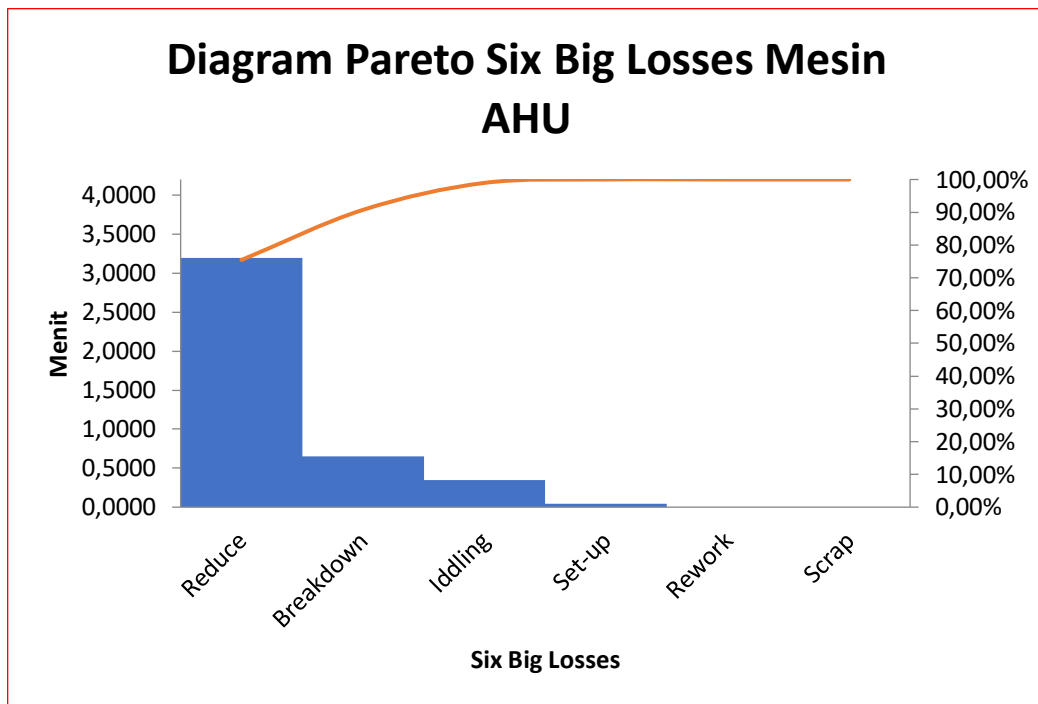
Tabel 5.2 *Persentase Six Big Losses* Mesin AHU

No	<i>Six Big Losses</i>	<i>Total Time</i> (menit)	Persentase (%)	Kumulatif Persentase (%)
1	<i>Reduce</i>	3,1987	75,43%	75,43%
2	<i>Breakdown</i>	0,6494	15,31%	90,74%
3	<i>Iddling</i>	0,3493	8,24%	98,97%
4	<i>Set-up</i>	0,0435	1,03%	100,00%
5	<i>Rework</i>	0	0,00%	100,00%
6	<i>Scrap</i>	0	0,00%	100,00%

<b>Total</b>	4,2408		
--------------	--------	--	--

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Setelah diketahui persentase *six big losses* pada Tabel 5.3, kemudian diplot ke dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut:



Gambar 5.3 Diagram Pareto *Six Big Losses* Mesin AHU

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Gambar 5.3 diatas dapat dilihat bahwa:

a. *Reduce Speed Loss*

*Loss* ini menjadi *loss* tertinggi, yaitu sebesar 75,43%. Hal ini dikarenakan adanya kerusakan (*unplanned downtime*) sehingga *operation time* dan *output* yang dihasilkan tidak sesuai dengan target yang telah ditetapkan. Selain itu, adanya perbedaan yang cukup besar antara *cycle time* yang ditetapkan perusahaan dengan *actual cycle time*.

b. *Breakdown Loss*

*Loss* ini disebabkan oleh adanya kerusakan (*unplanned downtime*) yang terjadi pada mesin AHU. Namun, faktor *loss* ini tidak menjadi *loss* dengan persentase terbesar karena hanya memperhitungkan data kerusakan mesin tanpa memperhitungkan akibat yang terjadi dari adanya kerusakan mesin AHU seperti *output*, *operation time*, *rework*, *reject*, *scrap*, dan *set up* mesin.

c. *Idling Loss*

*Loss* ini terjadi karena mesin AHU beroperasi tidak sesuai dengan yang diharapkan, mesin AHU tidak menghasilkan udara dingin yang telah

ditetapkan suhunya. Hal ini dikarenakan penggunaan mesin AHU yang terus menerus sehingga menyebabkan kerusakan pada putaran dinamo mesin.

d. *Set up Loss*

*Loss* ini terjadi karena penyetelan dan pengoperasian awal (ulang) mesin AHU. Hal ini disebabkan oleh adanya *downtime* (*unplanned* dan *planned downtime*).

e. *Rework Loss*

*Loss* ini tidak terjadi karena sistem mesin AHU memiliki jalur atau sistem untuk produk yang akan diproses ulang sehingga angin atau udara.

f. *Scrap Loss*

*Loss* ini tidak terjadi karena produk mesin AHU merupakan material yang sederhana sehingga tidak ada bagian yang bisa dipisahkan.

Hasil identifikasi *six big losses* pada mesin AHU menunjukkan bahwa hal yang sangat mempengaruhi performa mesin AHU yaitu kerusakan mesin (*unplanned downtime*). Hal ini dikarenakan *unplanned downtime* mengurangi waktu operasi mesin AHU yang menyebabkan mesin AHU tidak beroperasi sesuai dengan yang diinginkan. Oleh sebab itu akan dilakukan analisa selanjutnya terhadap kerusakan mesin AHU.

#### 5.4 Analisis Kerusakan Mesin AHU

Analisa terhadap kerusakan yang mengakibatkan rendahnya performa mesin AHU dilakukan dengan menggunakan data kerusakan mesin AHU dari bulan Januari - Desember 2014 yang dapat dilihat pada Tabel 4.1. Jumlah waktu *unplanned downtime* mesin AHU dapat dilihat pada Tabel 5.3

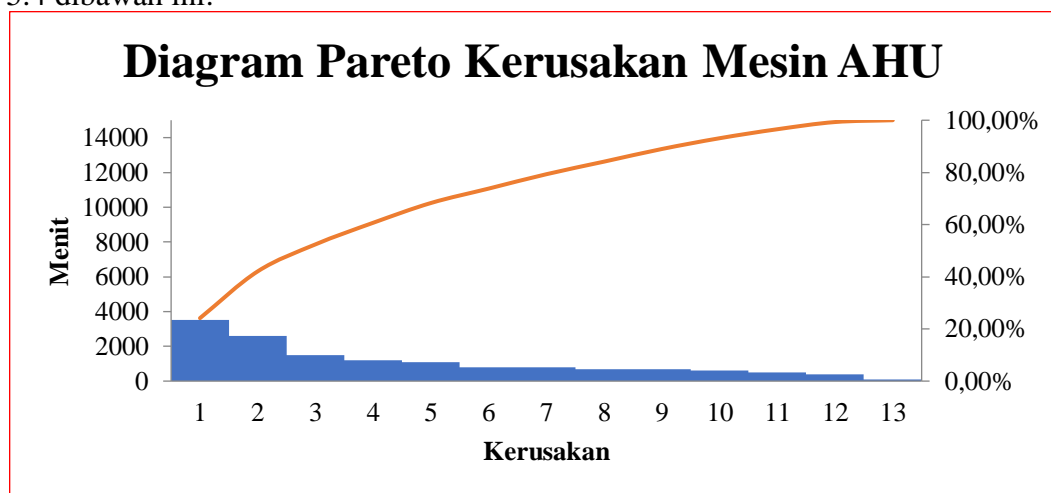
Tabel 5.3 Persentase Jumlah Waktu *Unplanned Downtime* Mesin AHU

No	Kerusakan	Waktu (menit)	Persentase Kerusakan	Kumulatif persentase
1	<b>Blower rusak</b>	3.500	24,14%	24,14%
2	<b>Van Belt putus</b>	2.600	17,93%	42,07%
3	<b>Evaporator kotor</b>	1.500	10,34%	52,41%
4	<b>Pipa Header bocor</b>	1.200	8,28%	60,69%
5	<b>Motor lisrik mati</b>	1.100	7,59%	68,28%
6	<b>Selang Pipa Header pecah</b>	800	5,52%	73,79%
7	<b>As Puly rusak</b>	800	5,52%	79,31%
8	<b>Sensor Low</b>	700	4,83%	84,14%

9	<b>Sensor pintu tidak berfungsi</b>	700	4,83%	88,97%
10	<b>Filter AHU Tersumbat</b>	600	4,14%	93,10%
11	<b>Gasket O-ring tabung filter pecah</b>	500	3,45%	96,55%
12	<i>switch flow rusak</i>	400	2,76%	99,31%
13	<b>Pipa drain <i>condensor</i> 201 bocor</b>	100	0,69%	100,00%
<b>Total</b>		14.500	100,00%	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

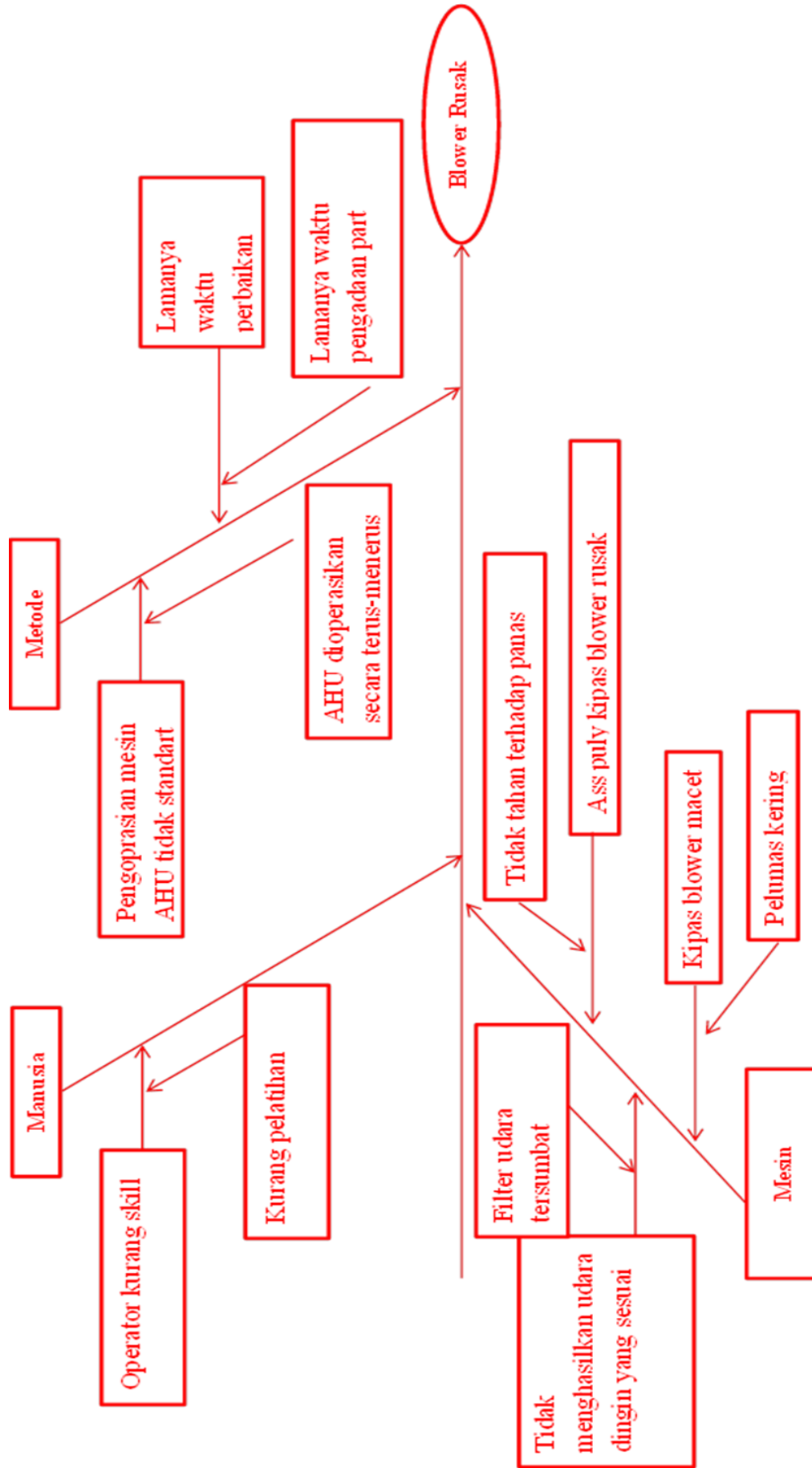
Setelah diketahui jumlah waktu *unplanned downtime* pada mesin AHU pada Tabel 5.4 di atas, kemudian dibuat diagram Pareto yang dapat dilihat pada gambar 5.4 dibawah ini:



Gambar 5.4 Diagram Pareto Kerusakan Mesin AHU

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari Gambar 5.4 di atas diketahui bahwa kerusakan yang merusak mesin AHU yang paling mempengaruhi yaitu kerusakan *blower* rusak. Untuk itu, permasalahan *blower* rusak yang akan dianalisa selanjutnya menggunakan *cause effect* diagram yang dapat dilihat pada Gambar 5.5 di bawah ini:



Gambar 5.5 Daigram Sebab Akibat *Blower* Rusak pada Mesin AHU

Dari diagram sebab akibat pada Gambar 5.5 diatas, dapat dilihat faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan mesin AHU dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Manusia

Manusia merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi rendahnya nilai *OEE* mesin distribusi karena operator berperan dalam pengawasan dan perawatan. Adapun permasalahan yang dihadapi terkait dengan rendahnya nilai *OEE* mesin distribusi adalah:

a. Kurang pelatihan

Perusahaan hendaknya melakukan pelatihan terhadap operator yang ada sehingga skill bertambah.

2. Mesin

Faktor terbesar yang sangat mempengaruhi yaitu kondisi mesin. Jika kondisi mesin menurun tanpa ada perbaikan dan perawatan akan berakibat pada menurunnya perofrma mesin. Adapun permasalahan yang dihadapi terkait dengan rendahnya nilai *OEE* adalah:

a. Tidak menghasilkan udara dingin yang sesuai.

Mesin AHU tidak mengasilkan udara dingin yang sesuai karena filter udara tersumbat.

b. Kipas blower macet

Kipas blower yang tidak berputar oleh karena macet yang disebabkan oleh pelumas kering.

c. *Ass puly* kipas blower rusak

*Ass puly* yang tidak tahan terhadap panas menyebabkan ass puly cepat rusak.

3. Metode

Metode yang tidak tepat akan mempengaruhi performa mesin AHU. Adapun permasalahan yang dihadapi terkait dengan rendahnya nilai *OEE* mesin AHU yaitu:

a. AHU dioperasikan secara terus-menerus.

Mesin AHU beroperasi secara terus menerus karena mesin secara otomatis beroperasi untuk mencapai suhu yang diinginkan.

b. Lamanya Waktu perbaikan

Perbaikan pada mesin AHU (blower) lama disebabkan oleh pengadaan part lama.

#### 5.4.1 Penyelesaian Akar Permasalahan

Setelah menganalisis akar permasalahan, selanjutnya membuat pertanyaan-pertanyaan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada dengan menggunakan metode 5W + 1H yang dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Metode 5W+1H Permasalahan Kerusakan Mesin AHU

<b>Faktor</b>	<i>What</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>	<i>where</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>
<b>MESIN</b>	Tidak menghasilkan udara dingin	Mesin AHU beroperasi	Tim <i>Maintenance</i>	Ruang mesin AHU	Filter udara tersumbat	Rutn membersihkan filter udara
	<i>Ass puly</i> kipas blower rusak	Mesin AHU beroperasi	Manajemen	Ruang mesin AHU	<i>Ass puly</i> tidak tahan terhdap panas	Mengganti <i>ass puly</i> yang tahan terhadap panas putaran blower mesin AHU
	Kipas blower macet	Mesin AHU beroperasi	Tim <i>Maintenance</i>	Ruang mesin AHU	Pelumas kering	Rutin mengganti pelumas mesin blower
<b>MANUSIA</b>	Operator kurang skill	Perawatan mesin AHU	Tim <i>Maintenance</i>	Ruang mesin AHU	Tidak diberikan pelatihan	Memberikan pelatihan
<b>METODE</b>	Lamanya waktu perbaikan	Mesin AHU beroperasi	Tim <i>Maintenance</i> dan manajemen	Ruang mesin AHU	Perbaikan dan penggantian part	Memperbaiki sistem pengadaan <i>part</i> mesin AHU
	AHU dioperasikan secara terus menerus	Mesin AHU beroperasi	Tim <i>Maintenance</i>	Ruang mesin AHU	Pengoperasian AHU tidak standar	Memperbaiki sistem pengoperasian mesin AHU

Sumber: Hasil Pengolahan Data

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis mengenai nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin AHU di PT Matra Olah Cipta, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat performa mesin AHU pada tahun 2014 adalah 67,93% dengan nilai *availability ratio* yaitu 94,59%, nilai *performance efficiency* yaitu 71,94% dan nilai *rate of quality product* yaitu 100%.
2. Permasalahan yang terjadi pada mesin AHU yang mempengaruhi rendahnya performa mesin AHU (rendahnya nilai *OEE*) hasil dari analisis *six big losses* yaitu *reduce speed loss* sebesar 3,1987 menit atau 75,43%. *Reduced speed loss* pada mesin AHU terjadi akibat dari adanya *downtime* (kerusakan mesin AHU) *blower* rusak. Hasil analisis *fishbone* diketahui penyebabnya yaitu operator yang kurang pelatihan, pelumas kipas *blower* kering, kurangnya kontrol terhadap mesin, mesin AHU dioperasikan secara terus menerus, lamanya waktu pengadaan *part* mesin, kondisi ruangan mesin AHU panas.
3. Penyelesaian masalah *downtime blower* rusak mesin AHU hasil dari analisa 5W + 1H yaitu rutin mengganti pelumas pada *blower*, melakukan pengecekan secara berkala, memberikan pelatihan kepada operator, memperbaiki sistem pengadaan *part* mesin AHU, mengevaluasi pengoperasian mesin AHU dan memperbaiki dan merenovasi sistem sirkulasi ruangan mesin AHU.

#### 6.2 Saran

Setelah dilakukan analisis terhadap nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) mesin AHU di PT Matra Olah Cipta, maka ada beberapa saran yang dapat diambil untuk dijadikan suatu masukan bagi perusahaan dan menjadi bahan pengembangan untuk memperbaiki sistem distribusi yang lebih baik lagi di perusahaan sehingga dapat meningkatkan performa (OEE) mesin AHU. Saran yang diberikan, yaitu:

1. Perusahaan agar mengevaluasi sistem pengoperasian mesin AHU meninjau dari *Performance Efficiency* mesin AHU jauh di bawah standar JIPM.

2. Perusahaan harus mengkaji ulang sistem produksi yang berjalan, meninjau dari permasalahan yang ada pada saat ini agar dapat meningkatkan performa mesin AHU.
3. Perusahaan agar mengevaluasi setiap masalah, agar dapat memilih penyelesaian masalah yang dilakukan terlebih dahulu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, Dorothea Wahyu. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*, Edisi Pertama, ANDI, Yogyakarta.
- Assauri, S. 2008. *Manajemen Produksi dan Operasi, edisi revisi*. Jakarta: Lembaga Penerbit FE UI.
- Borris, Steven. 2006. *Total Productive Maintenance*. United State of American: McGraw-Hill.
- Corder, Antony. 1996. *Teknik Manajemen Pemeliharaan*. Jakarta: Erlangga.
- Denso. 2006. *Introduction to total productive maintenance: Study guide*. Denso.
- Dhillon, B.S. 2002. *Engineering Maintenance A Modern Approach*. CRC Press LLC. United States. Amerika
- Ebeling, E. Charles. 2003. *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. Boston: McGraw-Hill.
- Gaspersz, Vincent. 2001. *Total Quality Management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Nadca. 2007. *Introduction Die Casting Machine*, North American: Arlington Heigh.
- Nakajima, S. 1988. *Introduction to Total Productive Maintenance. United State of American: Productivity Press Inc, Cambridge*.
- Patrick D. T. O'Connor and Andre Kleyner. 2012. *Practical Reliability Engineering*. United State of American: *Fifth Edition*, Wiley.
- Scodanibbio, Carlo. 2009. *How to calculate Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. United State of American: wcp.
- Suharto. 1991. *Manajemen Perawatan Mesin*. PT Rineka Cipta. Jakarta.