

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Sistem Manajemen Pemeliharaan**

Pintalon dan Golders (1992) dalam Oktaria (2011) menyatakan dalam upaya mendukung produksi, fungsi pemeliharaan harus mampu memastikan ketersediaan peralatan untuk menghasilkan produk pada tingkat kuantitas dan kualitas yang dibutuhkan, dukungan ini juga harus dilakukan secara aman dengan biaya yang efektif. Menurut Oktaria (2011) Maintenance Engineering Society of Australia (MESA) menjabarkan perspektif yang lebih luas dari pemeliharaan dan mendefinisikan fungsi pemeliharaan sebagai: “rekayasa keputusan dan tindakan terkait yang diperlukan dan cukup untuk mengoptimalkan kemampuan khusus”. "Kemampuan" dalam definisi ini adalah kemampuan untuk melakukan tindakan tertentu dalam berbagai tingkat kinerja.

Karakteristik kemampuan meliputi fungsi, kapasitas, kecepatan, kualitas, dan respon. Ruang lingkup manajemen pemeliharaan mencakup setiap tahap dalam siklus hidup sistem teknis (pabrik, mesin, peralatan dan fasilitas), spesifikasi, akuisisi, perencanaan, operasi, evaluasi kinerja, perbaikan, dan pembuangan. Dalam konteks yang lebih luas, fungsi pemeliharaan juga dikenal sebagai manajemen aset fisik. Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan pada suatu pabrik dapat dibedakan atas dua jenis, yaitu *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance* Heizer dan Render (2009) dalam Oktaria (2011).

##### **2.1.1 Preventive Maintenance**

Heizer dan Render (2009) dalam Oktaria (2011) *Preventive Maintenance* adalah “A plan that involves routine inspections, servicing, and keeping facilities in good repair to prevent failure”. Artinya: *Preventive Maintenance* adalah sebuah perencanaan yang memerlukan inspeksi rutin, pemeliharaan dan menjaga agar fasilitas dalam keadaan sehingga tidak terjadi kerusakan dimasa yang akan datang.

Prawiro sentono (2001) dalam Oktaria (2011) menyatakan *Preventive Maintenance* adalah Perawatan yang dilaksanakan dalam periode waktu yang tetap atau dengan kriteria tertentu pada berbagai tahap produksi. Tujuannya agar produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana, baik mutu, biaya, maupun ketepatan waktunya. Tampubolon (2004) dalam Oktaria (2011) menyatakan *Preventive Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan atau perawatan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak terduga, yang menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Jadi dari beberapa pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa kegiatan pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) merupakan kegiatan kerusakan pada saat proses produksi.

Sehingga setiap fasilitas yang mendapatkan pemeliharaan pencegahan (*Preventive Maintenance*) akan terjamin kelancaran kerjanya karena selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat.

### **2.1.2 Breakdown Maintenance**

*Breakdown Maintenance* adalah “*Remedial maintenance that occurs when equipment fails and must be repaired o an emergency or priority basis*”. Artinya: Pemeliharaan ulang yang terjadi akibat peralatan yang rusak dan harus segera diperbaiki karena keadaan darurat atau karena merupakan sebuah prioritas utama (Heizer dan Render, 2009). Pemeliharaan Korektif (*Breakdown Maintenance*). Prawiro sentono (2001) dalam Oktaria (2011) menyatakan perawatan yang dilaksanakan karena adanya hasil produk setengah jadi maupun barang jadi tidak sesuai dengan rencana, baik mutu, biaya, maupun ketepatan waktunya. Tampubolon (2004) dalam Oktaria (2011) menyatakan Pemeliharaan korektif (*Breakdown Maintenance*) adalah Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan setelah terjadi kerusakan atau terjadi karena kelainan yang terjadi pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

Dari berbagai pendapat diatas dapat disimpulkan, bahwa pemeliharaan korektif (*Breakdown Maintenance*) merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan apabila peralatan atau fasilitas produksi mengalami kerusakan atau hasil produk tidak sesuai dengan rencana.

Sekilas dapat dilihat bahwa kegiatan *Corrective Maintenance* jauh lebih murah biayanya dibandingkan dengan mengadakan *Preventive maintenance*. Hal ini karena pemeliharaan korektif (*Breakdown Maintenance*) dilakukan apabila terjadi kerusakan pada fasilitas ataupun peralatan produksi. Tetapi apabila kerusakan terjadi pada fasilitas atau peralatan selama proses produksi berlangsung, maka akibat dari kebijaksanaan pencegahan (*Preventive Maintenance*).

Sehingga dalam hal ini perusahaan perlu mempertimbangkan tentang kebijakan yang dilakukan dalam perawatan fasilitas atau peralatannya sehingga efisiensi dalam perawatan dapat terpenuhi. Assauri (2004) dalam Oktaria (2011) menyatakan maksud dari pemeliharaan korektif (*Breakdown maintenance*) adalah: “Agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga proses produksi dapat berjalan kembali dengan lancar”. Pemeliharaan korektif dimaksud agar kerusakan yang terjadi akibat tidak terpeliharanya peralatan maupun terpeliharanya peralatan namun dari peralatan tersebut yang sudah tua, dapat ditanggulangi sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar kembali.

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

Nakajima (1988) dalam Nachnul (2013) menyatakan *Preventive maintenance* dikenal pada tahun 1950-an, yang kemudian berkembang seiring dengan perkembangan teknologi yang ada dan pada tahun 1960-an muncul dengan dengan apa yang disebut *productive maintenance*. Total *productive maintenance* (TPM) mulai dikembangkan pada tahun 1970-n pada perusahaan dinegara jepang yang merupakan pengembang konsep *maintenance* yang

diterapkan pada perusahaan industri manufaktur Amerika Serikat yang disebut *preventive maintenance*.

*Total Productive Maintenance* (TPM) adalah suatu konsep program tentang pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja melalui aktivitas grup kecil. Meliputi beberapa hal seperti komitmen total terhadap program oleh kalangan manajer puncak, pemberian waktu yang luas kepada pekerja untuk melakukan tindakan korektif dan *downtime* (waktu nganggur) untuk pemeliharaan dijadwalkan sebagai bagian dari proses produksi sehari-hari dan bahkan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari proses produksi tersebut.

Sedangkan menurut Roberts (1997) dalam Nachnul (2013) mengatakan bahwa TPM adalah suatu program pemeliharaan yang melibatkan suatu gambaran konsep untuk pemeliharaan peralatan dan pabrik dengan tujuan untuk meningkatkan kepuasan kerja dan moral karyawan.

Secara menyeluruh definisi dari total productive maintenance mencakup lima elemen yaitu sebagai berikut :

1. TPM bertujuan untuk menciptakan suatu sistem preventive maintenance (PM) untuk memperpanjang umur penggunaan mesin/peralatan
2. TPM bertujuan untuk memaksimalkan efektifitas mesin/peralatan secara keseluruhan (overall effectiveness).
3. TPM dapat diterapkan pada berbagai departemen (seperti engineering, bagian produksi, bagian maintenance)
4. TPM melibatkan semua orang mulai dari tingkatan manajemen tertinggi hingga para karyawan/operator rantai produksi.
5. TPM merupakan pengembangan dari sistem maintenance berdasarkan PM melalui manajemen motivasi

### **2.2.1 Tahap Implementasi TPM**

Terdapat 12 tahapan dalam mengimplementasikan TPM , Nakajima (1988) dalam Nachnul (2013) :

1. Tahap Persiapan
  - a. Top management mengumumkan keputusan untuk memperkenalkan TPM
  - b. Mengadakan pembelajaran dalam rangka pengenalan TPM
  - c. Membentuk organisasi untuk mengembangkan TPM
  - d. Menetapkan kebijakan dan tujuan dasar TPM
  - e. Membuat jadwal induk untuk lebih mengembangkan TPM
2. Tahap Implementasi Persiapan
  - a. Mulai memegang erat TPM
3. Tahap Implementasi TPM
  - a. Meningkatkan efektivitas masing-masing peralatan/mesin
  - b. Melaksanakan program pemeliharaan otonomi
  - c. Melakukan pemeliharaan yang dijadwalkan departemen pemeliharaan
  - d. Mengadakan pelatihan dan keterampilan perusahaan
  - e. Membangun terlebih dahulu program manajemen perusahaan
4. Tahap Pemantapan
  - a. Menyempurnakan implementasi TPM yang sudah ada dan menaikkan level TPM

### **2.2.2 Autonomous maintenance (Pemeliharaan Mandiri)**

Nakajima (1988) dalam Nachnul (2013) menyatakan Pengertian *Autonomous maintenance* adalah Pemeliharaan otonomi yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Pemeliharaan otonomi dirancang untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut meliputi pembersihan, pelumasan, pengencangan mur / baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan dan reparasi sederhana.

Tujuh langkah kegiatan yang terdapat dalam autonomous maintenance Nakajima (1988) dalam Nachnul (2013) adalah :

1. Membersihkan dan memeriksa (clean and inspect)

2. Membuat standar pembersihan dan pelumasan
3. Menghilangkan sumber masalah dan area yang tidak terjangkau (eliminate problem and inaccessible area)
4. Melaksanakan pemeliharaan mandiri (conduct autonomous maintenance)
5. Melaksanakan pemeliharaan menyeluruh (conduct general inspection)
6. Pemeliharaan mandiri secara penuh (fully autonomous maintenance)
7. Pengorganisasian dan kerapian (organization and tidiness)

### 2.2.3 Unsur-unsur dalam TPM

TPM telah dilukiskan sebagai satu strategi pabrikasi yang berisikan dari langkah berikut (Nakajima, 1988) dalam Nachnul (2013) :

1. Memaksimalkan efektivitas alat-alat perlengkapan melalui optimasi dari availabilitas alat-alat perlengkapan, kinerja, efisiensi mutu dan produk.
2. Menciptakan strategi pemeliharaan pencegahan untuk jalan kehidupan dari seluruh alat-alat perlengkapan.
3. Meliputi semua departemen seperti perencanaan, operator dan departemen pemeliharaan.
4. Melibatkan semua anggota yang terorganisir dari mulai manajemen teratas sampai kelantai pekerja.
5. Meningkatkan pemeliharaan melalui otonomi aktivitas grup kecil.

Kata “Total” pada “*Total Productive Maintenance*” mempunyai tiga arti yang mendeskripsikan fitur terpenting dalam TPM berkaitan dengan lima unsur TPM di atas :

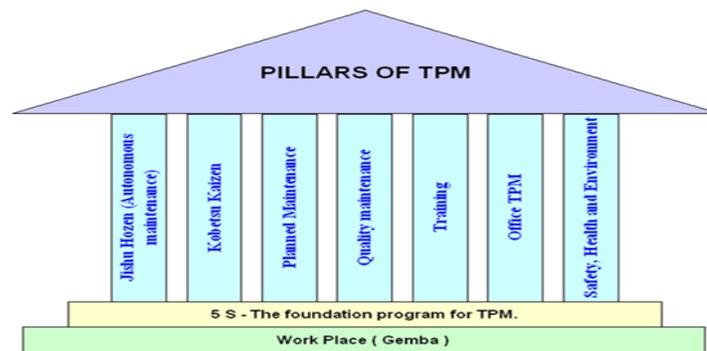
1. Efektivitas total pencapaian tujuan pada efisiensi ekonomi atau profitabilitas.
2. Sistem pemeliharaan total meliputi *Maintenance Prevention* (MP) dan *Maintainability Improvement* (MI) seperti halnya Preventive Maintenance.

- Keikutsertaan total semua karyawan meliputi pemeliharaan otonomi oleh operator melalui aktivitas grup kecil.

#### 2.2.4 Motto 5-S dalam TPM

Didalam pemeliharaan terdapat dua kegiatan mendasar, yaitu pembersihan dan pemeriksaan. Dimana pelaksanaan kedua aktivitas tersebut harus didasari motto “5-S” (Nakajima, 1988) dalam Nachnul (2013), antara lain yaitu:

- Seiri (clearing up) :Kegiatan memisah-misah yang benar-benar diperlukan dan menyingkirkan benda-benda yang tidak diperlukan dari tempat kerja.
- Seiton (organazing) : Menempatkan benda-benda yang diperlukan dengan rapid an selalu siap pada saat diperlukan.
- Seiso (cleaning) : Membersikan peralatan dan tempat kerja sehingga kondisi ditempat kerja selalu bersih.
- Seikatsu (standarizing) : Membuat standar kebersihan, pelumasan dan inspeksi dalam suatu pengendalian.
- Shitsuke (training and discipline) : Meningkatkan skill dan moral kebiasaan pribadi karyawan.



Gambar 2.1 Sembilan Pilar Pendekatan Untuk Implementasi TPM

Sumber : Nakajima (1988) dalam Nachnul (2013)

#### 2.2.5 Manfaat dari Total Productive Maintenance (TPM)

Manfaat dari studi aplikasi TPM secara sistematis dalam rencana kerja jangka panjang pada perusahaan khususnya menyangkut faktor-faktor berikut :

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

### **2.3 Analisa Produktivitas : Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)**

Menurut Nakajima (1988) dalam Nachnul (2013) menyatakan kegiatan dan tindakan-tindakan yang dilakukan dalam TPM tidak hanya berfokus pada pencegahan terjadinya kerusakan pada mesin/peralatan dan meminimalkan downtime mesin/peralatan. Akan tetapi banyak faktor yang dapat menyebabkan kerugian akibat rendahnya efisiensi mesin/peralatan saja. Rendahnya produktivitas mesin/peralatan yang menimbulkan kerugian bagi perusahaan sering diakibatkan oleh penggunaan mesin/peralatan yang tidak efektif dan efisien terdapat enam faktor yang disebut enam kerugian besar (*six big losses*). Efisiensi adalah ukuran yang menunjukkan bagaimana sebaiknya sumber-sumber daya digunakan dalam proses produksi untuk menghasilkan output. Efisiensi merupakan karakteristik proses mengukur performansi aktual dari sumber daya relatif terhadap standar yang ditetapkan. Sedangkan efektivitas merupakan karakteristik lain dari proses mengukur derajat pencapaian output dari sistem produksi.

Efektivitas diukur dari aktual output rasio terhadap output direncanakan. Dalam era persaingan bebas saat ini pengukuran sistem produksi yang hanya mengacu pada kuantitas output semata akan dapat menyesatkan, karena

pengukuran ini tidak memperhatikan karakteristik utama dari proses yaitu : kapasitas, efisiensi dan efektivitas.

Menggunakan mesin/peralatan seefisien mungkin artinya adalah memaksimalkan fungsi dari kinerja mesin/peralatan produksi dengan tepat guna dan berdaya guna. Untuk dapat meningkatkan produktivitas mesin/peralatan yang digunakan maka perlu dilakukan analisis produktivitas dan efisiensi mesin/peralatan pada *six big losses*. Adapun enam kerugian besar (*six big losses*) tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Equipment failur/ Breakdowns* (Kerugian karena kerusakan peralatan)

Kerusakan mesin/peralatan (*equipment failur breakdowns*) akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan akibat berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat produk yang dihasilkan cacat.

2. *Set-up and Adjustment Losses* (Kerugian karena pemasangan dan penyetelan)

Kerugian karena set-up dan adjustment adalah semua waktu *set-up* termasuk waktu penyesuaian (*adjustment*) dan juga waktu yang dibutuhkan untuk kegiatan-kegiatan mengganti suatu jenis produk ke jenis produk berikutnya untuk produksi selanjutnya. Dengan kata lain total yang dibutuhkan mesin tidak berproduksi guna mengganti peralatan (*dies*) bagi jenis produk berikutnya sampai dihasilkan produk yang sesuai untuk proses selanjutnya.

3. *Idling and minor stoppages Losses* (Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat)

Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan mesin/peralatan berhenti berulang-ulang atau mesin/peralatan beroperasi tanpa menghasilkan produk.

4. *Reduced Speed Losses* (Kerugian karena penurunan kecepatan operasi)

Menurunnya kecepatan produksi timbul jika kecepatan operasi aktual lebih kecil dari kecepatan mesin yang telah dirancang beroperasi

dalam kecepatan normal. Menurunnya kecepatan produksi antarlain disebabkan oleh :

- a. Kecepatan mesin yang dirancang tidak dapat dicapai karena berubahnya jenis produk atau material yang tidak sesuai dengan mesin/peralatan yang digunakan
- b. Kecepatan produksi mesin/peralatan menurun akibat operator tidak mengetahui berapa kecepatan normal mesin/peralatan sesungguhnya.
- c. Kecepatan produksi sengaja dikurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin/peralatan dan kualitas produk yang dihasilkan jika diproduksi pada kecepatan produksi yang lebih tinggi.

5. *Process Defect Losses* (Kerugian karena produk cacat maupun karenakerja produk diproses ulang)

Produk cacat yang dihasilkan akan mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkat dan biaya untuk pengerjaan ulang. Kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja dan yang waktu yang dibutuhkan untuk mengolah dan mengerjakan kembali ataupun memperbaiki cacat produk cuma sedikit akan tetapi kondisi seperti ini bisa menimbulkan masalah yang semakin besar.

6. *Reduced Yielded Losses* ( Kerugian pada awal waktu produksi hinggamencapai kondisi produksi yang stabil)

*Reduced yielded losses* adalah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang telah diharapkan. Kerugian yang timbul tergantung pada faktor-faktor seperti keadaan operasi yang tidak stabil, tidak tepatnya penanganan dan pemasangan mesin/peralatan atau cetakan (*dies*) ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dilakukan.

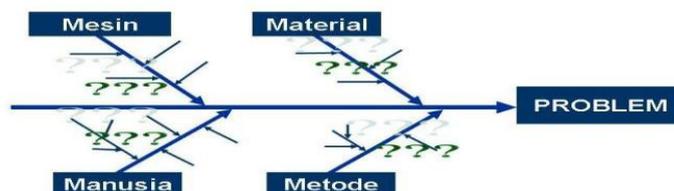
#### 2.4. Diagram Sebab Akibat (Cause and Effect Diagram)

Ishikawa (1943) dalam Oktaria (2013) Diagram Sebab Akibat menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah. Diagram tersebut memang digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan. Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Penyebab masalah inipun berasal dari berbagai sumber misalnya, metode kerja, bahan, pengukuran, karyawan, lingkungan dan seterusnya. Dari sumber-sumber penyebab diatas dapat diturunkan menjadi beberapa sumber yang lebih kecil dan mendetail, misalnya dari metode kerja dapat diturunkan menjadi pelatihan, pengetahuan kemampuan, karakteristik fisik dan sebagainya. Untuk mencari berbagai penyebab tersebut dapat digunakan dari seluruh personil yang terlibat dalam proses yang sedang dianalisa.

Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja maka, ada lima faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan, yaitu :

- a. Manusia (*man*)
- b. Metode kerja (*work method*)
- c. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*machine/equipment*)
- d. Bahan baku (*raw material*)
- e. Lingkungan kerja (*work environment*)

Gambar diagram sebab-akibat (*cause and effect diagram*) seperti yang ada dibawah ini :



Gambar 2.2 Diagram Tulang Ikan

Sumber :Ishikawa (1943) dalam Oktaria (2013)

Dari gambar diatas seperti nampak tulang ikan sehingga sering disebut dengan diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*). Manfaat diagram sebab akibat antara lain:

1. Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam menggunakan sumber daya dan dapat mengurangi biaya.
2. Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk atau jasa dan keluhan pelanggan.
3. Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.
4. Dapat memberikan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan.

Selain digunakan untuk mencari penyebab utama suatu masalah. Diagram sebab akibat juga dapat digunakan untuk mencari penyebab minor yang merupakan bagian dari penyebab utamanya.

Penerapan diagram sebab akibat lain misalnya dalam menghitung banyaknya penyebab kesalahan yang mengakibatkan terjadinya suatu masalah, menganalisa penyebaran pada masing-masing penyebab masalah, dan menganalisa proses. Untuk menghitung penyebab kesalahan dilakukan dengan mencari akibat terbesar dari suatu masalah.

## **2.5 Pengertian Eektivitas dan Efisiensi**

### **2.5.1 Eektivitas**

Simanjuntak (2011) dalam Iman (2012) Eektivitas terkait dengan hubungan hasil yang diharapkan sesungguhnya dicapai dengan hubungan antara output dan tujuan semakin besar kontribusi output terhadap pencapaian tujuan. Maka semakin sukses organisasi atau perusahaan dinilai efektif apabila output yang dihasilkan bisa memenuhi tujuan yang diharapkan.

Karena output yang dihasilkan suatu organisasi atau perusahaan lebih banyak bersifat output tidak berwujud (*intangible*) yang tidak mudah dikuantifikasi maka pengukuran efektivitas tersebut adalah karena pencapaian hasil (*outcome*) sering tidak bias diketahui dalam jangka pendek, sehingga ukuran efektivitas biasanya dinyatakan secara kualitatif dalam bentuk pernyataan saja (*judgment*).

### **2.5.2 Efisiensi**

Efisiensi terkait dengan hubungan antara output berupa barang atau pelayanan yang dihasilkan dengan sumber daya yang digunakan untuk menghasilkan produk tersebut. Secara matematis efisiensi merupakan perbandingan antara output dengan input. Suatu perusahaan atau organisasi dinyatakan efisien apabila mampu menghasilkan output tertentu dengan input serendah-rendahnya atau dengan input tertentu menghasilkan output sebesar-besarnya.

Konsep efisiensi juga merupakan konsep yang bersifat relative. Konsep efisiensi juga terkait dengan produktivitas yang dimana perbandingan antara input dan output.

## **2.6. Overall Equipment Effectiveness**

Usaha perbaikan pada industri manufaktur, dilihat dari segi peralatan, adalah dengan meningkatkan utilitas peralatan yang ada seoptimal mungkin dan memperpanjang umur ekonomisnya. Nakajima(1988) dalam Oktaria (2011) menyatakan Utilisasi dari peralatan pada rata – rata industri manufaktur adalah sekitar setengah dari kemampuan mesin yang sesungguhnya. Pada praktiknya, seringkali usaha perbaikan yang dilakukan tersebut hanya pemborosan, karena tidak menyentuh akar permasalahan yang sesungguhnya.

Jonsson dan Lesshammar (1999) dalam Oktaria (2011) menyatakan Hal ini disebabkan tim tidak mendapatkan dengan jelas akar permasalahan yang terjadi dan faktor-faktor penyebabnya, sehingga dalam upaya mengatasi masalah ini tim tidak efektif dalam mengatasinya.

Untuk itu diperlukan suatu metode yang mampu mengungkapkan permasalahan dengan jelas agar dapat dilakukan peningkatan terhadap kinerja

mesin dan peralatan secara optimal. Nakajima (1988) dalam Oktaria (2011) menyatakan terdapat enam kerugian peralatan yang menyebabkan rendahnya kinerja dari mesin dan peralatan. keenam kerugian tersebut dikenal dengan istilah *Six Big Losses* yang digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu:

a) Ketersediaan waktu, terdiri dari:

1. Kerusakan (*breakdown losses*), yaitu kerugian yang disebabkan adanya kerusakan mesin dan peralatan yang memerlukan suatu perbaikan. Kerugian ini sebagai contoh, terdiri dari waktu rehat (*downtime*) yang dialami pekerja dan waktu perbaikan dari mesin dan peralatan tersebut.
2. Pengaturan dan penyesuaian (*setup and adjustment losses*) disebabkan adanya perubahan kondisi operasi, seperti kegiatan menyalakan mesin (*startup*) dan penyesuaian bagian kerja (*shift*). Kerugian ini sebagai contoh, terdiri dari waktu rehat (*downtime*) dan pengaturan mesin (*setup*).

Nakajima (1988) dalam Oktaria (2011) menyatakan bahwa ketersediaan waktu merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin dan peralatan. Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur rasio ketersediaan waktu adalah:

$$Availability = \frac{operation\ time}{loading\ time} \times 100\% \quad Availability = \frac{loading\ time - downtime}{loading\ time} \times 100\%$$

Gambar 2.3 Rumus *Availability*

Sumber : Nakajima (1988) dalam Oktaria (2011)

b) Kinerja mesin, terdiri dari:

1. Berhenti sejenak (*small stops*), disebabkan oleh kejadian-kejadian seperti pemberhentian mesin sejenak, kemacetan mesin, dan waktu menganggur (*idle time*) dari mesin. Pada kenyataannya, kerugian ini tidak dapat dideteksi secara langsung tanpa adanya alat pelacak, dan ketika operator tidak dapat memperbaikinya dalam waktu yang telah ditentukan, dapat dianggap sebagai kerusakan.

2. Kehilangan kecepatan (*speed losses*), yaitu kerugian karena mesin tidak bekerja secara optimal sesuai dengan teoritisnya.

Pada kecepatan yang lebih tinggi, secara teoritis akan terjadi penurunan kualitas produk (*quality losses*).

Kinerja mesin merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan dari mesin dan peralatan dalam menghasilkan produk. Rasio ini merupakan hasil dari rata – rata kecepatan mesin saat beroperasi (*operating speed rate*) dan rata – rata kecepatan waktu produksi (*net operating rate*).

Rata – rata kecepatan mesin saat beroperasi mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal berdasarkan desain mesin atau peralatan dan kecepatan operasi aktual, sedangkan rata – rata kecepatan waktu produksi mengukur pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu. Dengan kata lain, ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama mesin atau peralatan beroperasi pada kecepatan rendah. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

$$\text{Performance efficiency} = \frac{\text{processed amount} \times \text{ideal cycletime}}{\text{operating time}}$$

Gambar 2.4 Rumus *Performance Efficiency*

Sumber : Nakajima (1988) dalam Oktaria (2011)

- c) Kualitas produk, terdiri dari:

1. Kecacatan produksi (*quality defect*) dan daur ulang (*rework losses*) yaitu kerugian karena produk tidak berada di dalam batas spesifikasi atau kecacatan produksi yang terjadi pada operasi normal. Produk seperti ini harus dibuang atau diproduksi ulang. Kerugian ini meliputi biaya tenaga kerja untuk melakukan daur ulang dan biaya material yang terbuang.
2. Kerugian nisbah (*yield losses*), disebabkan material yang tidak terpakai atau sampah bahan baku. Kerugian nisbah dibagi menjadi dua bagian, Pertama berupa sampah bahan baku yang disebabkan kesalahan desain, metode manufaktur, dan peralatan yang mengalami gangguan.

Kedua adalah kerusakan produksi yang disebabkan oleh adanya pengaturan presisi (*adjusting*) dan juga pada saat mesin melakukan pemanasan sebelum pada kondisi kerja yang stabil sehingga banyak terjadi kegagalan (*reject*).

Kualitas produk merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar mutu. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah:

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

Gambar 2.5 Rumus Rate of Quality Products

Sumber : Nakajima (1988) dalam Oktaria (2011)

Berdasarkan keseluruhan data diatas dapat diperoleh perhitungan nilai *Overall Equipment Effectiveness* sebagai berikut:

$$OEE = \text{Availability} \times \text{Performance efficiency} \times \text{Rate of quality product} \times 100\%$$

Gambar 2.6 Rumus *Overall Equipment Effectiveness*

Sumber : Nakajima (1988) dalam Oktaria (2011)

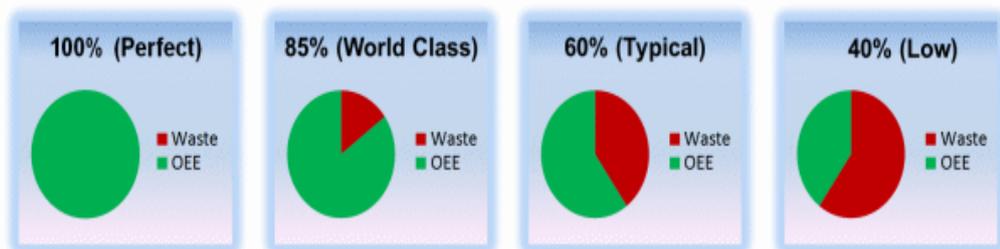
Dal (2000) dalam Oktaria (2011) menyatakan nilai *Overall Equipment Effectiveness* dari mesin dan peralatan dalam kondisi ideal yang merupakan standar dari perusahaan kelas dunia adalah 85% dengan komposisi nilai ketiga rasio sebagai berikut:

- Ketersediaan waktu 90% atau lebih.
- Kinerja mesin 95% atau lebih.
- Kualitas produk 99% atau lebih.

Sedangkan menurut *Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)* telah menetapkan *Overall Equipment Effectiveness* sebagai Berikut :

- Jika *Overall Equipment Effectiveness* = 100%, produksi dianggap sempurna: hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam performance yang cepat, dan tidak ada *downtime*.

- Jika *Overall Equipment Effectiveness* = 85%, produksi dianggap kelas dunia. Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan goal jangka panjang.
- Jika *Overall Equipment Effectiveness* = 60%, produksi dianggap wajar, tapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk *improvement*.
- Jika *Overall Equipment Effectiveness* = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tapi dalam kebanyakan kasus dapat dengan mudah di-improve melalui pengukuran langsung (misalnya dengan menelusuri alasan-alasan *downtime* dan menangani sumber-sumber penyebab *downtime* secara satu per satu).



Gambar 2.7 Level *Overall Equipment Effectiveness*  
(*Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM)*)

Sumber : Dal (2000) dalam Oktaria (2011)

#### 2.4. Reverensi Penelitian Sebelumnya

- A. Susanti Oktaria” Perhitungan dan Analisa Nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* Pada Proses Awal Pengolahan Kelapa Sawit (Studi Kasus : PT. X):

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian tersebut adalah :

*Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah salah satu alat untuk menentukan tingkat keefektifan pemanfaatan peralatan. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* dikenal sebagai salah satu aplikasi program dari *Total Productive Maintenance (TPM)*.

Penelitian ini mengukur nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* satu lini produksi dari pengolahan minyak kelapa sawit di PT. X dalam satu periode, dilanjutkan dengan menganalisa nilai dengan menggunakan analisa pareto dari hasil yang diperoleh oleh akar penyebab *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* tersebut. Nilai yang diperoleh adalah 46,99%, yang jauh di bawah dari standar, standar *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* > 84%, selanjutnya faktor yang sangat mempengaruhi nilai *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* adalah nilai performance yaitu 55,06%. Penelitian ini menemukan bahwa speed losses salah satu permasalahan yang sebenarnya, yaitu nilai idle and minor stoppage yaitu 16,60% dan kerugian ini terjadi karena beberapa alasan seperti menunggu untuk bahan untuk diproses dan tidak adanya operator, sehingga tindakan yang disarankan adalah untuk memperkuat pengawasan karyawan, terutama operator mesin.

B. Irmawati Ulfah (0806367172) “ Impelementasi Total Produktive Maintenance (Setudi Kasus PT. X):

Kesimpulan yang dapat di ambil dari penelitian tersebut adalah :  
 Dengan penerapan Total productive meaintenance menggunakan metode OEE dalam usaha peningkatan efisiensi produksi pada PT. Perkebunan Nusantara III Gunung Para maka dapat diambil kesimpulan, yaitu :

1. Equipment failures yang terjadi selama periode Februari 2008 – Januari 2009 telah menyebabkan hilangnya keefektivitasan penggunaan mesin/peralatan di mesin dryer twind, diamana persentase terbesar breakdown loss terjadi pada bulan Juli 2008 sebesar 3,01%, ini diakibatkan kerusakan yang terjadi pada mesin dryer twind sehingga menyebabkan shut down.
2. Setup and adjustment loss mesin/peralatan juga mempengaruhi keefektivitasan penggunaan mesin/peralatan. Selama periode Februari 2008 – Januari

2009 persentase terbesar untuk setup and adjustment terjadi pada bulan November 2008 yaitu sebesar 1,46% dan terendah terjadi pada bulan Maret 2008 sebesar 1,23%, ini dikarenakan tidak adanya standar untuk setup time sehingga menyebabkan kerugian waktu dalam proses produksi.

3. Akibat dari faktor reduced speed loss mesin, total waktu yang hilang selama periode Februari 2008 – Januari 2009 sebesar 9,05 jam dan persentaseterbesar terjadi pada bulan Februari, Maret, Mei, November 2008 dan Januaari 2009 sebesar 0,17%.
4. Persentase masing-masing faktor six big losses yang dominan selama periode Februari 2008 - Januari 2009 pada mesin Dryer Twind adalah :
5. idling dan minor stoppages sebesar 83.59%, nilai ini menunjukkan mesin sering berhenti secara berulang-ulang atau mesin beroperasi tanpa menghasilkan produk, yaitu mengalami kehilangan waktu sebesar 910,33 jam dan diikuti breakdown loss sebesar 18,58%, nilai ini menunjukkan tingginya waktu kerusakan yang dialami mesin yaitu mengalami kehilangan waktu sebesar 81,31 jam.

Berdasarkan hasil perhitungan OEE di mesin dryer twind Selama periode Februari 2008 – Januari 2009 diperoleh nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) berkisar antara 77,15% sampai 82,72%. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan mesin dryer twind dalam mencapai target dan dalam pencapaian efektivitas penggunaan mesin/peralatan belum mencapai kondisi yang ideal ( $\geq 85\%$ ).