

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Pengertian Boiler

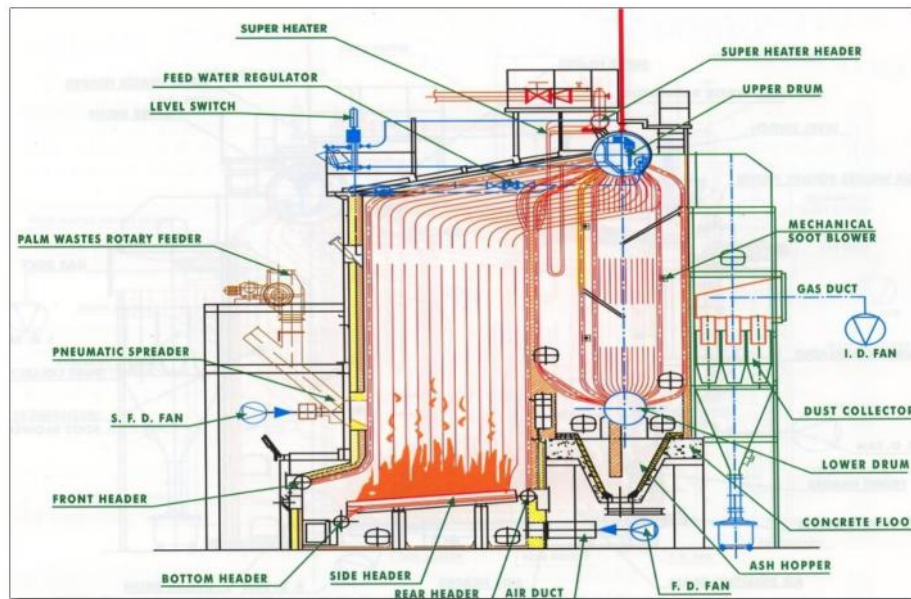
Boiler/ketel uap merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk air panas atau *steam* berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air panas atau *steam* pada tekanan dan suhu tertentu mempunyai nilai energi yang kemudian digunakan untuk mengalirkan panas dalam bentuk energi kalor ke suatu proses. Jika air dididihkan sampai menjadi *steam*, maka volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga sistem *boiler* merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik.

Energi kalor yang dibangkitkan dalam sistem *boiler* memiliki nilai tekanan, temperatur, dan laju aliran yang menentukan pemanfaatan *steam* yang akan digunakan. Berdasarkan ketiga hal tersebut sistem boiler mengenal keadaan tekanan-temperatur rendah (*low pressure/LP*), dan tekanan-temperatur tinggi (*high pressure/HP*), dengan perbedaan itu pemanfaatan *steam* yang keluar dari sistem boiler dimanfaatkan dalam suatu proses untuk memanaskan cairan dan menjalankan suatu mesin (*commercial and industrial boilers*), atau membangkitkan energi listrik dengan merubah energi kalor menjadi energi mekanik kemudian memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik (*power boilers*). Namun, ada juga yang menggabungkan kedua sistem *boiler* tersebut, yang memanfaatkan tekanan-temperatur tinggi untuk membangkitkan energi listrik, kemudian sisa *steam* dari turbin dengan keadaan tekanan-temperatur rendah dapat dimanfaatkan ke dalam proses industri.

Jenis boiler yang menjadi objek penelitian ini adalah ketel uap pipa air (*water tube boiler*)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.1 Water Tube Boiler

Cara kerja:

Proses pengapian terjadi diluar pipa. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memanaskan pipa yang berisi air. Air umpan itu sebelumnya dikondisikan terlebih dahulu melalui *ecomonizer*. Steam yang dihasilkan kemudian dikumpulkan terlebih dahulu didalam sebuah steam drum sampai sesuai. Setelah melalui tahap *secondary superheater* dan *primary superheater*, baru *steam* dilepaskan ke pipa utama distribusi.

Karakteristik:

- a. Tingkat efisiensi panas yang dihasilkan cukup tinggi.
- b. Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari plant pengolahan air. Sehingga air harus dikondisikan terhadap mineral dan kandungan lain yang larut dalam air.
- c. Boiler ini digunakan untuk kebutuhan tekanan *steam* yang sangat tinggi seperti pada pembangkit tenaga.
- d. Menggunakan bahan bakar minyak, dan gas untuk *water tube boiler* yang dirakit dari pabrik.
- e. Menggunakan bahan bakar padat untuk *water tube boiler* yang tidak dirakit di pabrik.

## 2.2 Pengertian Perawatan

Menurut Corder dalam bukunya yang berjudul Teknik Manajemen Pemeliharaan (1992), perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dalam atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima.

Menurut Assauri dalam bukunya yang berjudul Manajemen Produksi dan Operasi (1999), perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Berdasarkan pada teori diatas maka perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, mesin dan peralatan pabrik, mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang diharapkan. Manajemen perawatan adalah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas industri. Pengorganisasian ini mencakup penerapan metode manajemen dan metode yang menunjang keberhasilan manajemen ini adalah dengan mengembangkan dan menggunakan suatu penguraian sederhana yang dapat diperluas melalui gagasan dan tindakan.(Putra, 2011)

Al-Turki (2011) memodelkan proses perawatan sebagai proses transformasi ringkas dalam sistem perusahaan yang digambarkan dalam model *black boxinput-output* dimana proses pemeliharaan yang dilakukan akan mempengaruhi tingkat ketersediaan (*availability*) fasilitas produksi, laju produksi, kualitas produk 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, tapi juga menjaga fasilitas dan peralatan tetap dalam efektif dan efisien dimana sasarannya adalah mewujudkan nol kerusakan (*zero breakdown*) pada mesin-mesin yang beroperasi.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

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 (Ansori, 2013).

Pelaksanaan perawatan industri, membutuhkan komunikasi yang jelas diantara konseptor dengan pelaksana perawatan. Terdapat beberapa istilah perawatan, yang seringkali kita dengar, dan perlu kiranya dipahami secara detail, antar lain (Kurniawan, 2013):

1. *Inspection* (Inspeksi)

Inspeksi adalah kegiatan pengecekan untuk mengetahui keberadaan atau kondisi dari fasilitas produksi. Inspeksi biasanya berupa aktivitas yang membutuhkan panca indra dan analisis yang kuat dari setiap pelaksana, bahkan adapula yang melakukannya dengan alat bantu, sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat lebih mendekati kondisi nyata (akurat)

2. *Repair* (perbaikan)

*Repair* adalah aktivitas yang dilakukan untuk mengembalikan kondisi mesin yang mengalami gangguan, sehingga dapat beroperasi seperti sebelum terjadi gangguan tersebut, dimana prosesnya hanya dilakukan untuk perbaikan yang sifatnya kecil (perbaikan setempat). Biasanya *repair* tidak terlalu banyak mengganggu kontinuitas proses produksi.

3. *Overhaul* (perbaikan menyeluruh)

*Overhaul* adalah aktivitas perbaikan menyeluruh, aktivitas ini memiliki makna yang sama dengan *repair*, hanya saja ruang lingkungannya lebih besar. Perawatan ini dilakukan apabila kondisi mesin (fasilitas) dalam berada rusak parah, sementara kemampuan untuk mengganti yang baru tidak ada. *Overhaul* biasanya dapat mengganggu kegiatan produksi dan membutuhkan biaya yang besar. Contoh kegiatan, misalnya turun mesin dari mobil, dilakukan jika kondisi mesin rusak parah.

4. *Replacement* (penggantian)



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Replacement* adalah kegiatan penggantian mesin. Biasanya mesin yang memiliki kondisi yang lebih baik akan menggantikan mesin sebelumnya. *Replacement* dilakukan jika kondisi alat sudah tidak memungkinkan lagi untuk beroperasi, atau sudah melewati umur ekonomis penggunaan. *Replacement* membutuhkan investasi yang besar bagi perusahaan, sehingga alternatif ini biasanya menjadi pilihan terakhir setelah *repair* dan *overhaul*.

### 2.3 Tujuan Perawatan

proses perawatan secara umum bertujuan untuk memfokuskan dalam langkah pencegahan untuk mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan dengan memastikan tingkat keandalan dan kesiapan serta meminimalkan biaya perawatan. Proses perawatan atau sistem perawatan merupakan sub sistem dari sistem produksi dimana tujuan sistem produksi tersebut adalah (Ansori, 2013):

1. Memaksimalkan profit dari peluang pasar yang tersedia
2. Memperhatikan aspek teknis dan ekonomis pada proses konversi material menjadi produk.

Sehingga sistem perawatan dapat membantu tercapainya tujuan tersebut dengan adanya peningkatan profit dan kepuasan pelanggan, hal tersebut dilakukan dengan pendekatan nilai fungsi (*function*) dan fasilitas atau peralatan produksi yang ada dengan cara:

1. Meminimasi *downtime*
2. Memperbaiki kualitas
3. Meningkatkan produktivitas
4. Menyerahkan pesanan tepat waktu

### 2.4 Jenis-jenis Perawatan

#### 2.4.1 Pemeliharaan Terencana (*Planned Maintenance*)

*Planned Maintenance* merupakan Pemeliharaan yang diorganisasikan dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya. Keuntungan *Planned*



#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

*Maintenance* antara lain (Hasriyono, 2009):

1. Pengurangan pemeliharaan darurat, ini tidak diragukan lagi merupakan alasan utama untuk merencanakan kerja pemeliharaan.
2. Pengurangan waktu nganggur, hal ini tidaklah sama dengan pengurangan waktu reparasi pemeliharaan darurat. Waktu yang digunakan untuk pembelian suku cadang, baik dibeli dari luar atau dibuat local, mengakibatkan waktu nganggur meskipun pekerjaan darurat tersebut misalnya hanya memasang bagian mesin yang tidak lama.
3. Menaikkan ketersediaan (*availability*) untuk produksi, hal ini erat hubungannya dengan pengurangan waktu nganggur pada mesin atau pelayanan.
4. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja untuk pemeliharaan dan produksi.
5. Pengurangan penggantian suku cadang.
6. Meningkatkan efisiensi mesin atau peralatan.

#### 2.4.1.1 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 berproduksi. Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh perusahaan dibedakan atas (Ansori, 2013):

##### 1. *Routine Maintenance*

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

##### 2. *Periodic Maintenance*

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Yaitu kegiatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu misalnya satu minggu sekali, dengan 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*.

#### 3. *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 mengawasi secara aktif (*monitoring*).

#### 4. *Shutdown Maintenance*

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

Perawatan pencegahan dilakukan untuk menghindari suatu peralatan atau sistem mengalami kerusakan. Pada kenyataannya mungkin tidak diketahui bagaimana cara untuk menghindari adanya kerusakan. Ada beberapa alasan untuk melakukan perawatan pencegahan, antara lain (Ansori, 2013):

1. Menghindari terjadinya kerusakan
2. Mendeteksi awal terjadinya kerusakan
3. Menemukan kerusakan yang tersembunyi
4. Mengurangi waktu menganggur
5. Menaikan ketersediaan (*availability*) untuk produksi
6. Pengurangan penggantian suku cadang, sehingga membantu pengendalian persediaan
7. Meningkatkan efisiensi mesin
8. Memberikan pengendalian anggaran dan biaya yang diandalkan
9. Memberikan informasi untuk pertimbangan penggantian mesin



#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.4.1.2 Pemeliharaan Perbaikan (*Predictive Maintenance*)

*Predictive Maintenance* adalah pemeliharaan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan (*failure*) suatu sarana, dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu yang teratur dan ditentukan sebelumnya, pelaksanaan tingkat reparasi selanjutnya tergantung pada apa yang ditemukan selama pemeriksaan (Hasriyono, 2009).

Bentuk pemeliharaan terencana yang paling maju ini disebut pemeliharaan prediktif dan merupakan teknik penggantian komponen pada waktu yang sudah ditentukan sebelum terjadi kerusakan, baik berupa kerusakan total ataupun titik dimana pengurangan mutu telah menyebabkan mesin bekerja dibawah standar yang ditetapkan oleh pemakainya. Bagaimana baiknya suatu mesin dirancang, tidak bisa dihindari lagi pasti terjadi sejumlah keausan dan memburuknya kualitas mesin. Sesudah mengoptimumkan desain untuk mesin dengan metode perancangan-pengurangan pemeliharaan, tetap saja kita masih mengetahui bahwa bagian-bagian mesin akan haus, berkurang kualitasnya dan akhirnya rusak dengan tingkat yang dapat diramalkan jika dipakai pada kondisi penggunaan normal konstan (Hasriyono, 2009).

### 2.4.2 Pemeliharaan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Pada *unplanned maintenance* hanya ada satu jenis pemeliharaan yang dapat dilakukan yaitu *emergency maintenance*. *Emergency Maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan seketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdeteksi sebelumnya (tak terduga). *Emergency Maintenance* dilakukan untuk mencegah akibat serius yang akan terjadi jika tidak dilakukan penanganan segera. Adanya berbagai jenis pemeliharaan di atas diharapkan dapat menjadi *alternative* untuk melakukan pemeliharaan sesuai dengan kondisi yang dialami perusahaan. Sebaiknya pemeliharaan yang baik adalah pemeliharaan yang tidak mengganggu jadwal produksi atau dijadwalkan sebelum kerusakan mesin terjadi sehingga tidak mengganggu produktifitasnya mesin (Hasriyono, 2009).




**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.4.3 Perawatan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

Perawatan mandiri adalah Kegiatan yang dirancang untuk melibatkan operator dengan sasaran utama untuk mengembangkan pola hubungan antara manusia, mesin dan tempat kerja yang bermutu. Perawatan mandiri ini juga dirancang untuk melibatkan operator dalam merawat mesinnya sendiri. Kegiatan tersebut seperti pembersihan, pelumasan, pengencangan mur atau baut, pengecekan harian, pendeteksian penyimpangan, dan reparasi sederhana. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengembangkan operator yang mampu mendeteksi berbagai sinyal dari kerugian (*loss*). Selain itu juga bertujuan untuk menciptakan tempat kerja yang rapi dan bersih, sehingga setiap penyimpangan dari kondisi normal dapat dideteksi dalam waktu sekejap. Dalam perawatan mandiri ada 5 langkah, yaitu (Hasriyono, 2009):

#### 1. Pembersihan Awal

Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:

- a. Menyingkirkan item yang tidak diperlukan dan jarang digunakan, yang dapat mengganggu kinerja alat dan mengurangi kualitas.
- b. Menghilangkan debu dan kotoran dari peralatan dan sekelilingnya.
- c. Mengenali pengaruh kontaminasi yang membahayakan keselamatan kerja kualitas dan peralatan.
- d. Mengungkapkan permasalahan, seperti kerusakan kecil, sumber kontaminasi, dan area yang sulit dibersihkan.
- e. Mengamati dan memperbaiki kerusakan pada peralatan.

#### 2. Pencegahan Sumber Kontaminasi dan Tempat yang Sulit Dibersihkan

Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:

- a. Mengendalikan dan melihat berbagai sumber kontaminasi dan bagian-bagian yang sulit dibersihkan yang telah didaftar dan dikaitkan dengan pengaruhnya terhadap keselamatan kerja, kualitas, dan peralatan
- b. Mengambil langkah-langkah untuk perbaikan dalam rangka menyelesaikan pembersihan peralatan dalam waktu yang telah ditentukan.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

c. Mempelajari tentang keselamatan kerja dan kualitas, dan prinsip proses produksi melalui tindakan-tindakan perbaikan terhadap sumber-sumber kontaminasi.

**3. Pengembangan Standar Pembersihan dan Pelumasan**

Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:

- a. Mengadakan program pendidikan untuk pelumasan kepada operator.
- b. Mengembangkan inspeksi pelumasan secara menyeluruh.
- c. Memeriksa semua titik dan permukaan lokasi pelumasan.
- d. Mengamati dan memperbaiki bagian-bagian yang rusak pada peralatan yang berkaitan dengan pelumasan.
- e. Meningkatkan metode kerja dan peralatan supaya dapat menyelesaikan pelumasan atau pembersihan dalam waktu yang telah ditentukan.

**4. Inspeksi Menyeluruh**

Kegiatan yang dilakukan dalam langkah ini adalah:

- a. Melaksanakan pendidikan dan pelatihan untuk setiap kategori, seperti *electrical, power transmission*, dan lain-lain.
- b. Menciptakan inspeksi menyeluruh pada bagian-bagian yang rusak.

**5. Pengembangan Standar Perawatan Mandiri ini adalah:**

- a. Menetapkan standard dan jadwal perawatan mandiri untuk menyelesaikannya.
- b. Membersihkan, melumasi dan menginspeksi peralatan.
- c. Meningkatkan metode kerja dan peralatan supaya dapat menyelesaikan rutinitas pembersihan, pelumasan dan inspeksi dalam waktu yang telah ditentukan.

**6. Pelaksanaan perawatan mandiri dan kegiatan peningkatan berkesinambungan.**

**2.5 Strategi Perawatan**

Dikutip oleh (Hartanto, 2014) menurut Sujadi Prawirosentono (1997), strategi perawatan adalah sebagai berikut :



#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Strategi perawatan berencana adalah rencana perawatan pada seluruh tahap produksi dari tahap awal proses produksi sampai pada mesin membuat barang jadi.
2. Strategi perawatan pencegahan adalah kegiatan perawatan yang bersifat mencegah terjadinya gangguan pada proses produksi dengan tujuan proses produksi berjalan seoptimal mungkin. Strategi perawatan pencegahan dapat dilihat hasilnya berupa efisiensi karena terhindar dari kemacetan proses produksi akibat kerusakan salah satu mesin.
3. Strategi perawatan darurat adapun tujuan perawatan darurat adalah untuk menanggulangi keadaan darurat, misalnya ada salah satu mesin beroperasi mengalami kerusakan mendadak, hal ini harus ditangani segera dengan perbaikan.
4. Strategi perawatan peramalan.
5. Strategi pengukuran kerja para tenaga perawat mesin

## 2.6 Keandalan (*Reliability*)

Keandalan merupakan probabilitas sebuah komponen atau sistem dapat memenuhi fungsi yang ditentukan dalam periode waktu tertentu dalam kondisi pengoperasian yang stabil. Keandalan mesin bergantung pada periode waktu penggunaan, mesin yang digunakan terus menerus maka keandalannya akan terus menurun. Keandalan ini memiliki indikator utama dari keandalan suatu sistem yaitu fungsi probabilitas. *Probability Density Function* ( $f(t)$ ) merupakan fungsi yang mendeskripsikan *shape* dari distribusi kegagalan. *Reliability Function* ( $R(t)$ ) merupakan fungsi probabilitas suatu mesin atau komponen untuk tidak rusak dalam periode waktu tertentu ( $t$ ). *Hazard Rate Function* ( $\lambda(t)$ ), merupakan fungsi yang menunjukkan banyaknya kegagalan per satuan waktu ( $t$ ). Setiap fungsi probabilitas dapat menghitung keandalan dari suatu mesin atau komponen dari beberapa prespektif (Soesetyo, 2014).

Keandalan (*Reliability*) adalah kemungkinan mesin itu berfungsi dengan baik dalam waktu operasi yang telah ditetapkan. *Reliability* 90% artinya bahwa unit akan melaksanakan tugas hanya 90% dari waktu yang ditetapkan, atau juga

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

unit akan gagal 10% dari waktu tersebut. Keandalan juga didefinisikan sebagai probabilitas bahwa mesin, peralatan atau sistem akan melakukan fungsi khusus untuk waktu yang ditetapkan tanpa kegagalan. Agar angka keandalan berarti, kondisi operasi harus hati-hati dan didefinisikan dengan jelas.(Ariyanto, 2015)

**2.7 Pola Distribusi Data dalam Keandalan (*reliability*)**

Identifikasi distribusi bertujuan untuk mengetahui distribusi dari data interval antar kerusakan dari mesin atau komponen dan lama waktu perbaikan kerusakan. Mesin atau komponen memiliki distribusi kerusakan yang berbeda-beda. Distribusi yang biasa digunakan untuk menentukan pola data kerusakan adalah *lognormal*, *normal*, *weibull* dan *exponential* (Soesetyo, 2014).

**2.7.1 Distribusi Normal**

Distribusi ini biasa disebut kurva lonceng (*bell curve*) karena grafik fungsi kepadatan probabilitasnya (*Probability Density Function*) mirip dengan bentuk lonceng. Parameter pada distribusi normal yaitu  $\mu$  dan  $\sigma$ . Fungsi probabilitas yang ada pada distribusi normal antara lain (Soesetyo, 2014):

$$f(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad \dots\dots(2.1)$$

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \dots\dots(2.2)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \dots\dots(2.3)$$

$$MTTF = \mu \quad \dots\dots(2.4)$$

**2.7.2 Distribusi Lognormal**

Distribusi *lognormal* mempunyai dua parameter yaitu  $s$  (*scale parameter*) dan  $t_{med}$  (median dari data waktu kerusakan) yang juga menunjukkan median dari data. Fungsi yang terdapat dalam distribusi lognormal yaitu (Soesetyo, 2014):

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2}st} \exp\left[-\frac{1}{2s^2}\left(\ln\frac{t}{t_{med}}\right)^2\right] \quad \dots\dots(2.5)$$

$$F(t) = \Phi\left(\frac{1}{s} \ln\frac{t}{t_{med}}\right) \quad \dots\dots(2.6)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln\frac{t}{t_{med}}\right) \quad \dots\dots(2.7)$$

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$f(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$MTTF \equiv t_{med} \exp (s^2 / 2) \dots\dots\dots(2.9)$$

**2.7.3 Distribusi Weibull**

Distribusi weibull mempunyai dua parameter yang digunakan dalam distribusi ini yaitu (*shape parameter*) dan (*scale parameter*). Fungsi yang terdapat dalam distribusi weibull yaitu (Soesetyo, 2014):

$$f(t) = -\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} e^{-(t/\theta)^\beta} \dots\dots(2.10)$$

$$F(t) = 1 - \exp \left[ -\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta \right] \dots\dots(2.11)$$

$$R(t) = e^{-(t/\theta)^\beta} \dots\dots(2.12)$$

$$MTTF = \theta \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \dots\dots(2.13)$$

**2.7.4 Distribusi Eksponensial**

Distribusi eksponensial banyak digunakan dalam rekayasa keandalan karena distribusi ini dapat mempresentasikan fenomena distribusi waktu yang mengalami kegagalan dari suatu komponen atau sistem. Fungsi kepadatan distribusi eksponensial dapat dinyatakan dalam persamaan (Ponidi, 2015):

$$F(t) = e^{-\lambda t}; t > 0, \lambda > 0 \dots\dots(2.14)$$

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$$

Dimana:

t = Waktu

= rasio kegagalan konstan

$$R(t) = 1 - F(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots(2.15)$$

$$f(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \lambda \dots\dots(2.16)$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \dots\dots(2.17)$$

MTTF (*Mean Time To Failure*) hanya digunakan pada komponen atau alat yang sering sekali mengalami kerusakan dan harus diganti dengan komponen atau alat yang masih baru atau baik. Sedangkan MTTR adalah rata-rata waktu komponen untuk dilakukan perbaikan atau perawatan (*repair*). MTTR didasarkan

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

atas lamanya perbaikan dan penggantian komponen yang mengalami kerusakan (*failure*) (Ansori, 2013)..

*Mean Time to Repair* merupakan nilai rata-rata waktu perbaikan kerusakan yang terjadi. Perhitungan MTTR memerlukan parameter yang telah dihitung sebelumnya. Cara perhitungan setiap MTTR juga berbeda tergantung dengan parameter yang sesuai dengan distribusi data yang ada.(Soesetyo,2014)

**2.8 Model Age Replacement**

Pada model ini penggantian pencegahan dilakukan tergantung pada umur pakai dari komponen. Tujuan model ini menentukan umur optimal dimana penggantian pencegahan harus dilakukan sehingga dapat meminimasi total *downtime*. Penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukannya tindakan penggantian. Karena tinjauan yang dilakukan dalam tulisan ini hanya terhadap satu komponen saja, maka perhitungan untuk penggantian pencegahan menggunakan *model age replacement*. Adapun formulasi perhitungan *model age replacement* adalah sebagai berikut (Djunaidi, 2007):

$$D(tp) = \frac{Tf \cdot R(tp) + Tf (1-R(tp))}{(tp+Tf)R(tp) + \{M(tp) + Tf (1-R(tp))\}} \dots\dots(2.18)$$

$$A (tp) = 1 - D (tp) \text{ Min} \dots\dots(2.19)$$

Dimana:

D(tp) = total *downtime* per unit waktu untuk penggantian *preventif*

tp = panjang dari siklus (interval waktu) *preventif*

Tf = *downtime* karena kerusakan komponen (waktu yang diperlukan untuk penggantian komponen karena kerusakan)

R(tp) = peluang dari siklus *preventif* (pencegahan)

M(tp) = nilai harapan panjang siklus kerusakan (kegagalan)

A (tp) = *Availability* Penggantian pencegahan

## 2.9 Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

*Failure Modes and Effects Analysis* merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mempertimbangkan bermacam-macam jenis kegagalan dari sistem yang terdiri dari komponen-komponen, menganalisa pengaruh-pengaruh terhadap keandalan sistem dengan penelusuran pengaruh-pengaruh kegagalan komponen sesuai dengan level item-item khusus dari sistem yang kritis dapat dinilai dan tindakan yang diperlukan untuk memperbaiki desain mengeliminasi atau mereduksi probabilitas dari metode-metode kegagalan yang kritis (Ansori, 2013).

*FMEA* juga didefinisikan sebagai suatu kumpulan aktifitas sistematis yang bertujuan (Ramadhani, 2010):

1. Untuk mengetahui dan mengevaluasi potensial kegagalan ( *potential failure*) dari produk ataupun proses dan efek yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut.
2. Mengidentifikasi tindakan-tindakan (*actions*) yang dapat mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan.

3. Mendokumentasikan seluruh proses.

Tahapan *FMEA* sendiri adalah (Ramadhani, 2010):

1. Melakukan pengamatan terhadap proses.
2. Mengidentifikasi *potential failure* / mode kegagalan dari proses yang diamati.
3. Mengidentifikasikan akibat (*potential effect*) yang ditimbulkan *potential failure mode*.
4. Menetapkan nilai *severity* (*S*). *Severity* merupakan penilaian seberapa serius efek mode kegagalan/kesalahan akibat susut dan pengaruhnya terhadap perusahaan
5. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dari *failure mode* yang terjadi pada proses yang berlangsung.
6. Menetapkan nilai *occurrence* (*O*). *Occurrence* menunjukkan nilai keseringan/ frekuensi suatu masalah yang terjadi karena *potential cause* dari susut.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

7. Identifikasi kontrol proses saat ini (*current process control*) yang merupakan deskripsi dari kontrol untuk mencegah kemungkinan sesuatu yang menyebabkan mode kegagalan atau kerugian akibat susut.
8. Menetapkan nilai *Detection (D)*, dimana *Detection* menggambarkan seberapa mampu proses kontrol selama ini untuk mendeteksi ataupun mencegah terjadinya mode kegagalan atau kerugian akibat susut.
9. Nilai *RPN (Risk Potential Number)* didapatkan dengan jalan mengalikan nilai *SOD (Severity, Occurance, Detection)*.
10. Nilai *RPN* menunjukkan keseriusan dari *potential failure*, semakin tinggi nilai *RPN* maka menunjukkan semakin bermasalah. Tidak ada angka acuan *RPN* untuk melakukan perbaikan, dalam penulisan tesis ini angka *RPN* yang terpilih (dalam hal ini bukan terbesar) digunakan untuk menurunkan susut distribusi yang dalam waktu 1 (satu) tahun dengan *low cost* (biaya rendah) dan *high impact* (berpengaruh menurunkan losses terbesar).  
Rumusan *RPN* adalah sebagai berikut :  
**RPN = S x O x D** .....(2.20)
11. Segera berikan usulan perbaikan (*recommended action*) terhadap *potential cause*, alat kontrol dan efek yang diakibatkan dari susut ini. Prioritas perbaikan pada *failure mode* yang memiliki nilai *RPN* terpilih.
12. Buat *implementation action plan*, lalu terapkan
13. Ukur perubahan yang terjadi dalam *RPN* dengan langkah-langkah yang sama di atas

## 2.10 Menentukan *Severity, Occurrence, Detection* dan *RPN*

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*.

### 1. *Severity*

*Severity* merupakan langkah pertama untuk menganalisa resiko, yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian yang mempengaruhi hasil akhir proses.



Tabel 2.1 Rangkings *Severity* Berdasarkan Standar FMEA Proses Pada Gasperzs dalam Putra, 2013

| Rating | Akibat                 | Kriteria verbal   | Akibat pada produksi   |
|--------|------------------------|---|--|
| 1      | Tidak ada akibat       | Tidak mengakibatkan apa-apa (tidak ada akibat)  | Proses berada dalam pengendalian dengan tanpa peyesuaian yang diperlukan.    |
| 2      | Akibat sangat ringan   | Mesin tetap beroperasi dan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti. Akibat hanya dapat diketahui oleh operator. | Proses berada dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian.     |
| 3      | Akibat ringan          | Mesin tetap beroperasi dan aman, hanya terdapat sedikit gangguan, akibat diketahui oleh rata-rata operator                                | Proses berada diluar pengendalian, beberapa penyesuaian diperlukan.          |
| 4      | Akibat minor           | Mesin tetap beroperasi dan aman, namun terdapat gangguan kecil, akibat diketahui semua operator.  | Kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangn waktu produksi |
| 5      | Akibat <i>moderate</i> | Mesin tetap beroperasi dan aman, namun telah menimbulkan beberapa kegagalan produk. Operator merasa tidak puas, karna tingkat kinerja     | 30-60 menit <i>downtime</i>  |
| 6      | Akibat signifikan      | Mesin tetap dapat beroperasi dan aman, tetapi menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerja mesin.       | 1-2 jam <i>downtime</i>  |
| 7      | Akibat major           | Mesin tetap beroperasi dan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas.                           | 2-4 jam <i>downtime</i>  |
| 8      | Akibat ekstrim         | Mesin tidak dapat beroperasi, telah kehilangan fungsi utama mesin   | 4-8 jam <i>downtime</i>  |
| 9      | Akibat serius          | Mesin gagal beroperasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja   | Lebih dari 8 jam <i>downtime</i>   |
| 10     | Akibat berbahaya       | Mesin tidak layak dioperasikan, karna dapat menimbulkan kecelakaan serta tiba-tiba bertentangan dengan peraturan keselamatan kerja        | Lebih dari 8 jam <i>downtime</i>   |

(Sumber: Putra, 2013)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2. Occurance

*Occurance* (kejadian) merupakan frekuensi penyebab kegagalan secara spesifik dari suatu alat tersebut dan menghasilkan bentuk kegagalan. *Occurance* menggunakan bentuk penilaian dengan skala dari 1 (hampir tidak pernah) sampai 10 (hampir selalu). Dari angka/tingkatan *occurance* ini dapat diketahui kemungkinan terdapatnya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kerusakan mesin (Putra, 2013)

Tabel 2.2 Rangkings *Occurance* Berdasarkan Standar FMEA Proses Pada Gasperzs dalam Putra, 2013

| Rangkings | Kejadian            | Kriteria Verbal                       | Tingkat Kejadian                           |
|-----------|---------------------|---------------------------------------|--|
| 1         | Hampir tidak pernah | Kerusakan hampir tidak pernah terjadi | Lebih besar dari 10.000 jam operasi mesin. |
| 2         | Remote              | Kerusakan jarang terjadi              | 6.000-10.000 jam operasi mesin.            |
| 3         | Sangat sedikit      | Kerusakan terjadi sangat sedikit      | 3.001-6.000 jam operasi mesin.             |
| 4         | Sedikit             | Kerusakan terjadi sedikit             | 2.001-3.000 jam operasi mesin.             |
| 5         | Rendah              | Kerusakan terjadi rendah              | 1.001-2.000 jam operasi mesin.             |
| 6         | Medium              | Kerusakan terjadi pada tingkat medium | 401-1.000 jam operasi mesin.               |
| 7         | Agak tinggi         | Kerusakan terjadi agak tinggi         | 101-400 jam operasi mesin.                 |
| 8         | Tinggi              | Kerusakan terjadi tinggi              | 11-100 jam operasi mesin.                  |
| 9         | Sangat tinggi       | Kerusakan terjadi sangat tinggi       | 2-10 jam operasi mesin.                    |
| 10        | Hampir selalu       | Kerusakan terjadi selalu terjadi      | Kurang dari 2 jam operasi mesin.           |

(Sumber: Putra, 2013)

## 3. Detection

*Detection* merupakan pengukuran terhadap kemampuan mendeteksi atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. *Detection* menggunakan penilaian dengan skala 1 sampai 10. Tingkat kemampuan untuk dideteksi dijelaskan pada Tabel 2.3 (Putra, 2013)

Tabel 2.3 Rangkings *Detection* Berdasarkan Standar FMEA Proses Pada Gasperzs dalam Putra, 2013

| Rangkings | Kejadian      | Kriteria Verbal   |
|-----------|---------------|---|
| 1         | Hampir pasti  | Perawatan preventif akan selalu mendeteksi penyebab otensial kegagalan dan mode kegagalan                               |
| 2         | Sangat tinggi | Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan |

Tabel 2.3 Rangkang *Detection* (D) Berdasarkan Standar FMEA Proses Pada Gasperzs dalam Putra, 2013 (Lanjutan)

| Rangking | Kejadian       | Kriteria Verbal  |
|----------|----------------|--|
| 3        | Tinggi         | Perawatan preventif memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan       |
| 4        | Cukup tinggi   | Perawatan preventif memiliki kemungkinan cukup tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan |
| 5        | Sedang         | Perawatan preventif memiliki kemungkinan biasa untuk mendeteksi penyebab potensial kegagalan dan mode kegagalan        |
| 6        | Rendah         | Perawatan preventif memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan                 |
| 7        | Sangat rendah  | Perawatan preventif memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan          |
| 8        | Sedikit        | Perawatan preventif memiliki sedikit kemungkinan untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan                |
| 9        | Sangat sedikit | Perawatan preventif memiliki sangat sedikit kemungkinan untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan         |
| 10       | Tidak pasti    | Perawatan preventif akan selalu tidak mampu untuk mendeteksi penyebab kegagalan dan mode kegagalan                     |

(Sumber: Putra, 2013)

## 2.11 SOP (*Standard Operational Procedure*)

Standar Operasional Prosedur adalah pedoman atau acuan untuk melaksanakan tugas pekerjaan sesuai dengan fungsi dan alat penilaian kinerja instansi pemerintah berdasarkan indikator indikator teknis, administratif dan prosedural sesuai dengan tata kerja, prosedur kerja dan sistem kerja pada unit kerja yang bersangkutan. Standar kinerja ini sekaligus dapat untuk menilai kinerja instansi pemerintah secara internal maupun eksternal. Standar internal yang bersifat prosedural inilah yang disebut dengan Standar Operasional Prosedur (SOP). (Atmoko, 2009).

SOP di buat pada setiap unit kerja di perusahaan. Pembuatan SOP ini bertujuan untuk dapat memberikan panduan atau pedoman kerja agar kegiatan perkantoran dapat terkontrol sehingga target yang ingin dicapai dapat terwujud secara maksimal, dan SOP juga berguna untuk mengefektif dan mengefisienkan kegiatan perkantoran di setiap unit kerja dan juga dapat meningkatkan efektifitas



pelayanan publik bagi sebuah perusahaan. Hal lain yang lebih penting lagi dari pemakaian SOP adalah untuk menghindari ketidakpatuhan yang dilakukan oleh karyawan disetiap unitnya. Bila pelaksanaan kegiatan perkantoran yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan akan memungkinkan bagi pihak-pihak tertentu untuk melakukan ketidakpatuhan, artinya, bila pelaksanaan kegiatan perkantoran yang berurutan dan sesuai dengan SOP. maka akan meminimalisir ketidak patuhan yang ada dan dapat mengontrol perilaku anggota organisasi agar sesuai dengan prosedur yang ditetapkan (Sayuti, 2012).

Bila bekerja berdasarkan SOP yang berlaku diperusahaan, maka akan dapat dipastikan pada saat evaluasi kerja setiap unit kerja di perusahaan dapat bernilai baik sesuai dengan tujuan dan pencapaian target kerja yang diinginkan dari perusahaan itu sendiri. Menurut Crisyanti (2011), pelaksanaan SOP dapat dimonitor secara internal maupun eksternal dan SOP dievaluasi secara berkala sekurang-kurangnya satu kali dalam satu tahun dengan materi evaluasi mencakup aspek efisiensi dan fektivitas pemakaian SOP (Sayuti, 2012).

Perumusan SOP menjadi relevan karena sebagai tolok ukur dalam menilai efektivitas dan efisiensi kinerja instansi pemerintah dalam melaksanakan program kerjanya. Secara konseptual prosedur diartikan sebagai langkah-langkah sejumlah instruksi logis untuk menuju pada suatu proses yang dikehendaki. Proses yang dikehendaki tersebut berupa pengguna-pengguna sistem proses kerja dalam bentukaktivitas, aliran data, dan aliran kerja. Prosedur operasional standar adalah proses standar langkah-langkah sejumlah instruksi logis yang harus dilakukan berupa aktivitas, alirandata, dan aliran kerja (Atmoko, 2009).

### 2.11.1 Fungsi SOP (*Standard Operational Procedure*)

Dilihat dari fungsinya SOP berfungsi (Atmoko, 2009):

1. Membentuk sistem kerja dan aliran kerja yang teratur, sistematis, dan dapat dipertanggungjawabkan.
2. Menggambarkan bagaimana tujuan pekerjaan dilaksanakan sesuai dengan kebijakan dan peraturan yang berlaku.
3. Menjelaskan bagaimana proses pelaksanaan kegiatan berlangsung.

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

4. Sebagai sarana tata urutan dari pelaksanaan dan pengadministrasian pekerjaan harian sebagaimana metode yang ditetapkan menjamin konsistensi dan proses kerja yang sistematis.
5. Menetapkan hubungan timbal balik antar Satuan Kerja.

### 2.11.2 Tujuan Khusus SOP

Adapun tujuan khusus SOP yaitu (Idayanti, 2008):

1. Menjaga konsistensi tingkat penampilan kerja
2. Meminimal kegagalan, kesalahan dan kelalaian dalam proses pelaksanaan kegiatan
3. Merupakan parameter untuk menilai mutu kinerja dan pelayanan
4. Memastikan penggunaan sumber daya secara efisien dan efektif
5. Menjelaskan alur tugas, wewenang dan tanggung jawab dari petugas terkait
6. Mengarahkan pendokumentasian yang adekuat dan akurat

### 2.11.3 Tahap Penyusunan SOP

Menurut (Atmoko, 2009) Tahap penting dalam penyusunan Standar Operasional Prosedur adalah melakukan analisis sistem dan prosedur kerja, analisis tugas, dan melakukan analisis prosedur kerja.

1. Analisis sistem dan prosedur kerja  
 Analisis sistem dan prosedur kerja adalah kegiatan mengidentifikasi fungsi-fungsi utama dalam suatu pekerjaan, dan langkah langkah yang diperlukan dalam melaksanakan fungsi sistem dan prosedur kerja. Sistem adalah kesatuan unsur atau unit yang saling berhubungan dan saling mempengaruhi sedemikian rupa, sehingga muncul dalam bentuk keseluruhan, bekerja, berfungsi atau bergerak secara harmonis yang ditopang oleh sejumlah prosedur yang diperlukan, sedangkan prosedur merupakan urutan kerja atau kegiatan yang terencana untuk menangani pekerjaan yang berulang dengan cara seragam dan terpadu.
2. Analisis Tugas

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Analisis tugas merupakan proses manajemen yang merupakan penelaahan yang mendalam dan teratur terhadap suatu pekerjaan, karena itu analisa tugas diperlukan dalam setiap perencanaan dan perbaikan organisasi. Analisa tugas diharapkan dapat memberikan keterangan mengenai pekerjaan, sifat pekerjaan, syarat pejabat, dan tanggung jawab pejabatnya. Di bidang manajemen dikenal sedikitnya ada 5 (lima) aspek yang berkaitan langsung dengan analisis tugas, yaitu:

- a. Analisa tugas, merupakan penghimpunan informasi dengan sistematis dan penetapan seluruh unsur yang tercakup dalam pelaksanaan tugas khusus.
- b. Deskripsi tugas, merupakan garis besardata informasi yang dihimpun dari analisa tugas, disajikan dalam bentuk terorganisasi yang mengidentifikasi dan menjelaskan isi tugas atau jabatan tertentu. Deskripsi tugas harus disusun berdasarkan fungsi atau posisi, bukan individual; merupakan dokumen umum apabila terdapat sejumlah personel memiliki fungsi yang sama; dan mengidentifikasi individual dan persyaratan kualifikasi untuk mereka serta harus dipastikan bahwa mereka memahami dan menyetujui terhadap wewenang dan tanggung jawab yang didefinisikan itu.
- c. Spesifikasi tugas berisi catatan-catatan terperinci mengenai kemampuan pekerja untuk tugas spesifik.
- d. Penilaian tugas, berupa prosedur penggolongan dan penentuan kualitas tugas untuk menetapkan serangkaian nilai moneter untuk setiap tugas spesifik dalam hubungannya dengan tugas lain.
- e. Pengukuran kerja dan penentuan standartugas merupakan prosedur penetapan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap tugas dan menetapkan ukuran yang dipergunakan untuk menghitung tingkat pelaksanaan pekerjaan. Melalui analisa tugas ini, maka tugas-tugas dapat dibakukan, sehingga dapat dibuat pelaksanaan tugas yang baku. Setidaknya ada dua manfaat analisis tugas dalam penyusunan standar operasional prosedur yaitu membuat penggolongan pekerjaan yang

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

direncanakan dan dilaksanakan serta menetapkan hubungan kerja dengan sistematis.

### 3. Analisis prosedur kerja

Analisis prosedur kerja adalah kegiatan untuk mengidentifikasi urutan langkah-langkah pekerjaan yang berhubungan apa yang dilakukan, bagaimana hal tersebut dilakukan, bilamana hal tersebut dilakukan, dimana hal tersebut dilakukan, dan siapa yang melakukannya. Prosedur diperoleh dengan merencanakan terlebih dahulu bermacam-macam langkah yang dianggap perlu untuk melaksanakan pekerjaan. Dengan demikian prosedur kerja dapat dirumuskan sebagai serangkaian langkah pekerjaan yang berhubungan, biasanya dilaksanakan oleh lebih dari satu orang, yang membentuk suatu cara tertentu dan dianggap baik untuk melakukan suatu keseluruhan tahap yang penting. Dalam menyusun suatu prosedur kerja, terdapat beberapa prinsip yang harus diperhatikan yaitu :

- a. Prosedur kerja harus sederhana sehingga mengurangi beban pengawasan.
- b. Spesialisasi harus dipergunakan sebaikbaiknya.
- c. Pencegahan penulisan, gerakan dan usaha yang tidak perlu.
- d. Berusaha mendapatkan arus pekerjaan yang sebaik-baiknya.
- e. Mencegah kekembaran (duplikasi) pekerjaan.
- f. Harus ada pengecualian yang seminimum-minimumnya terhadap peraturan.
- g. Mencegah adanya pemeriksaan yang tidak perlu.
- h. Prosedur harus *fleksibel* dan dapat disesuaikan dengan kondisi yang berubah.
- i. Pembagian tugas tepat.
- j. Memberikan pengawasan yang terus menerus atas pekerjaan yang dilakukan.
- k. Penggunaan urutan pelaksanaan pekerjaan yang sebaik-baiknya.
- l. Tiap pekerjaan yang diselesaikan harus memajukan pekerjaan dengan memperhatikan tujuan.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- m. Pekerjaan tata usaha harus diselenggarakan sampai yang minimum.
- n. Menggunakan prinsip pengecualian dengan sebaik-baiknya.

#### 2.11.4 Prinsip Dasar dalam Penyusunan SOP

Prinsip dasar yang perlu diperhatikan dalam penyusunan SOP (*Standard Operational Procedure*) adalah sebagai berikut (Atmoko,2009):

1. Penyusunan SOP harus mengacu pada SOTK, TUPOKSI, serta alur dokumen.
2. Prosedur kerja menjadi tanggung jawab semua anggota organisasi.
3. Fungsi dan aktivitas dikendalikan oleh prosedur, sehingga perlu dikembangkan diagram alur dari kegiatan organisasi;
4. SOP didasarkan atas kebijakan yang berlaku;
5. SOP dikoordinasikan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan/penyimpangan.
6. SOP tidak terlalu rinci.
7. SOP dibuat sesederhana mungkin.
8. SOP tidak tumpang tindih, bertentangan atau duplikasi dengan prosedur lain.
9. SOP ditinjau ulang secara periodik dan dikembangkan sesuai kebutuhan.

Berdasarkan pada prinsip penyusunan SOP di atas, penyusunan SOP didasarkan pada tipe satuan kerja, aliran aktivitas, dan aliran dokumen. Kinerja SOP diprosikan dalam bentuk durasi waktu, baik dalam satuan jam, hari, atau minggu, dan bentuk hirarkhi struktur organisasi yang berlaku. Proses penyusunan SOP dilakukan dengan memperhatikan kedudukan, tupoksi, dan uraian tugas dari unit kerja yang bersangkutan. (Atmoko, 2009).



Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

| STANDARD OPERATING PROCEDURE  |   |
|---|---|
| PROSEDUR PEMAKAIAN INVENTARIS DAN PERALATAN KANTOR  | 2 |
| <p><b>1. MAKSUD TUJUAN</b><br/>                     Inventaris dan Peralatan kantor adalah asset atau harga milik perusahaan yang berupa inventaris atau peralatan kantor sebagai sarana atau penunjang pekerjaan kantor yang dibutuhkan karyawan. (Misal: Meja, kursi, almari, computer, printer kalkulator, telpon dan sebagainya).<br/>                     Bertujuan untuk :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Tertib administrasi dan tertib barang/hak milik,</li> <li>2 Pendaftaran, pengendalian dan pengawasan setiap hak milik,</li> <li>3 Usaha untuk memanfaatkan penggunaan setiap barang/hak milik secara maksimal dalam melancarkan pencapaian maksud dan tujuan perusahaan.</li> <li>4 Menunjang pelaksanaan operasional perusahaan.</li> </ol>  |   |
| <p><b>2. SASARAN</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Standar pemakaian Inventaris yang benar</li> <li>2 Memelihara dan menjaga Inventaris dan Peralatan Kantor dengan baik.</li> <li>3 Adanya daftar inventaris yang lengkap, teratur dan berkelanjutan di semua departemen atau perusahaan.</li> </ol>  |   |
| <p><b>3. PENANGGUNG JAWAB</b><br/>                     GA (General Affair) dan semua karyawan pengguna inventaris dan peralatan kantor.</p>   |   |
| <p><b>4. TATA TERTIB PEMAKAIAN ALAT</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Inventaris dan Peralatan dipergunakan saat dibutuhkan saja.</li> <li>2 Dilarang merusak atau menghilangkan Inventaris dan Peralatan kantor.</li> <li>3 Dilarang menggunakan Inventaris dan Peralatan untuk keperluan pribadi.</li> <li>4 Dilarang membawa pulang Inventaris dan Peralatan ke rumah, kecuali atas persetujuan perusahaan.</li> <li>5 Dilarang membawa Inventaris dan Peralatan keluar perusahaan, kecuali mendapat persetujuan perusahaan.</li> <li>6 Dilarang memindahkan Inventaris dan Peralatan ke tempat lain di luar ruangan atau departemen yang bersangkutan.</li> <li>7 Dilarang meminjamkan Inventaris dan Peralatan ke Bidang atau Departemen lain, kecuali atas izin perusahaan.</li> <li>8 Merapikan, membersihkan, menyimpan, dan menempatkan menyimpan, sesuai dengan tempat yang ditentukan.</li> <li>9 Mencatat dan melaporkan kepada GA (General Affair) atau pimpinan apabila ada menyimpan yang mengalami kerusakan.</li> </ol> |   |

Gambar 2.2 Contoh SOP

## 2.12 Biaya Perawatan

Proses perawatan industri membutuhkan finansial yang cukup besar, oleh sebab itu pihak menejemen perusahaan harus melakukan perencanaan keuangan dengan baik. Perencanaan dapat dilakukan apabila menejemen dapat menghitung biaya perawatan dengan benar. Biaya perawatan adalah biaya menjalankan operasi yang terdiri dari biaya perawatan bahan baku, biaya perawatan tenaga kerja, biaya subkontrak (biaya perawatan pembayaran kontrak). Biaya perawatan juga dapat diartikan pengeluaran untuk merawat dan memelihara peralatan agar pekerjaan dapat berjalan dengan normal. Biaya perawatan dapat dikalsifikasikan sebagai berikut (Kurniawan, 2013):

- 1 Biaya perawatan rutin, meliputi biaya tenaga kerja dan material untuk aktifitas yang rutin dikerjakan, dan biaya menjaga keindahan dan pemeliharaan peralatan (pembersihan, pelubrikan, pemeriksaan, dan *setting*)



## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Biaya inspeksi peralatan, meliputi biaya tenaga kerja dan material untuk inspeksi dalam mengetahui mendeteksi ketidaknormalan dan menentukan apakah ada peralatan yang cacat dan dapat diperbaiki kembali.
3. Biaya perbaikan, meliputi biaya tenaga kerja dan material untuk merepairsai peralatan ke kondisi yang baik.

Klasifikasi biaya perawatan berdasarkan metode perawatan (Kurniawan, 2013):

1. Biaya *prefentive maintenance*
2. Biaya *breakdown maintenance*
3. Biaya untuk meningkatkan kemampuan perawatan

Klasifikasi berdasarkan elemen pokok (Kurniawan, 2013):

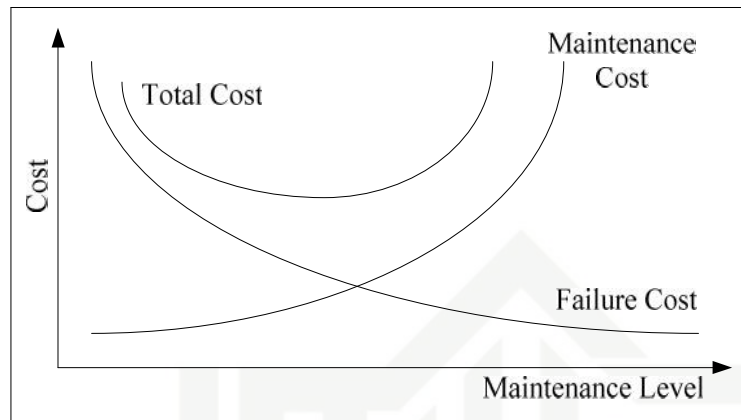
1. Biaya material perawatan, biaya material yang digunakan untuk kegiatan perawatan seperti: *spare parts*, material umum, *jigs*, dan *tools* pembantu.
2. Biaya tenaga kerja *In-house*, merupakan biaya operator.
3. Biaya subkontrak, biaya perawatan melalui kontraktor luar.

Metode dalam memperkirakan biaya perawatan (Kurniawan, 2013):

1. Memperkirakan berdasarkan pengeluaran aktual  
Yaitu perkiraan biaya perawatan berdasarkan pengeluaran tahun lalu karena biaya perawatan tidak seperti biaya material yang cenderung naik atau pun turun.
2. Metode *Repair cost rate*  
Yaitu perkalian antara presentasi biaya untuk perawatan dengan pengeluaran masa lalu.
3. Metode *Unit cost*  
Dihitung berdasarkan jumlah produksi, makin besar produksi maka akan semakin besar biaya perawatan, begitu pula sebaliknya. Metode ini dihitung menggunakan regresi linier  $y = ax + b$  di mana  $x$  adalah jumlah produksi.
4. Metode *Zero Base*  
Metode ini memperkirakan biaya berdasarkan jumlah perawatan di kelender setiap tahunnya.

5. Metode Campuran

Gabungan dari empat metode diatas.



Gambar 2.3 Grafik Hubungan Biaya Perawatan dengan *Maintenance*

*Maintenance level* yang semakin tinggi maka *failure cost* yang akan ditanggung akan semakin kecil. *Maintenance level* yang semakin tinggi juga menyebabkan biaya perawatan yang dikeluarkan semakin besar sehingga total biaya meningkat juga. Biaya perawatan mesin pada komponen mesin terbagi menjadi dua macam yaitu biaya pencegahan (*preventive cost*) dan biaya kerusakan (*failure cost*). Kedua biaya tersebut kemudian digunakan untuk mencari total cost minimum (Tc). Tujuannya untuk memperoleh suatu pola *maintenance* yang optimal agar biaya *failure cost* dan *preventive cost* dapat seimbang, sehingga dapat menghasilkan total *cost minimum* atau total biaya minimum (Soesetyo, 2014).

1. *Preventive Cost* ( $C_p$ )

*Preventive cost* merupakan biaya yang timbul karena adanya perawatan mesin yang sudah dijadwalkan. Rumus *preventive cost* adalah sebagai berikut (Soesetyo, 2014):

$$C_p = (A+B) \times C + D \quad (2.21)$$

Dimana:

A = biaya tenaga kerja

B = biaya kehilangan produksi

C = waktu perawatan preventif

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau  
Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

D = harga komponen

2. *Failure Cost* ( $C_f$ )

*Failure cost* merupakan biaya yang timbul karena kerusakan yang terjadi karena kerusakan diluar perkiraan (*breakdown*) yang menyebabkan terhentinya waktu produksi. Rumus *failure cost* adalah sebagai berikut (Soesetyo, 2014):

$$C_f = (A+B) \times C + D \quad \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana:

- A = biaya tenaga kerja
- B = biaya kehilangan produksi
- C = waktu perawatan korektif
- D = harga komponen

3. Total Biaya Minimum ( $T_c$ )

Total biaya minimum perbaikan dan penggantian persatuan waktu suatu mesin digunakan rumus sebagai berikut (Soesetyo, 2014).

$$T_c(tp) = \frac{(C_p \cdot R(tp)) + (C_f(1-R(tp)))}{(tp \cdot R(tp)) + (t_f(1-R(tp)))} \quad \dots\dots\dots(2.23)$$