

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan

2.1.1 Definisi 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.

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 sarannya 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:

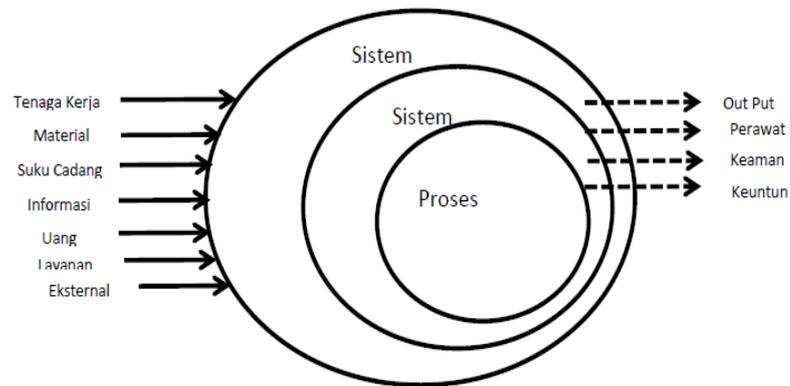
- a) Pemeriksaan (*inspection*), yaitu tindakan yang ditujukan untuk sistem/mesin agar dapat mengetahui apakah sistem berada pada kondisi yang diinginkan.
- b) *Service*, yaitu tindakan yang bertujuan untuk menjagasuatu sistem/mesin yang biasanya telah diatur dalam buku petunjuk pemakaian mesin.
- c) 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.
- d) Perbaikan (*repairment*), yaitu tindakan perbaikan yang dilakukan pada saat terjadi kerusakan kecil.
- e) *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.

2.1.2 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.



Gambar 2.1. Model Input - Output Untuk Proses Perawatan Dalam Sistem Produksi Dan Sitem Perusahaan

(Sumber : Ansori dan Mustajib, 2013)

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 :

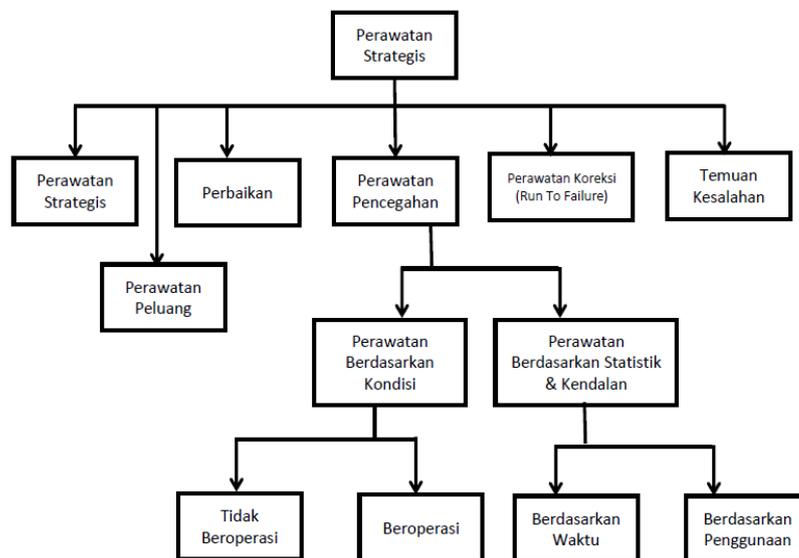
- Memaksimalkan profit dari peluang pasar yang tersedia.
- Memperhatikan aspek teknis dan ekonomis pada proses konversi matrial menjadi produk.

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 :

- 1) Meminimasi *downtime*
- 2) Memperbaiki kualitas
- 3) Meningkatkan produktifitas
- 4) Menyerahkan pesanan tepat waktu

2.1.3 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 strategies*). 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 Klasifikasi Strategi Perawatan (*Duffua et al, 1999*)

(Sumber : Ansori dan Mustajib, 2013)

Strategi perawatan akan diuraikan masing-masing sebagaimana tersebut :

1. Penggantian (*Repleacement*)

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 kerusakan 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:

- a) Menghindari terjadinya kerusakan.
- b) Mendeteksi awal terjadinya kerusakan.
- c) Menemukan kerusakan yang tersembunyi.
- d) Mengurangi waktu yang menganggur.
- e) Meningkatkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi.
- f) Pengurangan penggantian suku cadang, sehingga membantu pengendalian persediaan.

- g) Meningkatkan efisien mesin.
- h) Memberikan pengendalian anggaran dan biaya yang diandalkan.
- i) Memberikan informasi untuk pertimbangan penggantian mesin.

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

- a) *Time-based*: perawatan dilakukan setelah peralatan digunakan sampai satu satuan waktu tertentu.
- b) *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:

- a) Persiapan (*preparation time*) berupa persiapan tenaga kerja untuk melakukan pekerjaan ini, adanya perjalanan, adanya alat dan peralatan tes, dan lain-lain.
- b) Perawatan (*active maintenance*) berupa kegiatan rutin dalam pekerjaan perawatan.
- c) 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:

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

7. Temuan Kesalahan (*Fault Fiding*)

Merupakan tindakan perawatan dalam bentuk inspeksi untuk mengetahui tingkat kerusakan. Misalnya mengecek kondisi ban setelah perjalanan panjang. Kegiatan *fault fiding* 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 :

- a) Mengukur parameter-parameter yang berhubungan dengan performansi suatu peralatan secara langsung seperti temperatur dan tekanan.
- b) 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:

- a) Identifikasi dan melakukan pengukuran terhadap parameter-parameter yang berhubungan dengan awal terjadinya kerusakan.
- b) 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 (*downtime*) sehingga biaya yang dikeluarkan diusahakan seminimal mungkin.

2.2 Pengertian *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

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.

2.2.1 Tujuan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE)

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.

2.2.2 *Six Big Losses* (Enam Kerugian Besar)

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. *Downtime* (Penurunan Waktu)
 - a. *Equipment failur/Breakdowns* (Kerugian karena kerusakan peralatan).
 - b. *Set-up and adjustment* (Kerugian karena pemasangan dan penyetelan).
2. *Speed losses* (Penurunan Kecepatan)
 - a. *Idling and minor stoppages* (Kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun berhenti sesaat).
 - b. *Reduced speed* (Kerugian karena penurunan kecepatan produksi).
3. *Defects* (Cacat).
 - a. *Process defect* (Kerugian karena produk cacat maupun karena kerja produk diproses ulang).
 - b. *Reduced yielded losses* (Kerugian pada awal waktu produksi hingga mencapai waktu produksi yang stabil).

Berikut ini merupakan penjelasan dari 6 faktor *six big losses*, antara lain :

1) *Equipment Failure/ Breakdowns* (Kerugian Karena Kerusakan Peralatan)

Kerusakan mesin/peralatan (*equipment failure 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 antara lain 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 Karena Kerja 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 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 Yieled Losses* (Kerugian Pada Awal Waktu Produksi Hingga Mecipai Kondisi Produksi Yang Stabil)

Reduced yieled 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/pealatan atau cetakan (*dies*) ataupun operator tidak mengerti dengan kegiatan proses produksi yang dilakukan.

2.2.3 Perhitungan *Overall Equipment Efectiveness* (OEE)

Overall Equipment Efectiveness adalah suatu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tingkat keefektifan suatu mesin atau mesin dalam kondisi yang ideal dengan menghapuskan *six big losses* mesin atau peralatan. Pengukuran OEE ini didasarkan pada tiga rasio utama yaitu *availability rate*, *performance efficiency*, dan *rate of quality*.

1) *Availability Rate*

Availability Rate merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin atau peralatan. *Availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime* peralatan atau mesin. Dengan demikian rumus yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah sebagai berikut :

$$\text{Availability} = \frac{\text{Loading time} - \text{Downtime}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2) *Performance Efficiency*

Performance Efficiency merupakan suatu rasio yang menggambarkan kuantitas produk yang dihasilkan dikalikan dengan waktu siklus ideal (*ideal cycle time*) terhadap waktu yang tersedia untuk melakukan proses produksi (*operating time*). Rumus yang digunakan untuk mengukur *performance rate* adalah sebagai berikut :

$$\text{Performance} = \frac{\text{Process Amount} \times \text{Ideal Cycletime}}{\text{Operating Time}} \times 100\%$$

3) Rate of Quality

Rate of Quality merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan suatu produk yang sesuai dengan standar. Rumus pengukuran yang digunakan adalah sebagai berikut :

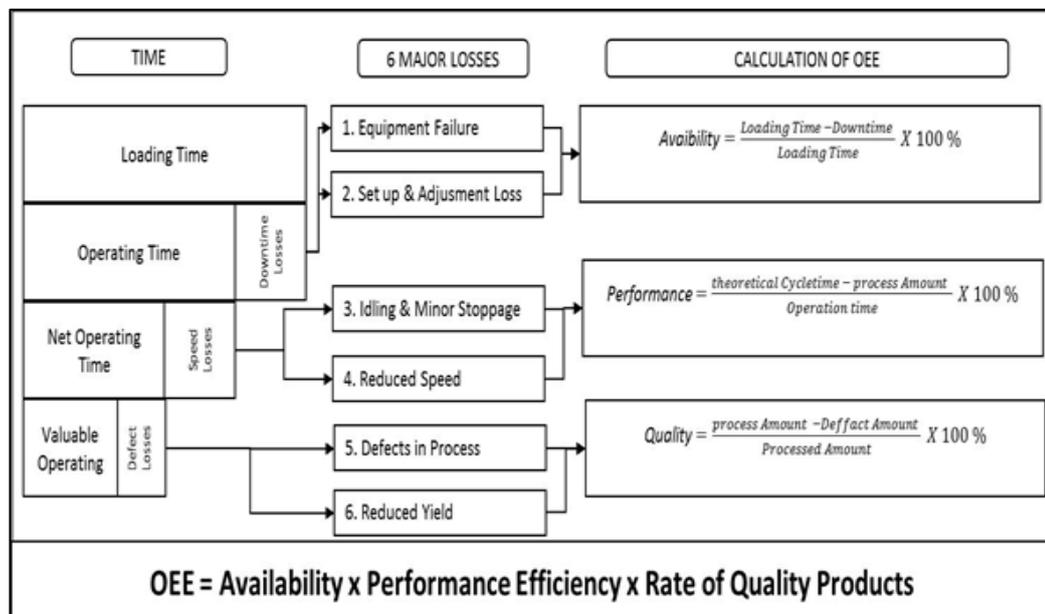
$$\text{Rate of Quality} = \frac{\text{Process Amount} \times \text{Defect Amount}}{\text{Process Amount}} \times 100\%$$

4) Nilai Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Perhitungan *overall equipment effectiveness* (OEE), yang diperoleh dari hasil perkalian ketiga kategori tersebut. Sehingga rumus yang digunakan untuk perhitungan adalah sebagai berikut:

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

Ketiga kategori tersebut merupakan rasio OEE yang didefinisikan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 2.4



Gambar 2.3 Perhitungan OEE Berdasarkan 6 Kerugian Besar

(Sumber : Ansori dan Mustajib, 2013)

Menurut Seichi Nakajima (1989) dalam buku (Sistem Perawatan Terpadu Ansori dan Mustajib, 2013), kondisi ideal OEE suatu perusahaan adalah :

- *Availability* > 90%
- *Performance Efficiency* > 95%
- *Quality Rate* > 99%
- OEE > 85%

Berikut penjelasan standar nilai OEE 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.

2.3 Pengertian *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA atau analisis mode kegagalan dan efek adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Suatu metode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang ditetapkan,

atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Dengan menghilangkan mode kegagalan maka FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk tersebut. Langkah-langkah dalam membuat FMEA adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi proses atau produk/jasa.
2. Mendaftarkan masalah-masalah potensial yang dapat muncul, efek dari masalah-masalah potensial tersebut dan penyebabnya.
3. Menilai masalah untuk keparahan (*severity*), probabilitas kejadian (*occurrence*) dan detektabilitas (*detection*).
4. Menghitung *Risk Priority Number* atau RPN yang rumusnya adalah dengan mengalikan ketiga variabel dalam poin 3 diatas dan menentukan rencana solusi-solusi prioritas yang harus dilakukan. **RPN= S×O×D**

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number* (RPN).

1. *Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisis resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi output proses. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk.

Tabel 2.1 Penentuan Nilai *Severity*

Rating	<i>Criteria of Severity Effect</i>
10 9	Potential <i>safety</i> problem (masalah keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap keselamatan pengguna. Bertentangan dengan hukum.
8 7	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak akan diterima, berada diluar batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan sangat mahal.
6 5 4	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja, namun masih dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak mahal dan dapat selesai dalam waktu singkat
3 2	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan regular.
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.

(Sumber : Gaspersz, 2002)

2. *Occurrence* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. Dengan memperkirakan kemungkinan occurrence pada skala 1 sampai 10.

Tabel 2.2 Penentuan Nilai *Occurrence*

Rating	Kriteria	Tingkat kegagalan/cacat
1	Adalah tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan kegagalan	1 dalam 1000000
2	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20000
3		1 dalam 4000
4	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

(Sumber : Gaspersz, 2002)

3. Nilai *Detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 2.3 Penentuan Nilai *Detection*

Rating	Kriteria	Tingkat kegagalan/cacat
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin akan terjadi	1 dalam 1000000
2	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi adalah rendah	1 dalam 20000
3		1 dalam 4000
4	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi	1 dalam 1000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi masih tinggi.	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

(Sumber : Gaspersz, 2002)

2.4 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Hasil	Persamaan & Perbedaan
1	Dinda Hesti Triwardani, Arif Rahman, Ceria Farela Mada Tantrika (2013)	<i>Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE) dalam Meminimalisi Six Big Losses pada Mesin Produksi Dual Filters DD07 (Studi Kasus : PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur).</i>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat efektifitas mesin <i>Dual Filters DD07</i> selama masa penelitian adalah sebesar 26.22%, dengan rata-rata nilai <i>availability</i> 69.88%, <i>performance</i> 45.37% dan <i>quality</i> 89.06%. Sedangkan, <i>losses</i> yang signifikan mempengaruhi nilai efektifitas adalah <i>idling and minor stoppages losses</i> dan <i>reduced speed losses</i>.</p> <p>Berdasarkan analisis menggunakan FMEA, dapat diketahui bahwa penyebab kegagalan yang akan diperbaiki sesuai urutan prioritas adalah pengaturan <i>belt</i> tiap operator berbeda, pengaturan <i>timex</i> tidak sesuai dan pisau <i>hopper</i> tumpul</p>	<p>Persamaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Identifikasi komponen kritis pada mesin -Menghitung nilai efektifitas dan memberikan usulan perbaikan <p>Perbedaan:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Penulis meneliti pada mesin <i>Blowing</i> di UD. Karunia Plastik. -Dinda, dkk (2013) meneliti pada mesin <i>Dual Filters D07</i>.

2	Dianra Alvira, Yanti Helianty, Hendro Prassetiyo (2015)	Usulan Peningkatan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Pada Mesin <i>Tapping Manual</i> Dengan Meminimumkan <i>Six Big Losses</i> (Studi Kasus : PT. X)	Pengukuran tingkat efektifitas mesin tapping manual menggunakan metode OEE di PT X didapatkan nilai rata-rata OEE untuk bulan Februari-Maret 2015 adalah 55,192% masih jauh dari nilai OEE <i>Institute of Plant Maintenance</i> yaitu 84%. Faktor yang sangat berpengaruh terhadap rendahnya nilai OEE adalah nilai <i>performance rate</i> . Rata-rata kerugian terbesar pada perusahaan terdapat pada <i>reduce speed losses</i> dan <i>idle minor and stoppage losses</i> yaitu sebesar 33,514%, dan 33,101%.	Persamaan: -Identifikasi komponen kritis pada mesin -Mengukur tingkat efektifitas dengan metode OEE serta memberikan usulan perbaikan Perbedaan: -Penulis meneliti pada mesin <i>Blowing</i> di UD. Karunia Plastik. -Dianra dkk (2015) meneliti mesin <i>tapping manual</i> di PT. X
---	---	--	---	--

3	Bernandus Yoseph Bilianto, Yurida Ekawati, (2016)	Pengukuran Efektifitas Mesin Menggunakan <i>Overall Equipment Effectiveness</i> Untuk Dasar Usulan Perbaikan (Studi Kasus : CV. Gracia).	Berdasarkan tiga kategori yaitu <i>availability</i> , <i>performance</i> , dan <i>quality</i> . Nilai rata-rata OEE pada tahun 2014 tergolong rendah yaitu sebesar 57%. Rendahnya nilai OEE dianalisis menggunakan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) dan <i>fishbone</i> diagram untuk mengetahui penyebab permasalahan. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penerapan usulan berupa pemindahan lokasi <i>raw material</i> dan pembuatan katalog warna pada bulan April - Mei tahun 2016 untuk meningkatkan efektifitas waktu kerja. Hasil	Persamaan: -Menggunakan metode OEE Perbedaan: -Penulis tidak melakukan perbaikan, melainkan memberikan usulan dan rencana perbaikan. -Bernandus dkk (2016) Melakukan perbaikan berdasar nilai OEE
---	---	--	---	---

4	Murtadlo (2018)	<p>Analisis Efektifitas Mesin Blowing Dengan Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> Sebagai Dasar Usulan Perbaikan (Studi Kasus : UD. Karunia Plastik)</p>	<p>Hasil penelitian yang dilakukan pada Desember 2017 – Februari 2018 menunjukkan tingkat efektifitas mesin <i>blowing</i> menghasilkan nilai <i>Availability</i> sebesar 84,57%, nilai <i>Performance</i> sebesar 82,49%, nilai <i>Rate of Quality</i> sebesar 92,88% dan didapatkan nilai OEE 64,79%. Sedangkan <i>six big losses</i> yang signifikan mempengaruhi nilai efektifitas adalah <i>idle and minor stoppage losses</i> dan <i>reduce speed losses</i>. Berdasarkan analisis menggunakan FMEA dapat diketahui bahwa penyebab kegagalan yang akan diperbaiki sesuai urutan prioritas yaitu usia mesin yang sudah tua, jam kerja pendek dan operator kurang memahami setup mesin</p>	<p>Persamaan : -Identifikasi komponen kritis pada mesin -Menghitung nilai efektifitas dan memberikan usulan perbaikan. Perbedaan : -Penulis meneliti pada mesin <i>Blowing</i> di UD. Karunia Plastik. -Dinda, dkk (2013) meneliti pada mesin <i>Dual Filters D07</i>. -Dianra dkk (2015) meneliti mesin <i>tapping manual</i> di PT. X. -Penulis tidak melakukan perbaikan, melainkan memberikan usulan dan rencana perbaikan. -Bernandus dkk (2016) Melakukan perbaikan berdasar nilai OEE</p>
---	-----------------	---	--	--