

## **Bab 2**

### **Landasan Teori**

#### **2.1. Definisi Perawatan**

Perawatan dapat didefinisikan sebagai suatu konsep dari semua kegiatan dan aktivitas yang diperlukan untuk mempertahankan kualitas mesin, peralatan atau bahkan suatu sistem agar tetap mampu berfungsi dengan baik seperti pada kondisi awal. Perawatan selanjutnya dilakukan secara berkesinambungan dan tepat sasaran. Dengan adanya perawatan secara berkesinambungan maka kualitas mesin akan tetap terjaga dan umur pemakaian mesin dapat maksimal.

“Perawatan adalah pendukung bagi kegiatan komersil dengan cara efektif, efisien dan berbiaya rendah. Dikarenakan adanya biaya perawatan maka mesin produksi harus dapat digunakan atau beroperasi dengan normal dan tidak mengalami kerusakan sampai dengan jangka waktu tertentu seperti yang telah di jadwalkan. Beberapa tujuan perawatan yang utama adalah (Sudrajat, 2011,16).

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan diluar batas serta menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan, selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Mencapai tingkat biaya perawatan secara efektif dan efisien secara keseluruhan.
5. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.
6. Memaksimalkan ketersediaan semua peralatan sistem produksi dengan cara mengurangi *downtime*.
7. Memperpanjang umur atau masa pakai dari mesin tersebut.”

#### **2.2 Total Productive Maintenance**

”*Total productive maintenance* merupakan suatu program yang melibatkan seluruh elemen dari berbagai bagian yang ada di suatu perusahaan untuk dapat saling

bekerja sama untuk mengurangi waktu *downtime*. Dikenalkan pertama kali di Jepang oleh Siichi Nakajima pada tahun 1998, dan dikembangkanlah *preventive maintenance* sistem dari Amerika. Menurut Susetyo, Joko pada tahun 2008 “*Total productive maintenance* adalah suatu filosofi yang bertujuan untuk memaksimalkan efektifitas dari segala fasilitas yang digunakan didalam suatu industri. Filosofi ini tidak hanya ditujukan pada perawatan saja, akan tetapi pada semua aspek dari operasi dan instalasi fasilitas produksi juga termasuk didalamnya serta yang terakhir adalah peningkatan kinerja dari orang-orang yang bekerja didalam perusahaan tersebut”.

*Total Productive Maintenance* (TPM) memiliki beberapa komponen yang wajib dijalankan bagi suatu perusahaan ataupun industri yang akan menggunakan filosofi TPM ini. Komponen berikut merupakan suatu fungsi atau tombak utama dalam menjalankan filosofi *Total Productive Maintenance*. Komponen dari TPM secara umum terdiri atas 3 bagian, yaitu:

1. *Total Approach*

Semua anggota perusahaan ikut terlibat, menjaga semua fasilitas yang ada dan bertanggung jawab atas pelaksanaan TPM

2. *Productive Action*

Sikap proaktif dari seluruh karyawan terhadap kondisi dan operasi dari fasilitas produksi.

3. *Maintenance*

Meningkatkan efektifitas dari semua fasilitas dan pelaksanaan perawatan operasi produksi.

Menurut Suzaki pada tahun 1987”menyatakan bahwa “*Total Productive Maintenance* merupakan suatu konsep pemeliharaan yang melibatkan semua pegawai. Yang mana tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mencapai efektifitas pada sistem produksi melalui kerja sama dan kegiatan pemeliharaan yang produktif. TPM wajib melibatkan semua elemen yang berada pada suatu perusahaan dan berfokus pada kegiatan yang telah mereka rencanakan. TPM sama seperti layaknya *Total Quality Control* (TQC) yang mana melibatkan seluruh karyawan

adalah kunci dari kesuksesan mengembangkan kualitas usaha yang dapat memenuhi kebutuhan pelanggan. TPM juga memiliki prinsip yang sama dengan pengembangan TQC dimana kemacetan atau gangguan pada mesin disamakan dengan dengan cacat produksi yang terjadi pada jalur produksi.

Menurut Nakajima tahun 1988, pada masa perkembangannya TPM berfokus pada perawatan yang mendukung proses produksi dalam perusahaan, dan JIPM mendefinisikan dalam lima elemen berikut :

1. TPM berfungsi untuk memaksimalkan efektivitas pada seluruh fasilitas yang ada (OEE).
2. TPM adalah sistem yang ada pada PM (*Preventive Maintenance*) pada jangka waktu keseluruhan suatu perusahaan.
3. TPM melibatkan seluruh bagian departemen suatu perusahaan (pengoperasian, penawaran dan perancangan)
4. TPM melibatkan seluruh anggota perusahaan mulai dari karyawan lantai produksi hingga puncak manajemen perusahaan,
5. TPM sebagai landasan dalam promosi PM dalam bentuk kegiatan kelompok kecil mandiri melalui manajemen motivasi.

Menurut Nakajima tahun 1988, kata “Total” pada *Total Productive Maintenance* mengandung tiga arti yaitu :

1. *Total Effectiveness*, mengartikan bahwa TPM memiliki tujuan untuk efisiensi ekonomi dan mencapai keuntungan pada perusahaan (point 1).
2. *Total Maintenance System*, meliputi *preventive maintenance, maintainability improvement dan maintenance prevention* (point 2).
3. *Total Participation of All Employees*, terdiri dari *autonomous maintenance operator* pada kegiatan suatu group kecil (*small group activities* berdasarkan point 3, 4 dan 5.)

*Preventive maintenance* (PM) adalah suatu perawatan pada peralatan dan dilakukan untuk mencegah terjadinya suatu *breakdown*. PM akan dilakukan secara terus menerus dan berkala serta dengan perlakuan khusus yang sesuai dengan spesifikasi

pada peralatan tersebut. *Predictive maintenance* mempunyai fungsi untuk menghindari perawatan atau mentiadakan peralatan dari perawatan (*maintenance-free design*) dan hal itu dapat disebut juga sebagai salah satu metode perawatan. *Maintainability improvement* adalah memperbaiki atau memodifikasi suatu peralatan agar lebih terhindar dari *breakdown* dan mudah untuk dirawat. *Productive maintenance* merupakan hasil pengembangan dan kombinasi dari *preventive maintenance*, *predictive maintenance* dan *maintainability improvement* dengan prinsip-prinsip *design to life cycle cost* (DTLCC). *Design to life* biaya siklus suatu peralatan. Biaya siklus umur (*life cycle cost*) adalah biaya yang terjadi selama masa pemakaian peralatan. (Nakajima,1998:11)

### **2.2.1. Small Group Activities**

Menurut Nakajima tahun 1988 Aktivitas grup kecil dibentuk atas dasar adanya keikutsertaan yang bersifat wajib dari karyawan dalam suatu perusahaan. Target atau sasaran dari grup kecil ini harus searah dan sama dengan target perusahaan yang mana meningkatkan produktivitas dan menciptakan lingkungan kerja yang kondusif. Dalam aktivitas grup kecil ini, pegawai merupakan pelaku utama atau dengan kata lain siapa yang melaksanakan pekerjaan mempunyai tanggung jawab atas pekerjaannya dan bukan sekedar mematuhi perintah agar bisa mendapatkan gaji.

Jika pekerja memainkan peran aktif sebagai pelaku utama, maka pada saat yang sama, manajer mempunyai tugas serta tanggung jawab dalam membina serta menumbuhkan motivasi para pekerja dalam hal sebagai berikut: (Nakajima,1988:50)

1. Menyadari pentingnya pekerjaan. Pekerja harus menyadari pentingnya tugas mereka agar dapat bertanggung jawab dan mau melaksanakannya dengan baik.
2. Menentukan target dan usaha pencapaiannya. Target harus ditetapkan sehingga suatu pekerjaan mempunyai tujuan yang jelas sehingga ada motivasi yang mendasari untuk mencapainya. Target manajemen atau perusahaan dapat dijadikan landasan untuk memotivasi para pekerja.
3. Menindaklanjuti saran-saran yang diberikan oleh grup kecil. Hal ini akan membuat anggota grup bertambah motivasinya dalam memberikan saran-saran

perbaikan. Dengan diterima dan diterapkannya saran-saran tersebut. Dalam hal ini akan mendorong mereka untuk bekerja lebih produktif.

4. Menghargai usaha pekerja terutama yang berprestasi. Penghargaan dapat diberikan secara individu atau kepada kelompoknya (grup kecil). Penghargaan dari perusahaan akan mendorong tumbuhnya motivasi untuk terus meningkatkan kualitas pencapaian kepuasan atas pekerjaannya.

Ada tiga kunci yang akan menjadi faktor keberhasilan dari pelaksanaan aktivitas grup kecil yaitu lingkungan kerja, kemampuan dan motivasi. Kemampuan dan motivasi adalah faktor yang ada pada diri pekerja dan menjadi tanggung jawab sendiri sedangkan lingkungan pekerjaan berada di luar kontrol mereka. Motivasi dan kemampuan kerja dapat dimunculkan dengan pelatihan dan pendidikan, baik itu berkaitan dengan social komunikasi (hubungan sesame manusia) ataupun keterampilan didalamnya seperti skill manajemen, listrik, mesin dan yang lainnya. Untuk menciptakan lingkungan kerja yang baik maka perusahaan harus mampu menciptakan *participate management system*, hal ini merupakan perubahan dari *authoritarian management*. Dengan adanya manajemen partisipatif maka semua pegawai atau karyawan akan didengar pendapatnya dan mampu memberikan suasana kerja yang ramah. Sedangkan dari segi fisik yaitu *physical environment* maka tersedianya peralatan yang cukup yaitu material, tool dan petunjuk yang ada pada perusahaan dapat meningkatkan efektivitas kerjanya. Selain itu, tersedianya sarana untuk anggota grup untuk bisa mengadakan pertemuan rutin, juga sangat diperlukan. Ketersediaan sarana lingkungan yang mendukung seperti di atas adalah tanggung jawab manajemen perusahaan serta di dukung oleh anggota grup kecil (melalui kegiatan AM). (Nakajima, 1988 : 112-114)

### **2.2.2. Sikap Kerja 5S**

Pelaksanaan dalam konsep *Total Productive Maintenance* didasari juga oleh motto yang terkenal di Jepang sebagai 5S, yaitu: (Osada,1995:5)

1. Seiri (Ringkas)

Yaitu hanya menggunakan alat atau barang yang diperlukan untuk membuang atau menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan.

## 2. Seito (Rapi)

Yaitu menata barang seefektif mungkin dan mengelompokkannya berdasarkan penggunaan sehingga dapat mengurangi waktu pencariannya.

## 3. Seiso (Resik)

Yaitu membersihkan seluruh lingkungan kerja, baik itu mesin, alat kerja ataupun lantai kerja yang berhubungan dengan lingkungan kerja.

## 4. Seiketsu (Rawat)

Berarti merawat dan mempertahankan seluruh fasilitas, alat ataupun lantai kerja yang sudah bersih dan rapi secara terus menerus.

## 5. Shitsuke (Rajin)

Rajin dalam artian disiplin individu dengan cara menjalankan ringkas, resik, rapi dan rawat secara rutin dan menjadikannya sebagai kebiasaan yang dilakukan sehari-hari.

### **2.3. Overall Equipment Effectiveness**

Menurut Borris tahun 2006 *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) merupakan pengukuran total pada *performance* dan juga *availability* dari kualitas serta produktivitas. Pengukuran pada OEE dapat menunjukkan kinerja suatu perusahaan yaitu seberapa baik penggunaan sumber daya yang ada termasuk pekerja, peralatan dan kemampuan untuk dapat memuaskan pelanggan dalam hal ketepatan spesifikasi dan kualitas yang sesuai menurut pelanggan. Jika diberitahu bahwa keefektifan peralatan di Plant X lebih dari 85%, dapat diasumsikan bahwa peralatan tersebut dioperasikan secara efektif dan efisien. Tapi metode perhitungan apa yang menjadi dasar kalkulasi? Banyak perusahaan yang menggunakan istilah “tingkat keefektifan peralatan”, akan tetapi metode perhitungannya sangat bervariasi.

#### **2.3.1. Availability**

*Availability* merupakan waktu keadaan suatu peralatan dalam artian kesiapan mesin untuk membuat suatu produk yang berkualitas. *Availability ratio* yang digunakan adalah untuk menentukan nilai OEE dengan cara memperhatikan total

waktu keseluruhan dari kerusakan yang disebabkan dari *unscheduled downtime*, *set-up and adjustment*, dan kerusakan yang tidak diprediksi lainnya.

Menurut Nakajima tahun 1988, beberapa factor utama dari availability adalah *loading time* dan *operation time*. *Loading time* merupakan total waktu produksi dalam sehari yang belum dipengaruhi oleh *downtime*.

*Availability*

$$= \frac{(\textit{loading time} - \textit{downtime})}{\textit{loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keputusan manajemen akan sangat diperlukan untuk mendefinisikan apa yang diterima sebagai *downtime* dan untuk mengontrol *loading time*. Dunia industri sendiri memiliki standar untuk menentukan berapa *availability* yang harus dicapai, yaitu minimal 85%. Pada point tertentu diperlukan pengetahuan untuk melakukan pengujian untuk melakukan tes, pemeriksaan, pergantian agar bisa memastikan berapa *downtime* yang terjadi.

### 2.3.2. Performance

Menurut Borris tahun 2016, *performance* adalah suatu rasio yang menjelaskan tentang kemampuan dan kinerja dari peralatan atau mesin yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk. Dua faktor utama dari rasio ini adalah *number of units manufactured* dan *possible number of units*. Untuk menentukan nilai *performance* meliputi *number of units manufactured* dan *possible number of units*. Satuan yang digunakan untuk *number of units manufactured* (Rata-rata Produksi) dan *possible number of units* (Target Produksi) pada penelitian ini adalah unit.

*Performance*

$$= \left( \frac{(\textit{number of units manufactured})}{\textit{possible number of units}} \times 100\% \right) \dots \dots \dots (2)$$

### 2.3.3. Quality

*Quality* adalah suatu rasio pengukuran tingkat kualitas dari kemampuan peralatan atau mesin dalam menghasilkan produk. *Quality* biasa digunakan untuk melihat

apakah produk telah sesuai dengan standar yang ditetapkan ataukah belum, dalam artian produk harus sempurna dan siap untuk dijual. *Quality* meliputi kegagalan pada tahap produksi biasanya pada mesin khusus atau garis produksi.

*Processed amount* adalah hasil dari proses produksi yang berlangsung. Kalkulasi *Quality* diidentifikasi dari kegagalan kualitas, jumlah produk cacat untuk kegagalan kualitas selama proses produksi. Menurut Nakajima tahun 1988, bahwa standar dari *quality* adalah 99%. Hal ini merupakan suatu cacatan penting untuk produk yang adakan diproduksi. Pengumpulan data secara efektif dianggap sebagai kunci untuk memperbaiki pengukuran kualitas.

OEE merupakan tingkat keefktivan fasilitas atau mesin secara keseluruhan yang didapatkan dengan cara menghitung nilai dari *availability*, *performance* dan *rate of quality product*. OEE merupakan metode yang sangat penting dalam menilai kinerja atau keefktivan suatu sistem, baik dari segi sumber daya manusia ataupun peralatan dan mesin. Dalam hal ini terdapat beberapa aturan dan faktor yang akan mempengaruhi nilai OEE dan yang nantinya akan dianalisis.

$$Quality = \frac{(number\ of\ units\ produced - number\ of\ defects)}{number\ of\ units\ produced} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

Diambil dari buku karangan Nakajima tahun 1988, bahwa Japan Institute of Plant Maintenance pernah menerima penghargaan sebagai promotor kunci atau induk dari TPM melalui *PM Price*, dan berikut merupakan kondisi ideal dari OEE :

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

Berdasarkan ketiga faktor utama diatas maka untuk melakukan perhitungan nilai presentase dari *Overall Equipment Effectiveness* yaitu:  
 $OEE = Availability (\%) \times Performance (\%) \times Quality (\%) \dots \dots \dots (4)$



#### 2.4. *Six Big Losses*

Berdasarkan pernyataan dari Nakajima tahun 1988 bahwa terdapat enam kerugian besar yang menjadi penyebab dari rendahnya kinerja mesin atau peralatan. Enam kerugian besar itu sering juga disebut dengan *Six Big Losses* dan terdiri dari:

- *Breakdown Losses*
- *Setup or Adjustment Losses*
- *Idle and Minor Stoppage Losses*
- *Reduced Speed Losses*
- *Defect in Process/Rework Losses*
- *Reduced Yield/Scrap Losses*

Untuk dapat mengetahui penyebab dari rendahnya nilai OEE, maka haruslah dipahami macam-macam kerugian peralatan yang ada. Berdasarkan pernyataan Nakajima tahun 1988 pada buku *total productive maintenance* terdapat 6 kerugian peralatan atau mesin yang menjadi penyebab rendahnya kinerja dari peralatan atau mesin. Keenam kerugian tersebut, disebut dengan *six big losses* yang terdiri dari:

- 1) *Breakdown Losses (Equipment Failure)*, kegagalan mesin dalam melakukan proses (*equipment failure*) atau kerusakan (*breakdown*) secara tiba-tiba dan tidak diharapkan untuk terjadi adalah penyebab kerugian yang nampak jelas, karena kerusakan tersebut akan mengakibatkan mesin tidak menghasilkan output sehingga dapat merugikan perusahaan. Besarnya presentase efektifitas mesin yang hilang akibat faktor *breakdown losses* dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Breakdown Losses} = \frac{\text{Total Breakdown Time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

- 2) *Setup or Adjustment Losses*, kerugian atau kegagalan yang terjadi pada mesin ataupun pemeliharaan mesin yang menyebabkan mesin harus di *non-aktifkan* terlebih dahulu, dengan kata lain mesin akan mati pada waktu pemeliharaan atau penyetelan awal mesin. Sebelum mesin diaktifkan kembali maka akan dilakukan penyesuaian terhadap fungsi mesin tersebut, kegagalan itulah yang disebut dengan *setup or adjustment losses*. Dalam perhitungan *setup or adjustment losses*

dipergunakan data waktu *setup* pada mesin yang mengalami kegagalan atau pemeliharaan mesin secara menyeluruh untuk mesin injection molding. Maka agar dapat mengetahui besarnya nilai breakdown yang disebabkan oleh waktu *setup or adjustment* tersebut digunakanlah rumus dibawah ini :

$$\text{Setup or Adjustment Loss} = \frac{\text{Total Setup or adjustment time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

3) *Idling and Minor Stoppages Losses*, terjadi apabila mesin atau peralatan berhenti sementara secara berulang-ulang ataupun ketika mesin beroperasi tanpa menghasilkan output. Jika *idling and minor stoppages* sering terjadi maka nilai efektivitas mesin pun akan menjadi sangat rendah. Agar dapat mengetahui besarnya nilai efektivitas yang hilang pada mesin injection molding karena *idling and minor stoppages losses* maka digunakanlah rumus dibawah ini:

$$\text{Idling and Minor Stoppages} = \frac{\text{Nonproductive time}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{Nonproductive time} = (\text{Jumlah Target} - \text{Jumlah Produksi}) \times \text{Ideal Cycle Time} \dots \dots \dots (8)$$

4) *Reduced Speed Losses*, adalah kerugian yang disebabkan oleh turunnya kecepatan mesin sehingga mesin tersebut tidak dapat mencapai target produksi yang diharapkan. Berikut perhitungan *reduced speed losses* dapat dilihat dibawah ini:

$$\text{Reduced Speed Losses} = \frac{(\text{Actual cycle time} - \text{ideal cycle time}) \times \text{unit produksi}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

5) *Defects in Process or Rework Losses*, merupakan hasil keluaran produk yang tidak dapat memenuhi spesifikasi atau kualitas yang telah ditetapkan walaupun produk ini masih bisa dilakukan *rework* atau perbaikan. Bisa juga diartikan sebagai kerugian yang disebabkan oleh produk yang gagal dalam proses

produksi. Untuk mengetahui presentase nilai *rework losses* yang menyebabkan penurunan nilai efektivitas mesin, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rework Losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{reject}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (10)$$

- 6) *Yield or Scrap Loss*, merupakan kerugian yang terjadi saat proses produksi belum mampu mencapai keadaan produksi yang stabil pada awal mula proses produksi hingga tercapainya keadaan produksi yang stabil. Bisa juga diartikan sebagai kegagalan produk yang tidak memenuhi spesifikasi sehingga menghasilkan *scrap* diawal produksi. Untuk mengetahui presentase nilai *yield or scrap losses* yang menyebabkan penurunan nilai efektivitas mesin, digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Yield or Scrap Losses} = \frac{\text{Ideal cycle time} \times \text{scrap}}{\text{Loading time}} \times 100\% \dots \dots \dots (11)$$

## 2.5. *Fault Tree Analysis*

Fault Tree Analysis (FTA) mulai dikembangkan pada tahun 1962, metode ini dijalankan karna banyaknya kecelakaan udara yang terjadi guna menganalisis penyebab dari kecelakaan tersebut. FTA berfokus pada suatu fungsi yang dikenal sebagai “top down” approach karena analisa yang dilakukan bermula dari dari sistem yang paling atas dan turun sampai sistem yang paling bawah. Awal mula dari analisis ini yaitu mengidentifikasi mode kegagalan fungsional pada top level manajemen suatu sistem ataupun subsistem. FTA merupakan metode yang banyak dipakai untuk studi yang berkaitan dengan risiko dari ketahanan suatu sistem engineering. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kegagalan suatu sistem salah satu diantaranya adalah event potensial, dimana event ini akan dicari probabilitasnya dan kemudian akan ditentukan dengan FTA. Sistem harus terlebih dahulu ditentukan oleh event yang terjadi pada top sistem (*system failure*), dan kemudian mulai melakukan rekontruksi FTA. Selanjutnya sistem akan dianalisa

untuk mendapatkan semua kemungkinan terjadinya kegagalan yang ada di top event.

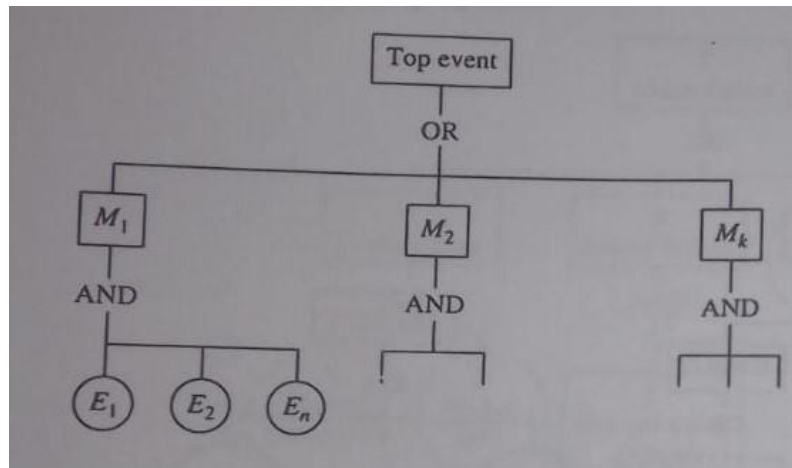
*Fault Tree* merupakan suatu model grafis yang terdiri dari beberapa kombinasi kesalahan (faults) dengan parallel serta berurutan sehingga menyebabkan awal dari *failure event* dapat ditentukan. Setelah mengidentifikasi top event, maka even-even yang berkaitan atau memberikan kontribusi secara langsung akan dipisah memakai hubungan logika. Konsep FTA pertama kali diperkenalkan oleh H.A. Watson ditahun 1961, atas permintaan U.S. Air Force. Pada Tahun 1963 Boeing merupakan perusahaan komersil pertama yang menunjukkan keuntungan dari adanya FTA serta membangun aplikasinya. Mengikuti kemajuan penggunaan FTA dalam industry kedirgantaraan, teknik FTA mulai dapat diterima secara luas di antara teknisi di industry nuklir. Sejak saat itu, kontribusi FTA semakin tinggi dan signifikan, dimana dengan adanya pembangunan algoritma dan perangkat lunak atau aplikasi untuk memecahkan dan menganalisa pohon kesalahan.

Menurut Charles E. Ebeling tahun 1997 pada bukunya menyebutkan bahwa terdapat empat langkah besar dalam membuat *fault tree analysis* yaitu:

1. Mendefinisikan sistem, batas-batasnya dan event teratas.
2. Membangun *fault tree analysis* yang secara simbolis mewakili sistem dan peristiwa/event yang relevan.
3. Melakukan evaluasi kualitatif dengan mengidentifikasi kombinasi peristiwa yang akan menyebabkan peristiwa puncak/teratas.
4. Melakukan evaluasi kuantitatif dengan menetapkan probabilitas kegagalan atau ketidakmampuan untuk peristiwa puncak/teratas.

*Fault tree analysis* merupakan suatu tool grafis yang mampu melakukan pencatatan semua bentuk kesalahan ataupun kegagalan dari suatu sistem yang rumit dan merubahnya ke dalam simbol logika, yaitu relasi sederhana gerbang AND dan OR. Kegagalan atau kesalahan yang dimaksud adalah komponen. Data yang baik dapat digunakan sebagai dasar kegagalan dari seluruh komponen kritis yang ada, sedangkan analisis pohon kesalahan yaitu *Fault Tree Analysis* (FTA) dapat

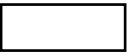


memunculkan kesalahan atau kegagalan dasar yang telah diduga sebelumnya pada keseluruhan sistem yang ada.



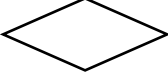
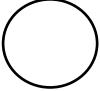
**Gambar 2.1. Fault Tree Diagram (Charles E. Ebeling 1997)**

Berikut merupakan tabel dari *symbol logic* yang digunakan beserta dengan definisi atau penjelasannya:

**Tabel 2.1. Fault Tree Symbol Logic**

| Simbol  | Keterangan   |
|---|--|
| <p><i>Top Event</i></p>          | Kejadian yang akan dipelajari lebih lanjut sebagai dasar dari kesalahan yang terjadi dengan menggunakan <i>logic gate</i> untuk dapat menentukan penyebab kesalahan yang terjadi.  |
| <p><i>Logic Event</i></p>        | Hubungan/relasi secara logika antara input dinyatakan dalam AND (operasi antar seksi dari set-set; yaitu satu kejadian ke luar terjadi, jika dan hanya jika semua masukan terjadi) dan OR (kesatuan operasi dari set-set; yaitu kejadian ke luar terjadi, jika satu atau lebih dari masukan terjadi) |
| <p><i>Transferred Event</i></p>  | Segitiga yang dipergunakan sebagai simbol transfer. Lambang ini menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain.   |

**Tabel 2.1. Fault Tree Symbol Logic (Lanjutan)**

|   |  |
|---|--|
| <p><i>Undeveloped Event</i></p>  | <p><i>Basic event</i> atau kejadian dasar yang tidak dapat dikembangkan lebih lanjut dikarenakan informasi yang tidak tersedia.</p>                          |
| <p><i>Basic Event</i></p>        | <p>Kejadian yang akhir yang dianggap menjadi penyebab dasar dan tidak dapat untuk dilakukan analisis lebih lanjut sehingga menjadi penutup dari analisis</p> |

## 2.6. Standar Operasional Prosedur (SOP)

Pekerja secara inheren lebih termotivasi untuk mengejar tujuan mereka sendiri daripada tujuan orang lain (manajemen). Oleh karena itu guna mencegah terjadinya kegagalan atau kelalaian operator maka dibutuhkanlah suatu prosedur yang berfungsi sebagai pengingat tahapan-tahapan dalam mengoperasikan mesin. (Tim Dosen Teknik Industri UNIKOM, 2014). Standar operasional prosedur atau yang biasa disebut dengan SOP merupakan dokumen atau data yang berhubungan dengan tahapan-tahapan yang dilakukan secara sistematis untuk mengerjakan suatu kegiatan sehingga mampu menghasilkan hasil yang maksimal. SOP biasanya berisikan dengan manfaat, waktu dibuat atau direvisi, metode yang gunakan serta terdapat *flowchart* dibagian akhir. Setiap perusahaan yang ada pastilah membutuhkan suatu panduan yang memuat tentang prosedur atau panduan serta fungsi dari setiap elemen yang ada diperusahaan. Standar Prosedur Operasional (SPO) merupakan sistem yang dibuat atau disusun yang bertujuan untuk menertipkan, merapihkan dan memudahkan pekerjaan. (Laksmi, 2008:52).

Tujuan dari pembuatan SOP tidak lain adalah untuk menjelaskan tahapan-tahapan pengerjaan suatu aktifitas atau kegiatan yang sering dilakukan secara berulang-ulang dalam suatu perusahaan. SOP yang baik adalah SOP yang menyebabkan koordinasi menjadi lebih baik antar bagian atau elemen yang ada disuatu perusahaan serta dapat menjadi panduan untuk seluruh karyawannya dan

meningkatkan efektivitas perusahaan. Tujuan Standar Operasional Prosedur (SOP) adalah sebagai berikut (Indah Puji, 2014:30):

- 1) Menstandarisasi hasil pekerjaan.
- 2) Mencapai hasil pekerjaan yang efektif dan efisien.
- 3) Sebagai pedoman kerja seluruh karyawan, termasuk pekerja dan atasan.
- 4) Dapat digunakan sebagai parameter penilaian mutu.
- 5) Mengurangi risiko terjadinya kegagalan suatu pekerjaan.
- 6) Untuk mendeskripsikan alur, tugas, dan wewenang masing-masing pihak terhadap pekerjaan.
- 7) Sebagai dokumen acuan jika terjadi kesalahan atau malpraktik.
- 8) Dapat digunakan sebagai bahan pelatihan pegawai baru.

Selain sebagai sebuah dokumen pelaksanaan kegiatan atau pekerjaan, Standar Operasional Prosedur memiliki fungsi sebagai berikut:

- 1) Sebagai dasar hukum jika terjadi kesalahan pekerjaan, penyimpangan atau malpraktik.
- 2) Sebagai bahan mengevaluasi hambatan atau kesulitan yang muncul.
- 3) Sebagai pedoman kerja yang dapat memacu kedisiplinan pegawai dalam melaksanakan tugas.

Dalam membuat standar operasional prosedur. Ada beberapa tahapan yang harus diperhatikan dan dilakukan. Berikut merupakan tahapan-tahapan dalam pembuatan standar operasional prosedur (SOP): (Sailendra, 2015:11)

#### 1) Tahapan Persiapan

Pada pembuatan SOP skala besar pada perusahaan maka dibutuhkanlah tim perwakilan dari setiap unit yang ada, sedangkan pada SOP skala kecil SOP dapat dikerjakan oleh perorangan atau tim kecil dengan melakukan hal sebagai berikut:

- Identifikasi Kebutuhan
- Pengumpulan Data
- Melakukan Analisis Prosedur
- Melakukan Pengembangan

## 2) Penilaian Kebutuhan (Need Assessment)

Pada tahapan ini pembuat SOP dapat menentukan format SOP apa yang akan diterapkan, Berapa jumlah SOP yang akan dibuat serta ruang lingkup dari standar operasional itu sendiri.

## 3) Pengembangan SOP

Setiap standar yang ada akan menjadi acuan proses pelaksanaan kegiatan sehari-hari pada organisasi atau perusahaan. Pembuatan SOP tidak bisa dikerjakan dengan sekali jadi, karena suatu SOP perlu direvisi berulang-ulang sehingga dapat menjadi SOP yang valid dan dapat diterapkan.

## 4) Penerapan SOP

Setiap petugas pelaksana harus diberi tahu tentang sop hasil pembuatan baru atau pengembangan beserta dengan alasan perubahannya. Salinan sop disebarluaskan dan harus dipastikan setiap pelaksana mengetahui perannya dalam SOP.

## 5) Monitoring dan Evaluasi Penerapan SOP AP

SOP yang telah valid harus terus dipantau proses penerapannya. Masukan atau tanggapan yang datang dari pelaksanaan monitoring ini akan menjadi bahan evaluasi untuk penyempurnaan standar operasional yang akan diterapkan di masa yang akan datang.