

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perawatan**

##### **2.1.1 Sistem Perawatan Dalam Manufaktur**

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

Berbagai entitas yang bisa dikendalikan dalam sistem peralatan seperti; peralatan pergantian komponen, perawatan pengendalian, perawatan total dan bahkan sistem perawatan terkait keandalan operator. Pengelolaan sistem perawatan dilakukan dengan tujuan untuk memberikan jaminan terhadap beroprasinya fasilitas produksi serta berjalan dengan baiknya interaksi manusia mesin dalam proses operasi sebuah produksi. Management sistem perawatan terpadu (*integrated management system*) memiliki peranan yang signifikan terhadap tercapaian visi perusahaan, dimana element perawatan berupa fasilitas (*machine*), penggantian komponen/sparepart (*material*), biaya perawatan (*money*), perencanaan kegiatan perawatan (*method*), eksekutor perawatan (*man*), saling terkait dan berinteraksi dalam kegiatan perawatan di industri. Karena hal tersebut, perlu adanya suatu sistem perawatan yang mampu meminimasi terjadinya kegagalan pada proses produksi.

### 2.1.2 Pengertian Perawatan

Dalam bahasa Indonesia, pemakaian istilah *maintenance* seringkali diterjemahkan sebagai perawatan atau pemeliharaan. Pada buku ajar ini, kita akan menggunakan istilah perawatan atau pemeliharaan sebagai penerjemah istilah *maintenance*. Perawatan atau pemeliharaan (*maintenance*) adalah konsepsi dari semua aktifitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas/mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. Lebih jauh Ebeling (1997) dalam Ansori dan Mustajib (2013) mendefinisikan perawatan sebagai bentuk kegiatan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang mampu mengembalikan item atau mempertahankannya pada kondisi yang selalu dapat berfungsi. Perawatan juga merupakan kegiatan pendukung yang menjamin kelangsungan mesin dan peralatan sehingga pada saat dibutuhkan akan dapat dipakai sesuai dengan yang diharapkan. Sehingga kegiatan perawatan merupakan seluruh rangkaian aktivitas yang dilakukan untuk mempertahankan unit-unit pada kondisi operasional dan aman, dan apabila terjadi kerusakan maka dapat dikendalikan pada kondisi operasional yang handal dan aman.

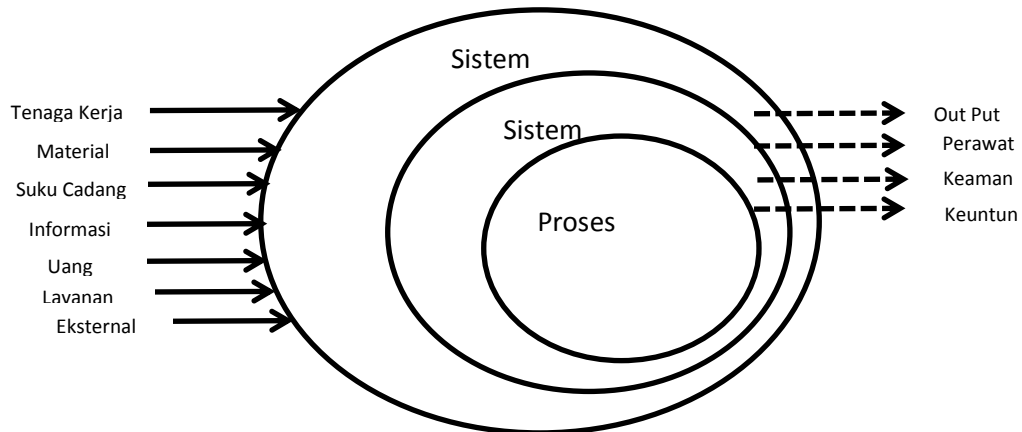
Dalam Ansori dan Mustajib (2013) memodelkan proses perawatan sebagai proses transformasi ringkas dalam sistem perusahaan yang digambarkan dalam model *black box input-output*. Proses pemeliharaan yang dilakukan akan mempengaruhi tingkat ketersediaan (*availability*) fasilitas produksi, laju produksi, kualitas produksi akhir (*end product*), ongkos produksi, dan keselamatan operasi. Faktor-faktor ini selanjutnya akan mempengaruhi tingkat keuntungan (*profitability*) perusahaan. Proses perawatan yang dilakukan tidak saja membantu kelancaran produksi sehingga produk yang dihasilkan tepat waktu diserahkan kepada pelanggan, tetapi juga membantu fasilitas dan peralatan tetap dalam efektif efisien dimana sasarannya adalah mewujudkan nol kerusakan (*zero breakdown*) pada mesin-mesin yang beroperasi.

Dalam menjaga berkesinambungan proses produksi pada fasilitas dan peralatan seringkali dibutuhkan kegiatan pemeliharaan seperti pembersihan (*cleaning*), inspeksi (*inspection*), pelumasan (*oiling*), serta pengadaan suku

cadang (*stock spare part*) dari komponen yang terdapat dalam fasilitas industri. Masalah perawatan mempunyai kaitan erat dengan tindakan pencegahan (*preventive*) dan perbaikan (*corrective*). Tindakan pada problematika perawatan tersebut dapat berupa:

- Pemeriksaan (*inspection*), yaitu tindakan yang ditujukan untuk sistem/mesin agar dapat mengetahui apakah sistem berada pada kondisi yang diinginkan.
- *Service*, yaitu tindakan yang bertujuan untuk menjagasuatu sistem/mesin yang biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian mesin.
- Penggantian komponen (*replacement*), yaitu tindakan penggantian komponen-komponen yang rusak/tidak memenuhi kondisi yang diinginkan. Tindakan ini mungkin dilakukan secara mendadak atau dengan perencanaan pencegahan terlebih dahulu.
- Perbaikan (*repairment*), yaitu tindakan perbaikan yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan kecil.
- *Overhaul*, tindakan besar-besaran yang biasanya dilakukan pada ahir periode tertentu.

Kompleksnya masalah terkait perawatan, seringkali perawatan didekati dengan model matematis yang mempresentasikan permasalahan tersebut. Dengan pendekatan ini dapat diharapkan pengambilan keputusan dalam permasalahan perawatan akan dapat mengurangi proporsi pertimbangan yang subjektif.



Gambar 2.1 Model Input-output untuk proses perawatan dalam sistem produksi dan sitem perusahaan

(Sumber : Ansori dan Mustajib, 2013)

### 2.1.3 Tujuan Perawatan

Proses perawatan secara umum bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan yang memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan. Seperti yang kita deskripsikan pada gambar 2.1 bahwa proses perawatan atau sistem perawatan merupakan sub sistem dari sistem produksi, dimana tujuan sistem produksi tersebut adalah :

- Memaksimalkan profit dari peluang pasar yang tersedia.
- Memperhatikan aspek teknis dan ekonomis pada proses konversi matrial menjadi produk.

Sehingga perawatan dapat membantu tercapainya tujuan tersebut dengan adanya peningkatan profit dan kepuasan pelanggan, hal tersebut dilakukan dengan pendekatan nilai fungsi (*function*) dari fasilitas/peralatan produksi yang ada (Duffuaa et al, 1999) dalam Ansori dan Mustajib (2013) dengan cara :

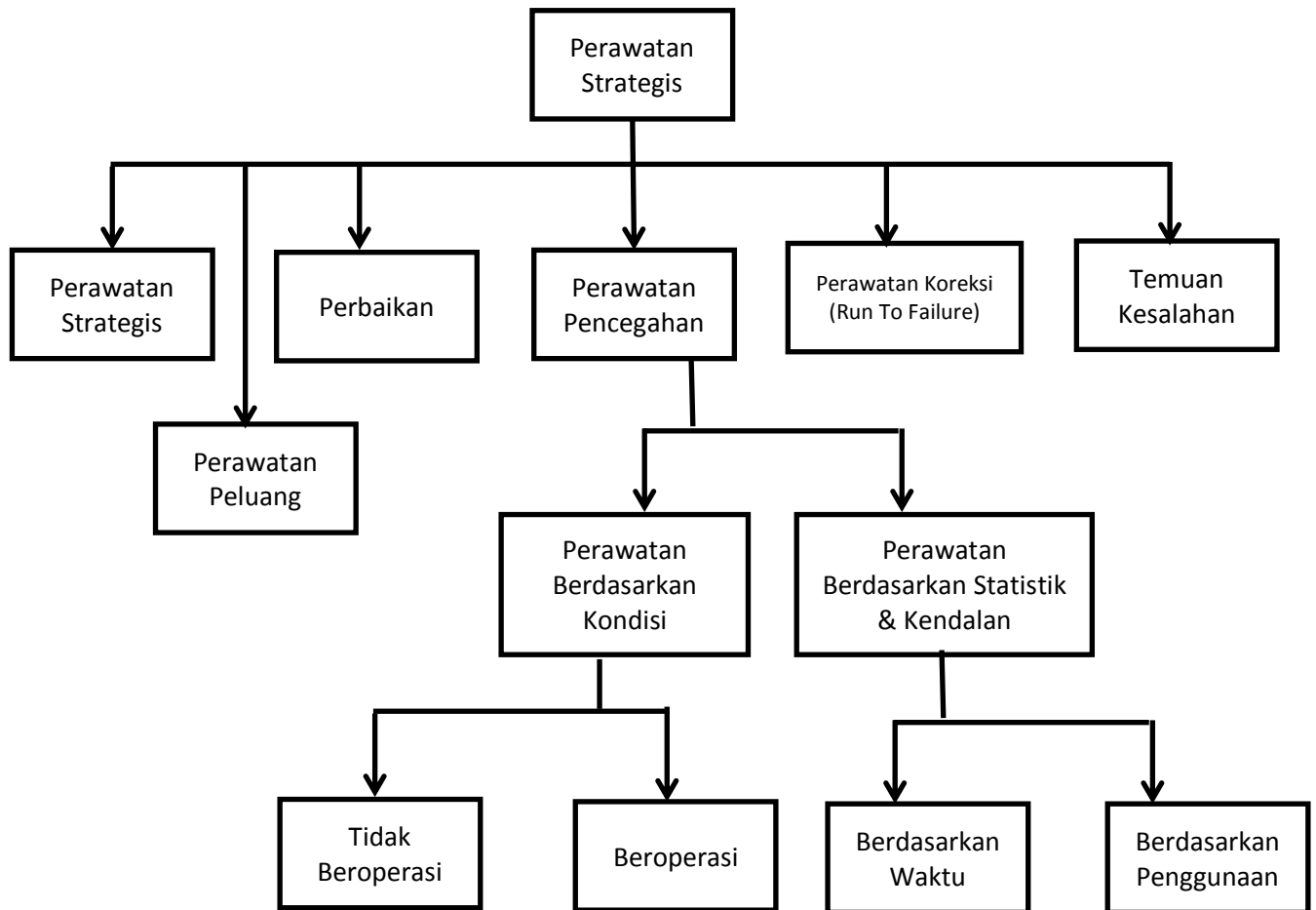
- Meminimasi downtime
- Memperbaiki kualitas
- Meningkatkan produktifitas
- Menyerahkan pesanan tepat waktu

Tujuan utama dilakukan sistem manajemen perawatan lain menurut *Japan Institute of Plan Maintenance dan Consultant TMP India*, secara detail disebutkan sebagai berikut :

- Memperpanjang umur pakai fasilitas produksi.
- Menjamin tingkat ketersediaan optimum dari fasilitas produksi.
- Menjamin kesiapan operasional seluruh fasilitas yang diperlukan untuk pemakaian darurat.
- Menjamin keselamatan operator dan pemakaian fasilitas.
- Mendukung kemampuan mesin dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan fungsi.
- Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
- Mencapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin (*lowest maintenance cost*) dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien.
- Mengadakan kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dalam perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu keuntungan yang sebesar-besarnya dan total biaya yang rendah.

#### **2.1.4 Strategi Perawatan**

Filosofi perawatan untuk fasilitas produksi pada dasarnya adalah menjaga level maksimum konsistensi optimasi produksi dan *availabilitas* tanpa mengesampingkan keselamatan. Untuk mencapai filosofi tersebut digunakan strategi perawatan (*maintenance* strategis). Proses perawatan mesin yang digunakan oleh suatu perusahaan umumnya terbagi dalam dua bagian yaitu perawatan terencana (*planned maintenance*) dan perawatan tidak terencana (*unplanned maintenance*). Pada gambar 2.2 diperhatikan beberapa macam strategi yang dapat digunakan menurut Duffua et al (1999) dalam Ansori dan Mustajib (2013).



Gambar 2.2 Model Input-output untuk proses perawatan dalam sistem produksi dan sistem perusahaan

(Sumber : Ansori dan Mustajib, 2013)

Strategi perawatan akan diuraikan masing-masing sebagaimana tersebut :

### 1. Penggantian (*Replacement*) :

Merupakan penggantian peralatan/komponen untuk melakukan peralatan. Kebijakan penggantian ini dilakukan pada seluruh atau sebagian (part) dari sebuah sistem yang dirasa perlu dilakukan upaya penggantian oleh karena tingkat utilitas mesin atau keandalan fasilitas produksi berada pada kondisi yang kurang baik. Tujuan strategi perawatan penggantian antara lain adalah untuk menjamin fungsinya suatu system sesuai pada keadaan normalnya.

## **2. Perawatan peluang (*Opportunity maintenance*) :**

Perawatan dilakukan ketika terdapat kesempatan, misalnya perawatan pada saat mesin sedang *shut down*. Perawatan peluang dimaksudkan agar tidak terjadi waktu menganggur (*idle*) baik oleh operator maupun petugas perawatan, perawatan bisa dilakukan dengan skala yang paling sederhana seperti pembersihan (*cleaning*) maupun perbaikan fasilitas pada sistem produksi (*repairing*).

## **3. Perbaikan (*Overhaul*) :**

Merupakan pengujian secara menyeluruh dan perbaikan (*restoration*) pada sedikit komponen atau sebagian besar komponen sampai pada kondisi yang dapat diterima. Perawatan perbaikan merupakan jenis perawatan yang terencana dan biasanya proses perawatannya dilakukan secara menyeluruh terhadap sistem, sehingga diharapkan sistem atau sebagian besar sub sistem berada pada kondisi yang handal.

## **4. Perawatan pencegahan (*Preventive maintenance*)**

Merupakan perawatan yang dilakukan secara terencana untuk mencegah terjadinya potensi kerusakan. *Preventive maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang menyebabkan fasilitas produksi menjadi rusak pada saat digunakan dalam produksi. Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh perusahaan dibedakan atas :

### **a. *Routine maintenance***

Yaitu kegiatan pemeliharaan terhadap kondisi dasar mesin dan mengganti suku cadang yang aus atau rusak yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Contoh pembersihan peralatan, pelumasan atau pengecekan oli, pengecekan bahan bakar, pemanasan mesin-mesin sebelum dipakai berproduksi.

### **b. *Periodic maintenance***

Yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu misalnya satu minggu sekali, dengan cara melakukan inspeksi secara berkala dan berusaha memulihkan bagian

mesin yang cacat atau tidak sempurna. Contoh : penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan, pembongkaran mesin untuk penggantian bearing.

*c. Running maintenance*

Merupakan pekerjaan perawatan yang dilakukan pada saat fasilitas produksi dalam keadaan bekerja. Perawatan ini termasuk cara perawatan yang direncanakan untuk diterapkan pada peralatan atau pemesinan dalam keadaan operasi. Biasanya diterapkan pada mesin-mesin yang harus terus menerus beroperasi dalam melayani proses produksi. Kegiatan perawatan dilakukan dengan jalan pengawasan secara aktif (*monitoring*). Diharapkan hasil perbaikan yang telah dilakukan secara tepat dan terencana ini dapat menjamin kondisi operasional tanpa adanya gangguan yang mengakibatkan kerusakan.

*d. Shutdown maintenance*

Merupakan kegiatan yang hanya dapat dilaksanakan pada waktu fasilitas produksi sengaja dimatikan atau dihentikan.

Perawatan pencegahan dilakukan untuk menghindari suatu untuk menghindari suatu peralatan atau sistem mengalami kerusakan. Pada kenyataannya mungkin tidak diketahui bagaimana cara menghindari adanya kerusakan. Ada beberapa alasan untuk melakukan perawatan pencegahan, antara lain:

- Menghindari terjadinya kerusakan.
- Mendeteksi awal terjadinya kerusakan.
- Menemukan kerusakan yang tersembunyi.
- Mengurangi waktu yang menganggur.
- Menaikkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi.
- Pengurangan penggantian suku cadang, sehingga membantu pengendalian persediaan.
- Meningkatkan efisien mesin.
- Memberikan pengendalian anggaran dan biaya yang diandalkan.
- Memberikan informasi untuk pertimbangan penggantian mesin.



Bentuk *preventive maintenance* dapat dibedakan atas *time-based* atau *used-based*.

- *Time-based*: perawatan dilakukan setelah peralatan digunakan sampai satu satuan waktu tertentu.
- *Used-based*: perawatan dilakukan berdasarkan frekuensi penggunaan. Untuk menentukan frekuensi yang tepat perlu diketahui distribusi kerusakan atau keandalan peralatan.

#### **5. Modifikasi Desain (*Design Modification*) :**

Perawatan dilakukan pada sebagian kecil peralatan sampai pada kondisi yang dapat diterima, dengan melakukan perbaikan pada tahap pembuatan dan penambahan kapasitas. Pada umumnya modifikasi desain dilakukan oleh karena adanya kebutuhan untuk menaikkan/meningkatkan kapasitas maupun kinerja peralatan.

#### **6. Perawatan Koreksi (*Breakdown/corrective maintenance*) :**

Perawatan ini dilakukan setelah terjadinya kerusakan, sehingga merupakan bagian dari perawatan yang tidak terencana. *Corrective maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan pada peralatan sehingga peralatan tidak berfungsi dengan baik. *Breakdown maintenance* merupakan kegiatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan dan untuk memperbaikinya tentu kita harus menyiapkan suku cadang dan perlengkapan lainnya untuk pelaksanaan tersebut.

Kegiatan perawatan korektif meliputi seluruh aktifitas mengembalikan sistem dari keadan rusak menjadi dapat beroperasi kembali. Perbaikan baru terjadi ketika mengalami kerusakan, walaupun terdapat beberapa perbaikan yang dapat diundur. Perawatan korektif dapat dihitung sebagai *mean time to repair* (MTTR). Waktu perbaikan ini meliputi beberapa aktifitas yang terbagi menjadi 3 bagian, antara lain:

- persiapan (*preparation time*) berupa persiapan tenaga kerja untuk melakukan pekerjaan ini, adanya perjalanan, adanya alat dan peralatan tes, dan lain-lain.

- Perawatan (*active maintenance*) berupa kegiatan rutin dalam pekerjaan perawatan.
- Menunggu dan logistik (*delay time and logistik time*) berupa waktu tunggu persediaan.

Strategi *breakdown/corrective maintenance* sering dikatakan sebagai “*run to failure*”. Banyak dilakukan pada komponen elektronik. Suatu keputusan untuk mengoperasikan peralatan sampai terjadi kerusakan karena ditinjau segi ekonomis tidak menguntungkan untuk melakukan suatu perawatan. Berikut adalah alasan mengapa keputusan tersebut diambil:

- Biaya yang dikeluarkan lebih sedikit apabila tidak melakukan perawatan pencegahan.
- Kegiatan perawatan pencegahan terlalu mahal apabila mengganti peralatan yang rusak.

#### **7. Temuan Kesalahan (*Fault finding*) :**

Merupakan tindakan perawatan dalam bentuk inspeksi untuk mengetahui tingkat kerusakan. Misalnya mengecek kondisi ban setelah perjalanan panjang. Kegiatan *fault finding* bertujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi dalam menjalankan operasinya. Pada kenyataan kerusakan tersembunyi merupakan situasi yang tidak dapat diperkirakan terjadinya dan sangat mungkin mengakibatkan kecelakaan apabila dioperasikan. Salah satu cara untuk menemukan kerusakan tersembunyi adalah melakukan pemeriksaan dengan mengoperasikan peralatan dan melihat apakah peralatan tersebut beroperasi (*available*) atau tidak.

#### **8. Perawatan berbasis kondisi (*Condition-based maintenance*) :**

Perawatan berbasis kondisi dilakukan dengan cara memantau kondisi parameter kunci peralatan yang akan mempengaruhi kondisi peralatan. Strategi perawatan ini dikenal dengan istilah *predictive maintenance*. Contohnya memantau kondisi pelumas dan getaran mesin. Perawatan berbasis kondisi merupakan kegiatan bertujuan mendeteksi awal terjadinya kerusakan. Perawatan ini merupakan salah satu *alternative* terbaik yang mampu mendeteksi awal terjadinya kerusakan dan dapat memperkirakan waktu yang menunjukkan suatu

peralatan akan mengalami kegagalan dalam menjalankan operasinya. Jadi perawatan berbasis kondisi merupakan suatu peringatan awal untuk membuat suatu tindakan terhadap kerusakan yang lebih parah.

Terdapat dua bentuk pengukuran perawatan ini sebagai berikut :

- Mengukur parameter-parameter yang berhubungan dengan performansi suatu peralatan secara langsung seperti temperatur dan tekanan.
- Mengukur keadaan peralatan dengan melakukan pengawasan terhadap getaran yang ditimbulkan akibat pengoperasian perawatan tersebut.

Pada perawatan berbasis kondisi, semua bentuk pengukuran tidak diperkirakan, ada beberapa klasifikasi perawatan berbasis kondisi antara lain:

- Identifikasi dan melakukan pengukuran terhadap parameter-parameter yang berhubungan dengan awal terjadinya kerusakan.
- Menentukan nilai terhadap parameter-parameter tersebut, apabila memungkinkan diambil tindakan sebelum terjadinya kerusakan yang lebih parah.

## **9. Perawatan penghentian (*Shutdown maintenance*)**

Kegiatan perawatan ini hanya dilakukan sewaktu fasilitas produksi sengaja dihentikan. Jadi *shutdown maintenance* merupakan suatu perencanaan dan penjadwalan pemeliharaan yang memusatkan pada bagaimana mengelola periode penghentian fasilitas produksi. Dalam hal ini berarti dilakukan upaya bagaimana cara mengkoordinasikan semua sumber daya yang ada berupa tenaga kerja, peralatan, material dan lain-lain, untuk meminimasi waktu down (*down time*) sehingga biaya yang dikeluarkan diusahakan seminimal mungkin.

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

Definisi TPM secara sederhana adalah suatu konsep program pemeliharaan yang melibatkan semua level pekerja yang ada di perusahaan dalam aktifitas pemeliharaan. Berikut gambaran pengertian TPM :

#### **2.2.1 Definisi TPM**

Menurut Kurniawan (2013) menyatakan *Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan suatu aktivitas perawatan yang mengikutsertakan semua

elemen dari perusahaan yang bertujuan untuk menciptakan suasana kritis (*critical mass*) dalam lingkungan industri guna mencapai *zero breakdown*, *zero defect*, dan *zero accident*. TPM adalah sistem manajerial unik yang pertama kali dikembangkan di Jepang pada tahun 1971 dengan berdasarkan kepada konsep perawatan (*Preventive Maintenance*) atau perawatan produktif yang dipergunakan di Amerika Serikat sejak tahun 1950. Pada era tahun 1950 Jepang mempelajari perawatan produktif (*Productive Maintenance*), perawatan korektif (*Corrective Maintenance*), *Reliability Engineering*, dan *Maintanability Engineering* dari Amerika Serikat. Jepang mengembangkan konsep tersebut *Total Productive Maintenance* (TPM).

TPM adalah suatu metode yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi penggunaan peralatan, dan memantapkan sistem perawatan preventif yang dirancang untuk keseluruhan peralatan dengan mengimplementasikan suatu aturan dan memberikan motivasi kepada seluruh bagian yang berada dalam suatu perusahaan tersebut, melalui peningkatan kompenenisipasi dari seluruh anggota yang terlibat mulai dari manajemen puncak sampai kepada level terendah. Selain itu juga TPM bertujuan untuk menghindari perbaikan secara tiba – tiba dan meminimalisasi perawatan yang tidak terjadwal.

Sedangkan menurut Nakajima (1988) dalam Ansori dan Mustajib (2013) TPM adalah suatu konsep program tentang pemeliharaan yang melibatkan seluruh pekerja melalui aktivitas grup kecil. Lebih lanjut Roberts (1997) dalam Ansori dan Mustajib (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 moril karyawan.

TPM meliputi beberapa hal seperti komitmen total terhadap program oleh kalangan manajemen puncak, pemberian wewenang yang lebih luas kepada pekerja untuk melakukan tindakan korektif, dan merupakan aktifitas yang membutuhkan waktu relatif lama untuk pelaksanaannya serta prosesnya berlangsung secara kontinyu. TPM ini menjadikan kegiatan pemeliharaan menjadi fokus yang penting dalam bisnis dan tidak lagi dianggap sebagai kegiatan yang tidak menguntungkan.

### 2.2.2 Tujuan TPM

Menurut Ansori dan Mustajib (2013) menyatakan bahwa TPM juga bertujuan untuk menghilangkan kerugian proses yang terbagi menjadi 3 bagian, yaitu:

1. Kerugian karena *downtime*

Kerugian sistem produksi yang masuk dalam kelompok ini adalah akibat peralatanyang tidak bisa digunakan pada proses produksi untuk sementara waktu.

2. Kerugian karena kinerja buruk

Kategori ini memfokuskan pada penggunaan peralatan yang hilang sebagai akibat dari hasil peralatan yang dijalankan pada kecepatan yang kurang dari maksimum.

3. Kerugian karena kualitas buruk

Kerugian yang muncul dari produk yang dihasilkan dalam suatu proses produksi.

Sedangkan menurut Nakajima (1988) dalam Ansori dan Mustajib (2013) tujuan TPM dilakukan adalah:

1. Memperbaiki efektifitas perlengkapan
2. Mencapai pemeliharaan individu
3. Merencanakan pemeliharaan
4. Melatih semua staff dengan keahlian pemeliharaan yang memadai dan sesuai.

### 2.2.3 Target TPM

Menurut Venkatest (2007) menyatakan bahwa target TPM meliputi :

a. P (Productivity)

Meningkatkan produktifitas dan memaksimalkan nilai OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) hingga 90%.

b. Q (Quality)

Meningkatkan kualitas dengan “operasi / bekerja adalah kebiasaan” serta menghilangkan *Customer Complaint* atau keluhan pelanggan.

c. C (Cost)

Menurunkan biaya produksi hingga 30%.

d. D (Delivery)

Mencapai sukses 100% produksi dan distribusi produk ke konsumen.

e. S (Safety)

Mengurangi kecelakaan kerja di lingkungan kerja.

f. M (Morale)

Meningkatkan sugesti, moral kerja, *multi skill* dan *flexible worker*.

#### 2.2.4 Keuntungan TPM

Menurut Ansori dan Mustajib (2013) implementasi program TPM memiliki keuntungan tambahan dalam memperbaiki kualitas produk, yang mengurangi biaya pengerjaan kembali dan meningkatkan kepuasan konsumen (karena kualitas unggul yang konsisten)

Adapun keuntungan yang bisa dirasakan ketika perusahaan secara sukses mengimplementasikan program TPM antara lain:

1. Peningkatan produktifitas

Penghapusan *downtime* yang tidak terjadwal dan pengerjaan kembali membuat organisasi menghabiskan waktu yang lebih banyak pada tugas nilai – tambah, seperti menghasilkan komponen bagus. Peningkatan dalam produktifitas bisa berlaku bukan hanya untuk peralatan, tapi untuk orang yang bekerja dalam manufaktur juga.

2. Reduksi biaya maintenance

Perubahan peran *maintenance* dari perbaikan *breakdown* sampai perbaikan proaktif memudahkan organisasi untuk mengurangi biaya *maintenance* keseluruhan.

3. Reduksi persediaan

Berbagai organisasi manufaktur yang menggunakan peralatan yang tidak handal (reliabel) harus memiliki sebuah stok besar barang jadi yang sebenarnya tidak perlu dan ini digunakan hanya untuk memenuhi kebutuhan konsumen ketika peralatan tidak beroperasi.

#### 4. Peningkatan keamanan

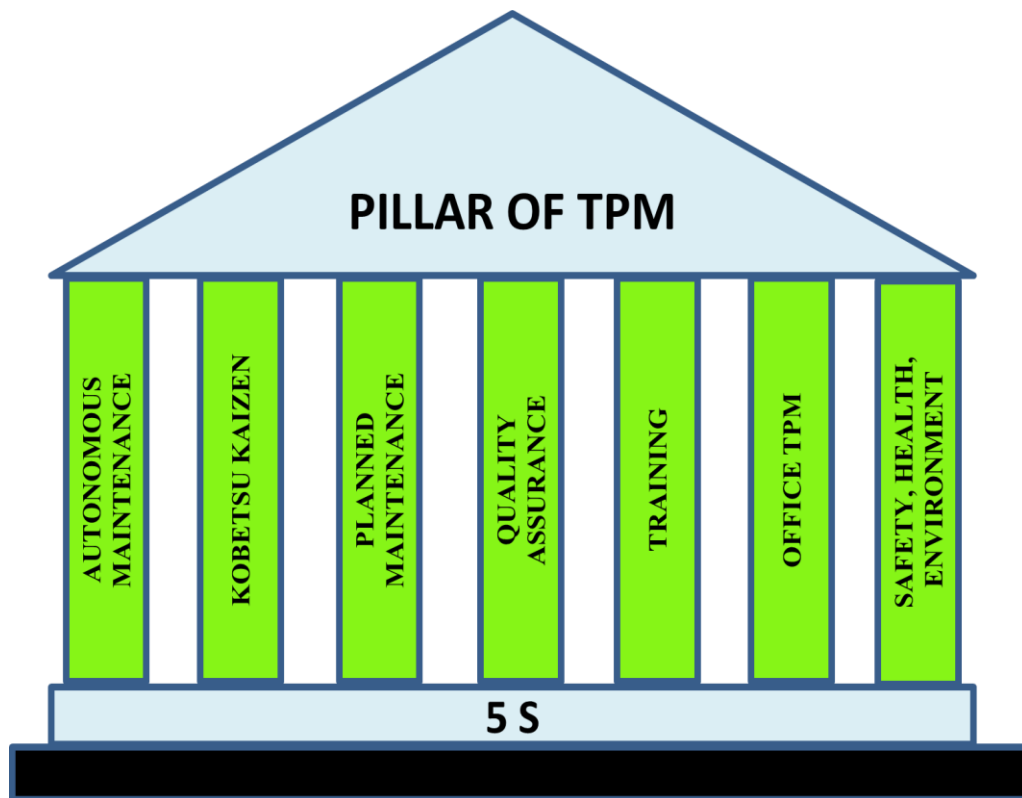
Langkah awal dalam menjalankan aktivitas *autonomous maintenance* dari TPM bisa menciptakan sebuah lingkungan yang dapat meningkatkan kadar kecelakaan.

#### 5. Peningkatan moral

Keuntungan akhir yang dibahas di sini adalah moral pegawai.

### 2.2.5 Pilar – pilar TPM

Pilar – pilar yang merupakan prinsip dasar dari penerapan TPM memiliki peranan besar dalam keberhasilan / keunggulan dari pelaksanaan kebijakan perusahaan. Pilar – pilar tersebut adalah seperti di bawah ini:



Gambar 2.3 Delapan pilar TPM

(Sumber : Ansori dan Mustajib, 2013)

Berikut penjelasan untuk gambar di atas :

#### 1. 5-S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)

TPM dimulai dengan 5-S karena dengan membersihkan dan mengatur tempat kerja dapat membantu tim untuk menemukan permasalahan menjadi nyata merupakan langkah pertama perbaikan. Berikut definisi dari 5-S tersebut:

a. Seiri (Ringkas)

Memisahkan benda yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan. Kemudian menyingkirkan yang tidak diperlukan. Ini merupakan kegiatan melakukan klasifikasi barang yang terdapat di tempat kerja. Biasanya tempat kerja dimuati dengan mesin yang tidak terpakai, cetakan dan peralatan, bahkan benda cacat, barang gagagl, barang dala proses, material, persediaan, dll.

b. Seiton (Rapi)

Menyusun dengan rapi dan mengenali benda untuk mempermudah penggunaan. Kata *Seiton* berasal dari bahasa Jepang yang artinya menyusun berbagai benda dengan cara yang menarik. Dalam konteks 5-S ini, berarti mengatur barang – barang sehingga setiap orang dapat menemukan dengan cepat. Untuk mencapai langkah ini, tanda penunjuk digunakan sebagai identitas suatu barang dan tempat penyimpanan. Dengan kata lain menata semua barang yang ada setelah ringkas dengan pola teratur dan tertib. Mengelompokkan berdasarkan mencari menjadi minimum.

c. Seiso (Resik)

Menjaga kondisi mesin yang siap pakai dan keadaan bersih. Selalu membersihkan, menjaga kerapian dan kebersihan. Ini adalah proses pembersihan dasar dimana di suatu mesin dalam keadaan bersih. Meskipun pembersihan besar – besaran dilakukan oleh pihak perusahaan beberapa kali dalam setahun. Aktifitas ini cenderung mengurangi kerusakan mesin akibat tumpahan minyak, abu dan sampah. Untuk itu bersihkan semua peralatan, mesin dan tempat kerja, menghilangkan noda dan limbah serta menanggulangi sumber limbah.

d. Seiketsu (Rawat)

Memperluas konsep kebersihan pada diri sendiri terus menerus mempraktekkan tiga langkah sebelumnya. Memelihara tempat kerja tetap bersih tanpa sampah merupakan aktifitas seiketsu.



e. Shitsuke (Rajin)

Shitsuke adalah hal terpenting 5-S. Karena itu sebagai seorang atasan harus memberikan suri tauladan terhadap para pekerjanya. Dapat membangun disiplin secara pribadi dan membiasakan untuk terus menerapkan 5-S secara berkesinambungan.

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

Ide utama dari pemeliharaan mandiri adalah menugaskan operator untuk melakukan beberapa tugas pemeliharaan rutin (*routien maintenance*). Tugas tersebut antara lain pembersihan rutin setiap harinya, melakukan pemeriksaan terhadap peralatan, mengencangkan komponen peralatan, dan melumasi sesuai kebutuhan peralatan. Karena operator merupakan sosok yang paling dekat dengan peralatan yang mereka gunakan, maka mereka akan dapat dengan cepat untuk mendeteksi setiap terjadinya kelainan pada alat tersebut.

Penerapan pemeliharaan mandiri sering sekali termasuk di dalamnya adalah pengawasan secara visual. Pengawasan visual merupakan salah satu cara untuk memudahkan operator melakukan pemeliharaan dengan cara memberi tanda ataupun petunjuk pada peralatan, disertai dengan tanda indikator yang membandingkan kondisi alat normal dengan yang tidak normal.

## **3. Kobetsu Kaizen (Perbaikan Bertahap)**

Kata "*Kai*" berarti berubah dan "*Zen*" berarti bagus (untuk lebih baik). Pada dasarnya *Kaizen* berarti perbaikan kecil, tapi dilakukan pada pola yang berkelanjutan dan melibatkan semua organisasi dalam organisasi. *Kaizen* kebalikan dari inovasi besar. *Kaizen* memerlukan sedikit bahkan tidak perlu investasi. Makna dibalik prinsip adalah perbaikan kecil dalam jumlah besar lebih efektif di suatu lingkungan organisasi daripada sedikit perubahan bernilai besar. Pilar ini mempunyai tujuan mengurangi pemborosan di tempat kerja yang mempengaruhi efisiensi. Dengan menggunakan suatu prosedur yang rinci dan cermat, kita menghilangkan pemborosan dengan suatu metode sistematis menggunakan berbagai *tools Kaizen*. Aktivitas ini tidak hanya

diterapkan pada rantai produksi tetapi juga dapat diterapkan di area *office* (administrasi).

#### **4. Planned Maintenance (Pemeliharaan Terencana)**

Pada pilar ini mempunyai tujuan untuk menjalankan mesin dan peralatan bebas dari masalah sehingga dapat memproduksi barang bebas cacat demi menjaga kepuasan pelanggan secara baik. Pada pilar ini dibagi lagi menjadi empat bagian yaitu :

a) *Preventive Maintenance*

*Preventive Maintenance* dilakukan untuk kegiatan perawatan / pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak diduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas – fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu proses produksi berlangsung.

b) *Breakdown Maintenance*

*Breakdown Maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah fasilitas atau peralatan produksi rusak dan tidak dapat beroperasi atau tidak dapat dipakai.

c) *Maintenance Preventive*

*Maintenance Preventive* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah fasilitas atau peralatan produksi rusak dan tidak dapat beroperasi atau tidak dapat dipakai.

d) *Corrective Maintenance*

*Corrective Maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah menjadi kerusakan pada fasilitas atau tidak dapat beroperasi atau tidak berfungsi dengan baik.

#### **5. Quality Maintenance (Pemeliharaan Kualitas)**

Pada pilar ini fokus kegiatannya adalah menghilangkan barang defect untuk menjamin kepuasan pelanggan. Disini ada pemahaman yang bisa diambil bahwa bagian peralatan yang mempengaruhi kualitas produk dan mulai menghilangkan masalah kualitas yang ada sekarang dan kemudian pindah ke

masalah kualitas yang berpotensi. Aktifitas *Quality Maintenance* ini adalah menetapkan kondisi peralatan yang mencegah cacat kualitas produk, berdasarkan pada konsep pemeliharaan peralatan untuk menjaga kualitas produk. Kondisi tersebut diperiksa dan diukur dalam periode waktu untuk menunjukkan ukuran yang sesuai dengan standart yang telah ditentukan.

#### **6. Training (Pelatihan)**

Pada pilar ini bertujuan untuk memberikan pelatihan, mempersiapkan para karyawannya agar mempunyai *skill* untuk proses pengembangan kemampuannya. Sehingga nantinya, dengan meningkatnya kemampuan pekerja, diharapkan dapat melakukan pekerjaan secara efektif dan efisien. Sehingga berimbas dapat meningkatkan produktifitas perusahaan.

#### **7. Office TPM (Organisasi Kerja)**

Pada pilar ini baru bisa dimulai jika empat pilar lainnya telah terlewati (Pemeliharaan Mandiri, *Kaizen*, Pemeliharaan Terencana dan Pemeliharaan Kualitas). *Office* TPM harus diikuti untuk memperbaiki produktivitas, efisiensi di fungsi administrasi, serta mandiri, mengetahui dan menghilangkan pemborosan. Hal ini meliputi analisa proses dan office mandiri.

#### **8. Safety, Health, and Environment (Keselamatan, Kesehatan, Lingkungan)**

Pada pilar ini mempunyai suatu target yaitu *zero accident, zero health damage, dan zero fire*. Pilar ini berfokus menciptakan suasana kerja yang nyaman, bersih, sehat dan ramah lingkungan. Pilar ini akan memainkan peran yang aktif di perusahaan. Perlu dibentuklah suatu komite untuk fokus menangani masalah ini agar dalam prakteknya, mulai dari atasan sampai bawahan harus menerapkan konsep yang dibuat dalam setiap pekerjaan di perusahaan agar program bisa berjalan dengan baik.

### 2.3 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

*Total Productive Maintenance* (TPM) merupakan ide orisinal dari Nakajima (1998) yang menekankan pada pendayagunaan dan keterlibatan sumber daya manusia dan sistem *preventive maintenance* untuk memaksimalkan efektifitas peralatan dengan melibatkan semua departemen dan fungsional organisasi. *Total Productive Maintenance* (TPM) didasarkan pada tiga konsep yang saling berhubungan yaitu :

1. Memaksimalkan efektifitas permesinan dan peralatan.
2. Pemeliharaan secara mandiri oleh pekerja.
3. Aktifitas 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 adanya kerusakan mesin (*zero breakdown*) dan tanpa kerusakan produk (*zero defect*). Dengan pengurangan kedua hal tersebut di atas, tingkat penggunaan peralatan operasi akan meningkat, biaya dan persediaan akan berkurang dan selanjutnya produktifitas karyawan juga akan meningkat. Tentu saja dibutuhkan proses untuk mencapai hal tersebut bahkan membutuhkan waktu yang menurut Nakajima (1988) 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 peralatan dan keahlian dari bagian pemeliharaan. Dengan meningkatnya produktifitas maka secara tidak langsung biaya pengeluaran akan tertutupi dengan cepat.

Semua aktifitas peningkatan kinerja pabrik dilakukan dengan meminimalisir *input* dan memaksimalkan *output*. Jadi *output* tidak hanya soal produktifitas tetapi juga menyangkut hal lainnya seperti kualitas yang baik, biaya yang lebih rendah, pengiriman tepat waktu, peningkatan pelayanan tentang keselamatan dan kesehatan kerja, moral yang lebih baik serta kondisi dan lingkungan kerja yang semakin nyaman dan menyenangkan. Berikut hubungan antara *input* dan *output* :

Input Output	Keuangan			Metode Manajemen
	Manusia	Mesin	Material	
Produksi (P)				Pengontrolan Produksi
Kualitas (Q)				Pengontrolan Kualitas
Biaya (C)				Pengontrolan Biaya
Penyerahan (D)				Pengontrolan Penyerahan
Keselamatan (S)				Keselamatan dan polusi
Moral (M)				Hubungan Manusia
	Alokasi Tenaga Kerja	Engineering & Perawatan	Pengontrolan Persediaan	

Gambar 2.4 Matriks Hubungan Input dan Output dalam Aktifitas Produksi.

(Sumber : Nakajima, S., 1988)

Dalam matriks di atas dapat terlihat bahwa faktor keteknikan dan perawatan berhubungan langsung dengan semua faktor output yaitu produksi, kualitas, biaya, penyerahan, keselamatan dan kesehatan kerja juga moral setiap individu di dalam perusahaan. Dengan peningkatan otomatisasi mesin, proses produksi yang sebelumnya manual akan bergeser menjadi permesinan. Sehingga masalah permesinan menjadi faktor yang penting untuk diketahui kondisinya.

Nakajima (1988) juga menyarankan OEE untuk mengevaluasi perkembangan dari TPM karena keakuratan data peralatan produksi sangat penting terhadap kesuksesan perbaikan berkelanjutan dalam jangka panjang. Jika data tentang kerusakan peralatan produksi dan alasan kerugian – kerugian produksi tidak dimengerti, maka aktifitas apapun yang dilakukan tidak akan dapat menyelesaikan masalah penurunan kinerja sistem operasi. Kerugian produksi bersama – sama dengan dengan biaya tidak langsung dan biaya tersembunyi merupakan mayoritas dari total biaya produksi. Itulah sebabnya Nakajima (1988) mengatakan OEE sebagai suatu pengukuran yang mencoba untuk menyatakan / menampakkan biaya tersembunyi ini. Inilah yang menjadi salah satu kontribusi penting OEE, dengan teridentifikasinya kerugian tersembunyi yang merupakan pemborosan besar yang tidak disadari.

### 2.3.1 Definisi OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Menurut Nakajima (1998) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah total pengukuran terhadap *performance* yang berhubungan dengan *availability* dari proses produktifitas 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. 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.

Sedangkan menurut Ansori dan Mustajib (2013) *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan metode yang digunakan sebagai alat ukur (metrik) dalam penerapan program TPM guna menjaga peralatan pada kondisi ideal dengan menghapuskan *Six Big Losses* peralatan. Selain itu, untuk mengukur kinerja dari satu sistem produktif. Kemampuan mengidentifikasi secara jelas akar permasalahan dan faktor penyebabnya sehingga membuat usaha perbaikan menjadi terfokus merupakan faktor utama metode ini diaplikasikan secara menyeluruh oleh banyak perusahaan di dunia.

*Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah sebuah metrik yang berfokus pada seberapa efektif suatu operasi produksi yang dijalankan. Hasil yang dinyatakan dalam bentuk yang bersifat umum sehingga memungkinkan perbandingan antara unit manufaktur di industri yang berbeda. Pengukuran *OEE* juga biasanya digunakan sebagai indikator kinerja utama *Key Performance Indicator* (KPI) dalam implementasi *lean manufacturing* untuk memberikan keberhasilan yang diinginkan.

OEE bukan hal baru dalam dunia industri dan manufaktur. Teknik pengukurannya sudah pernah dipelajari dari tahun ke tahun dengan tujuan untuk menyempurnakan perhitungan, sehingga hasil pengukuran OEE sangat berguna untuk memberikan kesempatan kepada bidang usaha manufaktur yang lain. Hasil dari perhitungan tersebut, nantinya akan dijadikan acuan untuk usulan perbaikan terhadap proses yang ada di perusahaan tersebut.

Menurut Ansori dan Mustajib (2013) dalam pelaksanaan OEE ada beberapa manfaat yang dapat diambil dari OEE antara lain:

1. Dapat digunakan untuk menentukan *starting point* dari perusahaan ataupun peralatan / mesin.
2. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi kejadian *bottleneck* di dalam peralatan / mesin.
3. Dapat digunakan untuk mengidentifikasi kerugian produktifitas (true productivity losses).
4. Dapat digunakan untuk menentukan prioritas dalam usaha untuk meningkatkan OEE dan peningkatan produktifitas

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

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

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 manakah yang mempunyai performansi buruk dan bahkan mengidentifikasi fokus dari sumber daya TPM.

Selain digunakan untuk mengetahui performansi peralatan di perusahaan, hasil pengukuran OEE ini bisa menjadi bahan pertimbangan keputusan dalam pembelian peralatan baru. Sehingga dapat diketahui dengan jelas pembelian peralatan sesuai dengan kapasitas yang diinginkan oleh perusahaan dalam rangka memenuhi permintaan pelanggan. Oleh sebab itu, dengan

menggabungkan metode lain seperti *Basic Quality Tools (Diagram Pareto, Ishikawa Diagram)* faktor penyebab menurunnya nilai OEE dapat diketahui. Sehingga dengan cepat usaha perbaikan akan dilakukan. Sedangkan menurut Borris (2006) dalam Asgara dan Hartono (2014) tujuan dari OEE adalah sebagai alat ukur performa dari suatu sistem *maintenance* dengan menggunakan metode ini maka dapat diketahui ketersediaan mesin / peralatan, efisiensi produksi dan kualitas *output* mesin / peralatan.

### 2.3.3 Perhitungan Nilai OEE (Overall Equipment Effectiveness)

Berikut perhitungan nilai OEE yang meliputi Availability, Performance, dan Quality yang secara matematik dapat diformulasikan sebagai berikut:

Sumber : Gasperz (2006) dalam Ansori dan Mustajib (2013).

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

$$OEE = A \times PE \times Q \dots\dots\dots(2.1)$$

#### a.) Availability

Mengukur keseluruhan waktu dimana sistem tidak beroperasi karena terjadinya kerusakan alat, persiapan produksi dan penyetelan. Dengan kata lain, *Availability* diukur dari total waktu dimana peralatan dioperasikan setelah dikurangi waktu kerusakan alat dan waktu persiapan dan penyesuaian mesin yang mengindikasikan rasio aktual antara *Operating Time* terhadap waktu operasi yang tersedia *Planned Time Available* atau *Loading Time*).

$$Availability = \frac{Operating Time}{Planned Production Time} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$Operating Time (OT) = Waktu Aktual Produksi = PPT - (PDT + UPDT)$$

$$Planned Production Time (PPT) = Waktu yang Tersedia$$

$$Planned Down Time (PDT) , Un Planned Down Time (UPDT)$$

#### b.) Performance

Memperhitungkan *Speed Loss* (faktor – faktor yang menyebabkan proses beroperasi lebih lambat dari pada kecepatan maksimum yang mungkin,



ketika proses itu sedang berjalan). Performance harus diukur dalam OEE, performance dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Performance} = \frac{(\text{Total Pieces / Operating Time})}{\text{Ideal Run Rate}} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\begin{aligned} \text{Total Pieces} &= \text{Hasil Produksi} \\ &= \text{Good Pieces} + \text{Defect} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Operating Time} &= \text{Waktu Aktual Produksi} \\ &= \text{PPT} - (\text{PDT} + \text{UPDT}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ideal Run Rate} &= \text{Produk Jadi yang Dapat Diproduksi Per Periode} \\ &= \text{Kapasitas (Target) : Plan Production Time} \end{aligned}$$

c.) Quality

Mengukur kerugian kualitas berdasarkan banyaknya produk cacat yang terjadi akibat terjadi hubungan atau kontak terhadap peralatan yang selanjutnya akan dikonversikan menjadi waktu dengan pengertian seberapa lama waktu peralatan yang dihabiskan untuk menghasilkan produk yang cacat.

$$\text{Quality} = \frac{\text{Good Pieces}}{\text{Total Pieces}} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Good Pieces} = \text{Total Pieces} - \text{Defect}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Pieces} &= \text{Hasil Produksi} \\ &= \text{Good Pieces} + \text{Defect} \end{aligned}$$

**2.3.4 Standar Nilai OEE Kelas Dunia**

Menurut *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM), Standar Nilai OEE Kelas Dunia adalah sebuah ukuran kinerja yang telah disepakati dan dianjurkan di dalam dunia industri bagi sebuah perusahaan yang menetapkan implementasi TPM dalam aktifitas produksinya. (<http://www.oe.com/world-class-oe.html>)

Standar ini bersifat relatif karena pada beberapa buku dan perusahaan menunjukkan standar skor yang berbeda. Standar nilai ini selalu didorong

lebih tinggi, sejalan meningkatnya persaingan dan harapan. Berikut ini adalah nilai ideal / acuan kinerja OEE kelas dunia adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 Nilai Ideal Kinerja OEE

<b>OEE factor</b>	<b>OEE procentage (world class)</b>
Availability	90.0%
Performance	95.0%
Quality	99.0%
Overall OEE	85.0%

Sumber : (<http://www.oee.com/world-class-oee.html>)

Berikut penjelasan standar nilai OEE pada tabel di atas:

1. Jika OEE = 100%, maka produksi dianggap sempurna:

Hanya memproduksi produk tanpa cacat, bekerja dalam *performance* yang cepat dan tidak ada *downtime*.

2. Jika OEE = 85%, produksi dianggap kelas dunia.

Bagi banyak perusahaan, skor ini merupakan skor yang cocok untuk dijadikan tujuan jangka panjang.

3. Jika OEE = 60%, produksi dianggap wajar, tetapi menunjukkan ada ruang yang besar untuk *improvement*.

4. Jika OEE = 40%, produksi dianggap memiliki skor yang rendah, tetapi 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 – persatu).

Jadi, apabila suatu perusahaan ingin diakui mempunyai tingkat kinerja skala dunia, maka nilai OEE perusahaan tersebut harus mencapai standar nilai OEE kelas dunia yang telah ditetapkan.

#### **2.4 Teknik Perbaikan Kualitas**

Dalam setiap kegiatan usaha pembuatan produk tidak bisa dilepaskan oleh masalah kualitas. Produk yang berkualitas menjadi jaminan akan berlangsungnya suatu usaha secara konsisten. Oleh karena itu dibutuhkan konsep-konsep untuk

menjaga kualitas produk dengan teknik-teknik perbaikan kualitas. Adapun beberapa teknik tersebut yaitu:

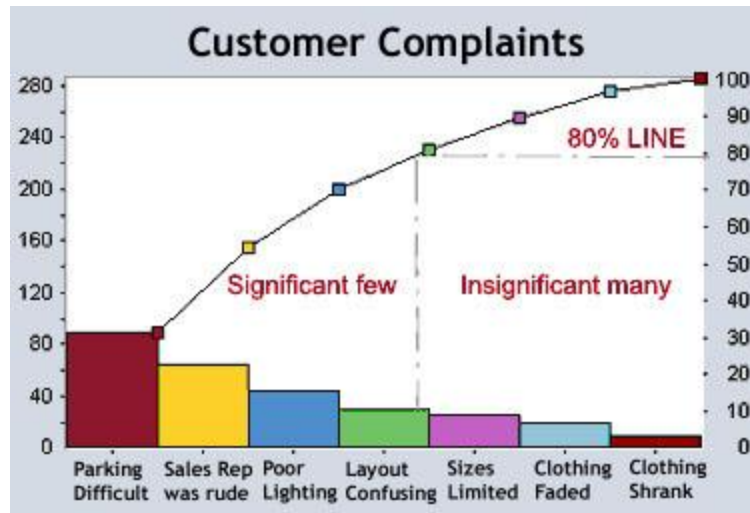
#### **2.4.1 Diagram Pareto**

Menurut Gunawan dan Sutari (2000) pareto merupakan sebuah prioritas. Analisa pareto membutuhkan data yang disesuaikan dengan jenis, kategori, atau klasifikasi lainnya. Analisa pareto ini akan membantu kita dalam memusatkan perhatian pada hal-hal yang penting. Analisa ini akan mengidentifikasi sejumlah kecil permasalahan vital atau jenis kerusakan dari berbagai macam hal. Analisa ini akan membantu kita dalam menentukan permasalahan dan akibat yang tepat untuk dipelajari. Prinsip pareto juga dikenal sebagai aturan 80/20, yang berarti 80% dari permasalahan kita berasal dari 20% dari semua hal yang harus kita hadapi.

Sedangkan menurut Hidayat (2007) diagram pareto adalah teknik grafis sederhana yang menggambarkan relativitas dari tingkat-tingkat penting atau tidaknya berbagai permasalahan yang membedakan antara *vital few* dan *trivial many* yang terfokus pada isu-isu pengembangan dan peningkatan kualitas maksimal beserta relevansinya. Diagram pareto juga dapat menggambarkan dan menyederhanakan fungsi-fungsi *order* (pemesanan) yang berkontribusi relatif oleh berbagai elemen sebab-sebab ke dalam situasi permasalahan secara total. Kontribusi relatif dalam diagram pareto kemungkinan besar terletak pada nilai-nilai frekuensi relatif, biaya relative, dan lainnya. Kontribusi relatif digambarkan sebagai garis lintasan tebal dalam diagram, sedangkan garis kumulatif adalah fungsi dari kontribusi kumulatif. Prosedur penentuan prioritas dalam diagram pareto adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan konsistensi yang akan diranking dan diukur (misalnya frekuensi, biaya dan lain-lain).
2. Menyusun daftar-daftar elemen dari kiri ke kanan di atas aksis garis horizontal sebagai ukuran order.
3. Mengatur kesesuaian skala vertical pada bagian kiri dan di atas klasifikasinya.

4. Mengatur skala 0-100% di bagian kanan dan menarik garis tegas yang lebih tinggi dari garis yang tertinggi dan menggesernya pada posisi di atas basis kumulatif yang ditarik dari kiri ke kanan.



Gambar 2.5 Contoh Diagram Pareto

(Sumber : Hidayat, 2007)

#### 2.4.2 Diagram Sebab – Akibat (Fishbone Diagram)

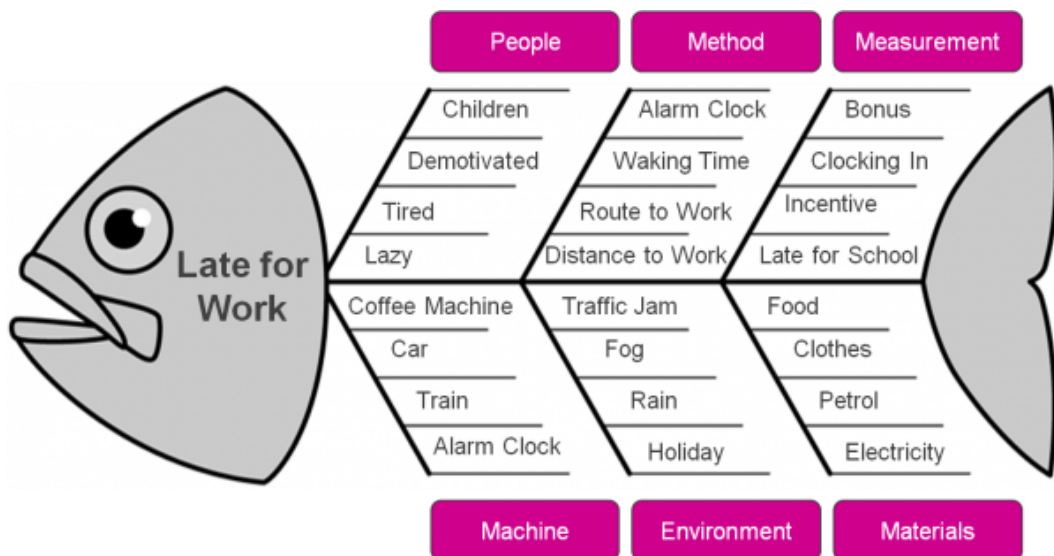
Menurut Hidayat (2007) diagram sebab – akibat disebut juga diagram *cause-and-effect* digunakan untuk melihat hubungan sebab dan akibat yang ditinjau dari akar penyebab dan akar permasalahan dalam aktivitas kerja. Secara umum, diagram *cause-and-effect* lebih dikenal dengan istilah diagram *fishbone* atau diagram *ishikawa*. Ada beberapa tipe dan bentuk dari diagram sebab – akibat yang berbasis pada formasi cabang – cabang utamanya (bersifat kategori). Cabang utama dapat diartikan sebagai variabel – variabel proses yang disebut dengan 4M (*manpower, machines, material, methods*) yang mana variabel tersebut tersusun dalam langkah – langkah proses.

Sedangkan menurut Gunawan dan Sutari (2000) diagram sebab – akibat juga dikenal sebagai *fishbone diagram* atau *ishikawa diagram*. Diagram ini digunakan untuk meringkaskan pengetahuan mengenai kemungkinan sebab – sebab terjadinya variasi dan permasalahan lainnya. Diagram ini menyusun sebab – sebab variasi atau sebab – sebab permasalahan kualitas ke dalam kategori – kategori yang logis. Hal ini membantu tim untuk menentukan fokus

yang diambil dan merupakan alat yang sangat membantu dalam penyusunan usaha – usaha pengembangan proses.

Cara menyusun Diagram Fishbone dalam rangka mengidentifikasi penyebab suatu keadaan yang tidak diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Mulai dengan pernyataan masalah-masalah utama penting dan mendesak untuk diselesaikan.
2. Tuliskan pernyataan masalah itu pada kepala ikan, yang merupakan akibat (effect). Tulislah pada sisi sebelah kanan dari kertas (kepala ikan), kemudian gambarkan tulang belakang dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah itu dalam kotak.
3. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama (sebab-sebab) yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai tulang besar, juga ditempatkan dalam kotak. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori utama dapat dikembangkan melalui Stratifikasi ke dalam pengelompokan dari faktor-faktor: manusia, mesin, peralatan, material, metode kerja, lingkungan kerja, pengukuran, dll. Atau stratifikasi melalui langkah-langkah aktual dalam proses. Faktor – faktor penyebab atau kategori - kategori dapat dikembangkan melalui *brainstorming*.



Gambar 2.6 Contoh Diagram Ishikawa

(Sumber : Hidayat, 2007)

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Banyak jurnal – jurnal penelitian yang mengukur Overall Equipment Effectiveness sebagai usaha untuk melakukan perbaikan dengan pengalokasian pilar – pilar Total Productive Maintenance. Diantaranya adalah :

1. **Antonius Rudi Setiawan (2011) Universitas Indonesia**, dalam Skripsi penelitiannya yang berjudul : **Analisis dan Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Perbaikan Proses Manufaktur Line Injeksi Plastik Door Handle Mobil. (Study Kasus di PT. Mega Multi Pegas).**

Penelitian ini membahas masalah yang terjadi pada sistem manufaktur dimana diperlukan suatu usaha perbaikan yang harus dilakukan perusahaan untuk tetap dapat bersaing di dunia usaha. Persaingan usaha saat ini semakin kompetitif. Semua perusahaan khususnya bidang manufaktur, berusaha untuk memberikan yang terbaik bagi konsumennya dengan produk yang berkualitas yang baik serta *delivery time* yang tepat. Oleh karena itu, setiap perusahaan manufaktur harus pintar menyiasati dan menerapkan strategi yang tepat dalam mendukung proses produksinya. Salah satu strateginya yang dibahas adalah metode TPM (*Total Productive Maintenance*) yang secara signifikan bisa membuat proses produksi menjadi lebih baik dalam hal peralatan, pengiriman produk dan tingkat cacat produk. Penerapan yang benar dari strategi TPM ini dapat meningkatkan kinerja produksi sehingga kelangsungan hidup sebuah perusahaan manufaktur dapat terus terjaga. Dalam penelitian ini digunakan metode pengukuran OEE, regresi majemuk dan korelasi, FMEA, dan SPC untuk mengetahui dan menyelesaikan permasalahan yang terjadi tersebut. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa *Equipment Losses* adalah salah satu penyebab tertinggi dari rendahnya nilai OEE dan *Availability Ratio*.

**2. Erlinda Muslim, Fauzia Dianwati, Irwan Panggalo (2009) Universitas Indonesia, dalam Skripsi penelitiannya yang berjudul : Pengukuran dan Analisis Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Sebagai Dasar Perbaikan Sistem Manufaktur Pipa Baja.**

Penelitian ini didasarkan pada sistem manufaktur yang merupakan salah satu usaha perbaikan yang dilakukan perusahaan agar dapat dilakukan perubahan. Namun sering dijumpai tindakan perbaikan atau pemeliharaan yang diambil tidak menyentuh permasalahan yang sesungguhnya. Penelitian kali ini menemukan bahwa equipment losses merupakan salah satu permasalahan yang sesungguhnya sehingga tindakan perbaikan difokuskan pada permasalahan ini. Dalam penelitian kali ini digunakan metode pengukuran Overall Equipment Effectiveness, regenerasi mejemuk dan korelasi, serta FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) untuk mengetahui dan menyelesaikan permasalahan yang terjadi tersebut. Kemudian tahap selanjutnya dilakukan analisis terhadap kinerja perusahaan dari nilai OEE yang didapat. Analisis ini dilakukan dengan mengamati 3 faktor utama dalam OEE, yaitu Availability Ratio, Performance Ratio, dan Quality Ratio. Kemudian dilakukan analisis menggunakan metode regenerasi majemuk dan korelasi terhadap variabel dari 3 faktor utama tadi. Setelah menemukan permasalahan utama yang terjadi, maka perusahaan dapat mencari penyebab dan menemukan tindakan perbaikannya dengan menggunakan metode FMEA.

**3. Muhammad Syaiful Arif (2016) Universitas Muhammadiyah Gresik, dalam Skripsi penelitiannya yang berjudul : Pengukuran Nilai *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) Sebagai Dasar Usulan Perbaikan Kinerja Pada Proses Hot Coil Spring di PT. Indospring, Tbk.**

PT. Indospring, Tbk sebagai industri penghasil pegas kendaraan bermotor dituntut untuk terus meningkatkan kualitas produk yang dibuat agar tetap dapat bersaing di era globalisasi saat ini. Hal ini sejalan dengan jumlah

*demand* yang menunjukkan tren kenaikan. Akan tetapi adanya kinerja salah satu peralatan produksi yang tidak berjalan secara optimal menyebabkan hasil *output* produksinya rendah. Dari permasalahan ini maka bagaimana pengukuran OEE sebagai dasar usulan rancangan perbaikan untuk meningkatkan kinerja peralatan produksi tersebut sehingga mencapai standar Nilai Kelas Dunia. Dalam melakukan peningkatan kinerja tersebut, maka digunakan aplikasi metode OEE, TPM, Diagram Fishbone, Diagram Pareto dalam penyelesaian masalah yang terjadi. Hasil perhitungan OEE menunjukkan bahwa peralatan yang berada di Proses Coating mempunyai nilai OEE terendah dibandingkan Proses SSP dan Proses Grinding yaitu sebesar 80.73%. Hal ini disebabkan karena 2 faktor yaitu Faktor Performance (85.60%) dan Faktor Quality (96.73%). Hasil dari analisis bahwa Faktor Performance (Unplanned Down Time) yang terbesar akibat Spray Tersendat sebesar 790 menit (74.88%) dan Faktor Quality (Produk Cacat) yang terbesar akibat Ketebalan Cat NG sebesar 1516 pcs (69.51%). Berdasarkan hasil analisa tersebut maka dibuatkanlah suatu rancangan usulan perbaikan berdasarkan prioritas masalah kritis yang terjadi untuk meningkatkan kinerja peralatan di proses tersebut.

**4. Wawan Dwi Setiyanto (2009) Universitas Muhammadiyah Surakarta, dalam Skripsi penelitiannya yang berjudul : *Pengukuran Nilai Overall Equipment Effectiveness Sebagai Dasar Usaha Perbaikan Pada Lini Produksi (Study Kasus Pada PT. UTAMA JAYA, Sukoharjo).***

PT. Utama Jaya adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang industri permesinan dan las, adapun jenis produk yang dihasilkan antara lain : mesin potong batu, roda traktor, mur-baut, dan jasa pengelasan. Dalam proses produksinya PT. Utama Jaya mempunyai 3 buah mesin bubut dan 3 buah mesin drilling milling. Ada berbagai tujuan yang diterapkan oleh perusahaan, namun tujuan utama yang ingin dicapai dilihat dari sudut finansialnya yaitu memaksimalkan kemakmuran pemilik perusahaan sedangkan cara untuk mencapai tujuan tersebut adalah dengan



mengevaluasi tingkat produktivitas dan mengukur setiap stasiun, dengan perhitungan tersebut diharapkan dapat membantu perusahaan untuk memfokuskan performance mesin dengan benar. Dengan formula OEE akan menunjukkan kualitas, perbaikan mesin dan produktivitas yang akan membuat keunggulan "*Benchmarking*", dengan menganalisa nilai Availability, Performance dan Quality dari tiap-tiap stasiun. Dengan melihat produktivitas perusahaan berharap untuk memperoleh keuntungan-keuntungan ekonomi.

**5. Susanti Oktaria (2011) Universitas Indonesia, dalam Skripsi penelitiannya yang berjudul : Perhitungan dan Analisa Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Proses Awal Pengolahan Kelapa Sawit. (Study Kasus di PT. Indomakmur Sawit Berjaya).**

Penelitian ini membahas penyelesaian masalah di lini sistem manufaktur produksi kelapa sawit dengan menggunakan metode OEE. *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) adalah satu alat untuk menentukan tingkat keefektifan pemanfaatan peralatan. OEE dikenal sebagai salah satu aplikasi program dari *Total Productive Maintenance* (TPM). Penelitian ini mengukur nilai OEE satu lini produksi dari pengolahan minyak kelapa sawit di PT. ISB dalam satu periode, dilanjutkan dengan menganalisa nilai menggunakan analisa pareto dari hasil yang diperoleh oleh akar penyebab OEE tersebut. Nilai yang diperoleh adalah 46.99% yang jauh di bawah dari standar, standar OEE > 84%, selanjutnya faktor yang sangat mempengaruhi nilai 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 bahan diproses dan tidak adanya operator, sehingga tindakan yang disarankan adalah untuk memperkuat pengawasan karyawan, terutama operator mesin.

- 6. Maulita Farah Zevilla, Wahyunanto Agung Nugroho, Gunomo Djojowasito (2015) Universitas Brawijaya, dalam Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem Vol. 3 No. 3, Oktober 2015 penelitiannya yang berjudul : Pengukuran Efektivitas Mesin Rotary Vacuum Filter dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). (Study Kasus di PT. PG. Candi Baru Sidoarjo).**

Mesin *Rotary Vacuum Filter* merupakan salah satu mesin yang digunakan dalam proses produksi gula di PT. PG. Candi Baru Sidoarjo. Kerusakan pada mesin ini akan menurunkan tingkat efektivitasnya, sehingga perlu dilakukan pengukuran. Metode yang digunakan adalah *Overall Equipment Effectiveness*. Dengan metode ini akan dapat diketahui tingkat ketersediaan (*Availability Rate*), performa (*Performa Rate*), dan Kualitas Hasil (*Rate of Quality*). Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa rata-rata nilai OEE mesin *Rotary Vacuum Filter* sebesar 97,14% dengan rata-rata nilai *Availability* 99,75%, *performa rate* 97,72% dan *Rate of Quality* sebesar 99,65%. Angka ini menunjukkan bahwa mesin RVF telah memenuhi standar OEE *World Class*.

- 7. Badik Yuda Asgara dan Gunawan Hartono (2014) Universitas Binus, dalam Jurnal INASEA, Vol. 15 No. 1, April 2014 penelitiannya yang berjudul : Analisis Efektifitas Mesin *OVERHEAD CRANE* dengan Metode *Overall Equipment Effectiveness*. (Study Kasus di PT. BTU, Divisi Boarding Bridge).**

mesin Overhead Crane 003/OHC/BRB salah satu mesin lifting untuk keiatan produksi di PT. Bukaka BRB dengan tingkat waktu breakdown yang tertinggi diantara mesin-mesin produksi lainnya diperusahaan tersebut. Tujuan penelitian untuk keefektifan dari mesin Overhead Crane 003/OHC/BRB, sehingga dapat diketahui metode perawatan yang tepat untuk mesin tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa dari data yang dikumpulkan secara acak untuk mengukur tingkat keefektifan mesin tersebut dengan menggunakan metode *Overall Equipment Effectiveness*

(OEE). Nilai OEE sendiri dipengaruhi oleh availability rate, performance effectiency, dan rate of quality. Perhitungan OEE mesin Overhead Crane menunjukkan ketidak tercapaian nilai ideal OEE sebagai akibat dari rendahnya availaibility rate mesin yaitu (71,63%) dan tingginya waktu breakdown mesin tersebut. Untuk mengurangi tingkat frekuensi breakdown, metode perawatan perlu diperbaiki (maintenance). Perawatan dapat dilakukan rutin oleh operator untuk memperpanjang usia mesin dan memperpanjang waktu terjadinya breakdown, nyaitu metode Autonomous maintenance. Pelaksanaan metode ini diharapkan dapat meningkatkan keawetan dari mesin, sehingga mesin tidak sering mengalami breakdown.

**Kata kunci:** Overhead crane, Overall Equipment Effectiveness, Breakdown