

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian dan Tujuan *Maintenance*

2.1.1 Pengertian *Maintenance*

Maintenance merupakan konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas / mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. *Maintenance* sebagai bentuk kegiatan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang mampu mengembalikan item / mempertahankan pada kondisi yang selalu dapat berfungsi, *maintenance* juga merupakan kegiatan pendukung yang menjamin kelangsungan mesin serta peralatan sehingga pada saat dibutuhkan dapat digunakan sesuai dengan yang diharapkan. Sehingga kegiatan perawatan merupakan seluruh rangkaian aktivitas yang dilakukan untuk mempertahankan unit – unit pada kondisi operasional dan aman, apabila terjadi kerusakan maka dapat dikendalikan pada kondisi operasional yang handal dan aman (Ebeling 1997) .

Dalam menjaga berkesinambungan proses produksi pada 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 :

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

5. *Overhaul*, tindakan besar – besaran yang biasanya digunakan pada akhir periode tertentu.

2.1.2 Tujuan *Maintenance*

Proses *maintenance* bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah pencegahan demi mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat kehandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan. Karena *maintenance* merupakan kegiatan pendukung bagi tujuan komersial, maka seperti kegiatan lainnya, *maintenance* harus efektif, efisien dan biaya rendah, jadi dengan kegiatan *maintenance* ini harusnya mesin / peralatan produksi bisa digunakan dengan rencana yang telah dirancang dan tidak mengalami *trouble* selama operasi. Dengan beberapa tujuan *maintenance* yang utama adalah sebagai berikut :

1. Mengatasi segala permasalahan, yang berkenaan dengan kontinuitas aktivitas produksi.
2. Meningkatkan efisiensi sumber daya produksi.
3. Memperpanjang *life time equipment* dan umur pengoperasian.
4. Melakukan perencanaan terhadap perawatan preventif, sehingga memudahkan dalam proses pengontrolan aktivitas perawatan.
5. Membantu para pengambil keputusan, sehingga dapat memilih solusi optimal terhadap kebijakan perawatan fasilitas industri.
6. Menjamin keselamatan pekerja saat mengoperasikan alat / mesin tersebut.
7. Mereduksi biaya perbaikan dan biaya yang timbul dari terhentinya proses karena permasalahan keandalan mesin.

2.2 Jenis – Jenis *Maintenance*

Maintenance yang dilakukan dalam suatu kegiatan produksi sebuah pabrik, dibedakan menjadi dua macam yakni, *unplanned maintenance* (pemeliharaan tidak terencana) dan *planned maintenance* (pemeliharaan terencana).

2.2.1 Pemeliharaan Tidak Terencana

Berupa *breakdown / shutdown maintenance*, yang dilakukan secara darurat. Merupakan tindakan maintenance yang tidak dilakukan pada alat / mesin yang masih dapat bekerja secara normal hingga mesin tersebut tidak dapat beroperasi lagi. Dengan diadakannya pemeliharaan tidak terencana ini diharapkan penerapan pemeliharaan dapat memperpanjang *life time* pada mesin / peralatan serta dapat mengurangi intensitas kerusakan.

2.2.2 Pemeliharaan Terencana

Merupakan pemeliharaan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya, karena itu program *maintenance* yang akan dilakukan ini memerlukan sebuah pengawasan dan juga pengendalian secara aktif dari bagian *maintenance* melalui informasi dari catatan riwayat mesin/peralatan yang dicatat mulai awal hingga akhir, dan konsep *planned maintenance* ditujukan supaya dapat mengatasi masalah yang dihadapi manajer dengan pelaksanaan kegiatan *maintenance*. Komunikasi dapat diperbaiki dengan informasi yang dapat memberikan data lengkap untuk mengambil keputusan, data yang penting dalam kegiatan *maintenance* antara lain seperti, laporan permintaan pemeliharaan, laporan pemeriksaan, laporan perbaikan, dan lain-lain.

a. Keuntungan dilakukannya *planned maintenance* antara lain :

1. Mengurangi *downtime*, *corrective maintenance*, dan menaikkan *uptime*.
2. Meningkatkan efisiensi mesin / peralatan serta penjadwalan tenaga kerja yang lebih efektif.
3. Memperpanjang interval waktu *overhaul* dan umur mesin/peralatan.
4. Mengurangi jumlah mesin untuk *stand by* dalam jumlah yang besar dan jumlah persediaan suku cadang.
5. Mengurangi jam lembur pekerja.
6. Dapat meningkatkan produksi dan penghematan biaya.
7. Distribusi pekerjaan antara tenaga kerja secara seimbang.
8. Dapat menstandarkan prosedur kerja, biaya dan waktu menyelesaikan pekerjaan.

b. Kerugian dilaksanakan *planned maintenance* antara lain adalah :

1. Dengan *planned maintenance* mesin / peralatan akan lebih sering diperiksa serta ditangani namun jika salah dalam penanganan justru dapat menimbulkan kerugian yang dapat mengganggu proses produksi.
2. Biaya awal untuk perancangan pembentukan *preventive maintenance* yang cukup tinggi.
3. Pemakaian suku cadang ternyata lebih baik, karena komponen yang kondisinya menurun tidak ditunggu sampai benar - benar rusak.

Pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) terdiri dari tiga bentuk pelaksanaan, yaitu :

a. *Preventive Maintenance* (Pemeliharaan Pencegahan)

Merupakan sebuah tindakan *maintenance* yang dilakukan ketika mesin / peralatan sedang beroperasi dengan baik. Jadi sebelum mesin / peralatan tersebut rusak yang bertujuan untuk menjaga agar tidak rusak untuk mendeteksi gejala akan terjadinya kerusakan secara dini, dapat bertindak untuk mengadakan perbaikan sebelum mengalami *breakdown / trouble*, dengan gambaran yang diperoleh dari pengertian di atas bahwa kegiatan pemeliharaan pencegahan yang paling penting yakni sebuah pemeriksaan (*inspection*) meliputi pemeriksaan terhadap semua mesin / peralatan produksi sesuai dengan rencana yang telah ditentukan dan dilanjutkan dengan pembuatan laporan-laporan melalui hasil pemeriksaan mulai awal hingga akhir, dengan demikian semua fasilitas produksi yang dilakukan *preventive maintenance* bisa terjamin kelancaran kerja dan selalu diusahakan dalam kondisi atau yang siap pakai untuk operasi / proses produksi pada setiap saat, sehingga dapat dimungkinkan untuk pembuatan sebuah rencana dan jadwal pemeliharaan serta perawatan yang cermat dengan susunan rencana produksi yang lebih tepat.

Secara umum tujuan dari *preventive maintenance* adalah :

1. Meminimalkan *downtime* dan meningkatkan kehandalan juga kesiapan mesin/peralatan agar dapat menjaga mesin/peralatan dapat berfungsi tanpa gangguan ketika operasi.

2. Meningkatkan efisiensi dan umur ekonomis mesin/peralatan supaya memperlancar kegiatan produksi.

Preventive maintenance sangat penting bagi mesin / peralatan produksi yang bersifat kritis (*critical unit*). Sebuah mesin/peralatan produksi dapat dikatakan *critical unit* apabila :

- a. Kerusakan mesin/peralatan akan membahayakan keselamatan atau kesehatan para pekerja.
- b. Kerusakan mesin/peralatan akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan dan akan dapat menyebabkan kemacetan proses produksi.
- c. Modal yang ditanamkan pada mesin/peralatan tersebut atau harga dari mesin / peralatan tersebut mahal.

Ciri-ciri *preventive maintenance* antara lain :

1. Mesin / peralatan yang akan dirawat sudah teridentifikasi dan telah diuraikan menjadi komponen-komponennya (tertulis dalam daftar).
2. *Maintenance* dilakukan ini terencana dan terjadwal sesuai dengan *plan*.
3. Sebagian besar kegiatan *maintenance* dilakukan pada komponen mesin pada kondisi operasi dan sebagian pada keadaan telah berhenti / mengalami *trouble*.
4. Untuk tiap komponen dilakukan tindakan-tindakan *maintenance* yang telah ditetapkan secara rutin pada interval-interval waktu tertentu.

Dalam prakteknya, *preventive maintenance* yang dilakukan dibedakan dua bagian, yaitu :

1. *Routine Maintenance* (Pemeliharaan Rutin)

Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin setiap hari yang dapat berupa penyetelan (*setting*), pelumasan mesin selama beberapa menit sebelum digunakan setiap hari secara berkelanjutan.

2. *Periodic Maintenance* (Pemeliharaan Periodik)

Merupakan kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya seperti seminggu sekali, sebulan sekali, atau setahun sekali, dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai acuan jadwal

pelaksanaannya. Contohnya seperti setiap seratus jam kerja mesin, dan seterusnya. *Periodic Maintenance* ini dapat berupa pemeriksaan sistem kerja komponen mesin / peralatan, dan pemeriksaan katup-katup pemasukan / pengeluaran minyak.

b. Corrective Maintenance (Pemeliharaan Perbaikan)

Merupakan sebuah kegiatan *maintenance* yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada mesin / peralatan sehingga tidak dapat berfungsi secara normal. *Corrective maintenance* menuntut para operator yang mengoperasikan mesin/peralatan supaya dapat melaksanakan dua hal mencakup :

1. Aktif berperan dalam memberikan ide-ide yang membangun bertujuan pencegahan terjadinya kerusakan mesin / peralatan dan mengantisipasi kondisi yang memungkinkan akan mengakibatkan kerusakan mesin/peralatan.
2. Mencatat hasil yang diperoleh dari inspeksi harian mencakup semua kerusakan-kerusakan yang timbul secara detil dan terperinci mulai awal hingga *finish* masa *inspection*.

c. Predictive Maintenance (Pemeliharaan Perbaikan)

Merupakan tingkatan-tingkatan *maintenance* yang dilakukan pada tanggal yang telah ditetapkan berdasar pada prediksi hasil analisa dan evaluasi data operasi yang diambil pada interval-interval waktu tertentu, dan data rekaman yang untuk melakukan *predictive maintenance* itu bisa berupa data getaran / *vibration*, *temperature*, *flow / rate* dan lain-lainnya, untuk kemudian Perencanaan *predictive maintenance* dapat dilakukan sesuai dengan laporan oleh operator lapangan yang diajukan melalui *work order* ke departemen *maintenance* untuk dilakukan tindakan penanganan yang tepat sehingga tidak merugikan perusahaan.

2.3 Tugas Pelaksanaan Kegiatan Maintenance

Maintenance dilakukan supaya dapat memelihara reliabilitas sistem pengoperasian pada tingkat yang dapat diterima dan tetap memaksimalkan laba dan meminimumkan biaya selama operasi. *Maintenance* yang cenderung untuk

memperbaiki reliabilitas sistem, termasuk pada kategori kebijaksanaan pokok yang dapat diperinci sebagai berikut :

- a. Kebijakan yang nantinya cenderung untuk mengurangi frekuensi kerusakan peralatan produksi.
- b. Kebijakan untuk kegiatan pemeliharaan yang dilaksanakan dengan mempertimbangkan dua hal yaitu :
 1. penggantian mesin/peralatan
 2. pelaksanaan reperasi serta didukung oleh keahlian dan keterampilan teknikal.
- c. Penggantian peralatan tersebut harus berdasarkan pada :
 1. Perhitungan terhadap semua faktor biaya selama perbaikan.
 2. Analisa nilai ekonomis mesin / peralatan lama dengan mesin / peralatan yang baru.
 3. *Sparepart* mesin / peralatan yang ada harus segera dimanfaatkan.

Seluruh kegiatan maintenance dapat digolongkan ke dalam salah satu dari lima tugas pokok berikut, yaitu :

- a. Inspeksi (*Inspection*)

Kegiatan ini meliputi pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine schedule check*) terhadap mesin/peralatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan, bertujuan untuk mengetahui apakah perusahaan selalu mempunyai fasilitas mesin/peralatan yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi dan juga faktor *safety* para pekerja selama operasi.
- b. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan ini meliputi percobaan pada peralatan yang baru dibeli dan kegiatan pengembangan komponen atau peralatan yang perlu diganti. Melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan pengembangan komponen atau peralatan, juga berusaha untuk mencegah timbulnya kerusakan.
- c. Kegiatan Produksi

Merupakan sebuah kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki mesin / peralatan produksi.
- d. Kegiatan Administrasi

Merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan tentang biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan sebuah kegiatan pemeliharaan, penyusunan *planning* dan *schedulling*, yakni rencana kapan suatu mesin / peralatan tersebut harus diperiksa, diservis dan diperbaiki.

e. Pemeliharaan Bangunan

Merupakan kegiatan yang tidak termasuk dalam kegiatan teknik dan produksi dari bagian *maintenance*.

Pelaksanaan kegiatan *maintenance* dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu :

a. Sentralisasi

1. Fasilitas training dapat diadakan kepada anggota *maintenance*.
2. Komunikasi yang mudah antar bagian bidang keahlian yang beragam.
3. Tingkat keahlian yang dimiliki unit akan lebih tinggi.
4. Kemungkinan untuk memiliki peralatan canggih yang cukup besar.

b. Desentralisasi

1. Mengurangi waktu perjalanan dari dan ke lokasi perawatan.
2. Mengetahui serta menguasai peralatan yang akan ditangani dengan lebih mendalam, dan tanggungjawab perhatian terhadap alat lebih besar sehingga perawatan lebih teliti untuk mengurangi intensitas *trouble*.

2.4 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 di aplikasikan secara menyeluruh oleh banyak perusahaan di dunia.

Overall Equipment Effectiveness adalah besarnya efektifitas yang dimiliki oleh peralatan atau mesin. OEE dihitung dengan memperoleh dari availabilitas melalui alat alat perlengkapan, efisiensi kinerja dari proses dan rate dari mutu produk, dengan formula matematis dari OEE dirumuskan sebagai berikut :

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

Dalam pelaksanaan OEE terdapat beberapa manfaat yang dapat diambil dari OEE antara lain sebagai berikut :

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

Kondisi operasi mesin / peralatan produksi tidak akan akurat ditunjukkan jika hanya didasari oleh perhitungan satu faktor saja, misalnya *performance efficiency* saja. Dari enam pada *six big losses* baru *minor stoppages* saja yang dihitung pada *performance efficiency* mesin / peralatan dari keenam faktor dalam *six big losses* harus diikuti dalam perhitungan OEE, lalu kondisi aktual dari mesin / peralatan dapat dilihat secara akurat sesuai dengan yang nyata pada lapangan, keenam faktor dalam *six big losses* harus dilakukan dalam perhitungan OEE.

2.5 Availability

Merupakan suatu rasio yang menggambarkan pemanfaatan waktu yang tersedia untuk kegiatan operasi mesin / peralatan. *Availability rate* dipengaruhi 2 komponen, yaitu equipment failure dan set up adjusment losses. Nakajima (1988) *availability* merupakan rasio dari *operation time*, dengan mengeliminasi *downtime peralatan*, terhadap *loading time*.

Dengan demikian formula yang digunakan untuk mengukur *availability ratio* adalah :

$$Availability = \frac{Operation\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

Alur pengukuran *availability ratio* ini adalah mengurangi *available time* dengan *planned downtime*, sehingga diperoleh *loading time*. Selanjutnya *loading time* dikurangkan dengan *availabilty losses (downtime)* sehingga diperoleh *operating time*. Terakhir dengan membandingkan *operating time* terhadap *loading time* dan memprosentasekannya, maka nilai *availability ratio* diperoleh.

Loading time adalah waktu yang tersedia (*available time*) perhari atau perbulan dikurangi dengan waktu *downtime* mesin yang direncanakan (*planned downtime*).

$$\text{Loading time} = \text{Total Available Time} - \text{Planned Downtime}$$

Planned downtime merupakan jumlah waktu *downtime* yang sudah direncanakan pada rencana produksi, termasuk waktu *downtime* mesin untuk pemeliharaan (*schedule maintenance*) atau kegiatan manajemen lainnya.

Operation time merupakan hasil pengurangan *loading time* dengan waktu *downtime* mesin (*non- operation time*) dan dapat disebut *operation time* merupakan waktu operasi yang tersedia (*available time*) setelah waktu-waktu *downtime* mesin dikeluarkan dari total *available time* yang direncanakan, kemudian *downtime* mesin adalah waktu proses yang seharusnya digunakan mesin, tetapi karena adanya sebuah gangguan pada mesin / peralatan (*equipment failures*) mengakibatkan tidak ada *output* yang dapat dihasilkan. *Downtime* meliputi mesin berhenti beroperasi karena kerusakan mesin / peralatan, penggantian cetakan (*dies*), pelaksanaan prosedur *setup* dan *adjustment* dan lain sebagainya.

2.6 Performance Efficiency

Merupakan suatu ratio yang menggambarkan kemampuan dari peralatan dalam menghasilkan barang. *Performance efficiency* memiliki 2 komponen yakni, *idling and minor stoppage losses* dan *reduce speed*. Rasio ini merupakan hasil dari *operating speed rate* dan *net operating rate*. *Operating speed rate* peralatan mengacu kepada perbedaan antara kecepatan ideal (berdasarkan desain peralatan) dan kecepatan operasi aktual. *Net operating rate* mengukur pemeliharaan dari suatu kecepatan selama periode tertentu. Dengan kata lain, ia mengukur apakah suatu operasi tetap stabil dalam periode selama peralatan beroperasi pada kecepatan rendah. Dengan persamaan matematisnya ditunjukkan sebagai berikut :

$$\text{Operating Speed Rate} = \frac{\text{Ideal Cycle Time}}{\text{Actual Cycle Time}}$$

$$\text{Net Operating Rate} = \frac{\text{Actual Process Time}}{\text{Operation Time}}$$

Net operation rate merupakan perbandingan antara jumlah produk yang diproses (*processes amount*) dikali *actual cycle time* dengan *operation time*. *Net operation time* berguna untuk menghitung rugi-rugi yang diakibatkan oleh *minor stoppages* dan menurunnya kecepatan produksi.

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

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

Kemudian untuk formula *performance efficiency* dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Performance Efficiency} = \frac{\text{Processed amount} \times \text{Ideal cycle time}}{\text{Operation time}} \times 100\%$$

2.7 Rate of Quality Product

Merupakan suatu rasio yang menggambarkan kemampuan peralatan dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan standar. *Quality rate* didukung 2 komponen, yaitu *defect in process* dan *reduced yield*. Formula yang digunakan untuk pengukuran rasio ini adalah :

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

Menurut *seichi nakajima* (1989), kondisi yang ideal untuk *OEE* setelah dilaksanakannya *TPM* pada suatu perusahaan adalah :

- *Availability* > 90 %
- *Performance efficiency* > 95 %
- *Quality rate* > 99 %

Sehingga kondisi ideal pencapaian nilai *OEE* adalah > 85 %.

2.8 Analisis Six Big Losses (Enam Kerugian Besar)

Menurut Nakajima (1988), terdapat 6 kerugian besar yang menyebabkan rendahnya kinerja dari peralatan. Keenam kerugian tersebut, atau sering disebut dengan *Six Big Losses* yang terdiri dari :

- *Equipment Failure*
- *Set up and adjustment losses*
- *Idle and minor stoppage*
- *Reduced speed*
- *Defect in process*
- *Reduced yield*

2.8.1 Equipment failure / Breakdown

Kerusakan mesin/peralatan (*equipment failure breakdown*) akan mengakibatkan waktu yang terbuang sia-sia yang mengakibatkan kerugian bagi perusahaan akibat berkurangnya volume produksi atau kerugian material akibat produk cacat yang dihasilkan (Shirose, Kunio, 1995).

$$\text{Equipment Failure (breakdown losses)} = \frac{\text{Total breakdown time}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.8.2 Set up and Adjustment Losses

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

$$\text{Setup and Adjustment Loss} = \frac{\text{Total setup and adjustment}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.8.3 Idle and Minor Stoppage Losses

Merupakan suatu kerugian karena beroperasi tanpa beban maupun karena berhenti sesaat muncul jika faktor eksternal mengakibatkan suatu mesin / peralatan berhenti secara berulang-ulang atau mesin / peralatan beroperasi tanpa menghasilkan sebuah produk, contohnya, mesin beroperasi akan tetapi bahan

yang akan masuk dala proses masihbelum dapat terkirim karena terhambat pada proses mix dan tidak dapat mencapai mesin/peralatan, atau parameter temperature yang tidak bisa berfungsi sehingga mengakibatkan mesin / peralatan berhenti secara tiba tiba. Jika kondisi ini terjadi biasanya mesin dapat berfungsi kembali jika material yang akan diproses tersebut, dipindahkan ataupun melakukan reset kembali pada mesin / peralatan.

$$Idle\ and\ Minor\ Stoppage = \frac{Non\ productive\ time}{Loading\ time} \times 100\%$$

2.8.4 Reduce Speed Losses

Menurunya kecepatan produksi dapat timbul jika operasi aktual lebih kecil dari kecepatan mesin yang sudah dirancang beroperasi dalam kecepatan normal. Menurunnya kecepatan produksi ini, dapat disebabkan oleh :

- a. Kecepatan produksi mesin / peralatan menurun akibat operator tyang belum mengetahui bagaimana kecepatan normal mesin / peralatan yang seharusnya berjalan saat operasi.
- b. Kecepatan mesin yang sudah dirancang tidak dapat mencapai target karena perubahan dari jenis produk atau material tidak sesuai dengan spesifikasi mesin / peralatan yang digunakan.
- c. Kecepatan produksi segera dikurangi untuk mencegah timbulnya masalah pada mesin / peralatan juga kualitas produk yang dihasilkan, jika produksi pada kecepatan produksi yang lebih tinggi.

$$Reduced\ Sped\ Loss = \frac{Operation\ time - (Ideal\ cycle \times Processed\ amount)}{Loading\ time} \times 100\%$$

2.8.5 Rework Losses

Produk cacat yang dihasilkan dapat mengakibatkan kerugian material, mengurangi jumlah produksi, limbah produksi meningkat, dan biaya untuk pengerjaan ulang. Dari kerugian akibat pengerjaan ulang termasuk biaya tenaga kerja juga waktu yang dibutuhkan untuk mengolah serta mengerjakan kembali ataupun memperbaiki *defect* pada produk. Walaupun waktu yang dibutuhkan untuk memperbaiki cacat produk jumlahnya hanya sedikit akan tetapi kondisi seperti ini dapat menimbulkan masalah yang semakin besar.

$$\text{Process Defect Loss} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{Rework}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.8.6 Yield / Scrap Losses

Reduced yielded losses merupakan sebuah kerugian waktu dan material yang timbul selama waktu yang dibutuhkan oleh mesin/peralatan untuk menghasilkan produk baru dengan kualitas produk yang sudah diharapkan sesuai target, kemuddian kerugian yang timbul tergantung pada beberapa 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, kurang paham tentang *scope* pekerjaan.

Beberapa hal yang berhubungan dengan kerugian yang mungkin timbul pada tahap awal produksi dapat diterima karena tidak dapat dihindarkan, akan tetapi tetap dibutuhkan tindakan untuk meminimalkan hal tersebut, agar mesin/peralatan yang digunakan dapat beroperasi pada kondisi ideal yang diharapkan dan tidak sering mengalami *trouble* parah. Sebelum kita mengetahui seberapa besar pengaruh keenam kerugian besar tersebut pada mesin/peralatan yang digunakan, kerugian-kerugian yang mengakibatkan rendahnya produktivitas mesin/peralatan tidak akan dapat kita kurangi atau dihilangkan, namun jika kita sudah dapat mengukur seberapa besar masing masing *six big losses* yang terjadi pada mesin/peralatan maka tindakan dan langkah-langkah untuk mengurangnya dapat ditentukan dengan menggunakan prinsip-prinsip yang terdapat pada TPM.

$$\text{Yield/Scrap Loss} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{Loading time}} \times 100\%$$

2.9 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

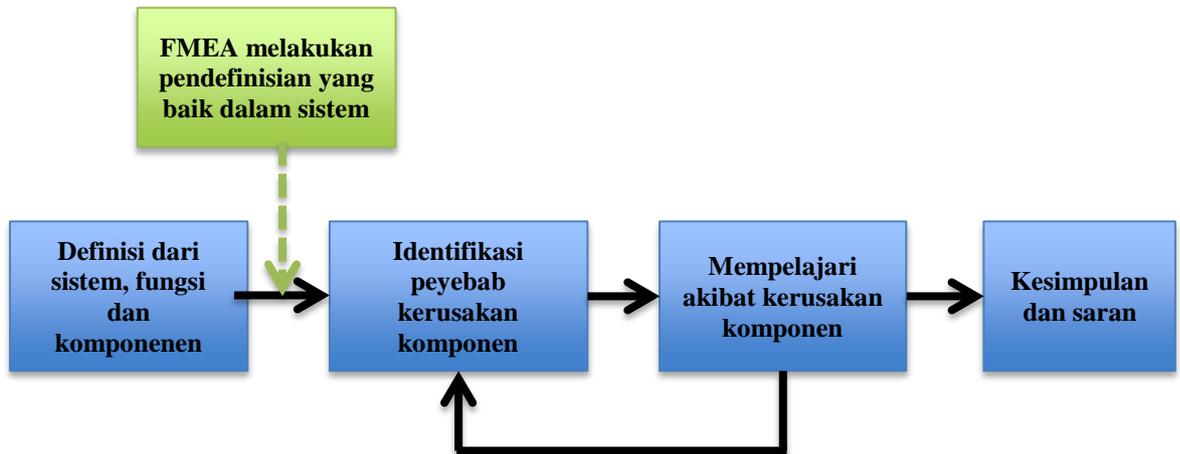
Merupakan metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain system dengan mempertimbangkan berbagai macam jenis kegagalan dari system yang terjadi dari beberapa komponen, menganalisa pengaruh terhadap kendala system dengan penelusuran pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level item khusus dari system.

FMEA melakukan perbaikan dengan cara :

1. Mengidentifikasi model – model kegagalan pada komponen, peralatan, dan system.
2. Menentukan akibat yang potensial pada peralatan, sistem yang berhubungan dengan setiap model kegagalan.
3. Membuat rekomendasi untuk menambah keandalan komponen, peralatan, sistem.

Empat langkah utama dalam kinerja dari FMEA

1. Mendefinisikan sistem, fungsi dan komponennya.
2. Mengidentifikasi penyebab kerusakan komponen.
3. Mempelajari akibat dari penyebab kerusakan komponen.
4. Memberikan kesimpulan dan saran.



Gambar 2.1. Langkah Kinerja FMEA

Sistem Fungsi dan Komponen

Fungsi merupakan hal pertama yang harus didefinisikan. Beragam sistem operasi harus diidentifikasi. Informasi yang diperlukan pada tahapan ini meliputi :

- Fungsi utama dari sistem
- Keterbatasan fungsi yang utuh dalam sistem komponen
- Spesifikasi mengenai sistem operasi dan spesifikasi komponen menurut lingkungan sistem dan komponen pada tempatnya.

Identifikasi Penyebab Kerusakan Komponen

Proses identifikasi kerusakan dapat dilakukan dengan melakukan pertimbangan terhadap proses berupa :

- Jika komponen telah digunakan didalam fasilitas, ada penelitian operasinya, sangat baik apabila penelitian itu digunakan untuk mengidentifikasi kerusakan.

- Jika berupa desain komponen baru, komponen-komponen lain dengan persamaan desain dan fungsi dapat dijadikan acuan untuk menganalisa kehandalan komponen yang digunakan.

Identifikasi Akibat dari Penyebab Kerusakan Komponen

Akibat dari tiap penyebab kegagalan dalam fungsi suatu sistem seperti halnya dalam komponen dapat dipelajari secara sistematis dan dapat diperkirakan. Akibat yang dijelaskan dapat diasumsikan bahwa terdapat satu penyebab kesalahan dan komponen yang lain beroperasi secara normal. Dengan mempelajari akibat dari suatu sistem dapat diketahui perbedaaan dari akibat yang lain diluar sistem.

Pengambilan Keputusan

Setelah melakukan seluruh langkah sebelumnya, analisis akan menggambarkan kesimpulan dalam obyek enelitian. Dengan hasil yang ditunjukkan sebagai berikut :

- Seluruh gambaran penyebab kegagalan dan akibat yang ditimbulkan dalam sistem operasi telah diperhitungkan dalam desain.
- Dapat mengidentifikasi satu kerusakan.
- Penyebab kegagalan diperhitungkan secara luas dari akibat yang ditimbulkan dalam fungsi sistem.
- Mengidentifikasi kerusakan kedua dan kerusakan lainnya.
- Merancang prosedur perawatan yang berhubungan antara tiap – tiap penyebab kegagalan.

Tabel 2.1. Contoh Tabel FMEA

<i>No.</i>	<i>Function</i>	<i>Functional Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>
1.				
2.				

2.10 Penelitian Terdahulu

Penelitian untuk skripsi ini pada dasarnya memiliki persamaan dengan penelitian sebelumnya, yakni dengan penggunaan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), namun perbedaannya terletak pada objek yang akan diteliti dan termasuk tujuan yang akan dicapai.

Tabel 2.2. Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Kesimpulan	Usulan Perbaikan
1.	As'ari Ayub. (2012)	<i>Analisis Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dan upaya peningkatan performa mesin di PT Kubota Indonesia	Nilai OEE sebesar 80,98 % yang masih di bawah standar JIPM, analisa menggunakan FMEA dan LTA yang menghasilkan failure mode dengan nilai RPN sebesar 76 %	Fishbone Diagram
2.	Setiawan Indra. (2015)	<i>Analisis Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) Sebagai Rekomendasi Perbaikan Maintenance di CV. Sinar Albasia Utama Yogyakarta	Berdasar hasil OEE yang dibandingkan dengan nilai standar JIPM nilai peridoe triwulan I mesin Gang Rip Saw adalah 62,09 %. Masih dibawah nilai standar (85 %)	ARENA (simulasi)
3.	Harumbia Sari Zulafa. (2016)	Analisa Efektifitas Penggunaan Mesin Pencuci Botol	Nilai Availability, nilai performance, dan nilai quality	Metode OEE & Teknik Perbaikan Kualitas

		Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) di PT. Lombok Gandaria	serta OEE masih di bawah standar yakni 85 % karena faktor yang mempengaruhi rendahnya nilai OEE yakni tidak tercapainya nilai performance dan Quality yang rendah.	
4.	Rifqi Ravelly Suwarno (2019)	Analisa Penggunaan Mesin Produksi Urea di Petrokimia Gresik Dengan Menggunakan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)		FMEA