

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 *Forklift*

Forklift adalah suatu alat yang paling efisien dalam menunjang proses produksi untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain. Dalam hal pengoperasian *forklift* diperlukan prosedur kerja yang benar dan aman mulai dari menghidupkan *engine* sampai dengan menjalankannya, untuk itu ada beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian, dimana kesalahan dalam mengoperasikan *forklift* akan mengakibatkan kerusakan pada *forklift* itu sendiri maupun barang yang dipindahkan, selain itu juga dapat mengakibatkan kecelakaan yang fatal pada operator maupun orang-orang yang berada di sekitar *forklift* (Basuki, 2011)



Gambar 2.1 Salah satu *Forklift* di PT. Sarana Mitra Luas
(Sumber: PT. Sarana Mitra Luas)

Adapun hal-hal yang perlu diketahui tentang *forklift* menurut (Basuki, 2011) adalah sebagai berikut:

1. Keselamatan kerja *forklift*

Faktor penyebab kecelakaan pada saat pengoperasian *forklift* adalah:

- Faktor manusia
- Faktor keandalan dan lingkungan
- Faktor mesin

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.

Diantara kietiga faktor diatas, faktor manusialah yang paling besar pengaruhnya sebagai penebab terjadinya suatu kecelakaan, misalnya karena:

- a. Salah dalam pengoperasian.
- b. Kurang perawatan dan pemeriksaan sebelum maupun sesudah pengoperasian.
- c. Barang yang diletakkan diatas garpu kurang stabil.
- d. Operator kurang mengetahui kondisi jalan dan menjalankan *forklift* terlalu cepat.

2. Pemilihan *forklift*

Klasifikasi *forklift* tergantung atau dipengaruhi beberapa hal antara lain:

- a. Berat dan ukuran dari barang yang diangkat.
- b. Berat barang-barang yang diangkat.
- c. Kekuatan konstruksi dari *forklift*.
- d. Fungsi dan kegunaan *forklift*.

2.1.1 Prinsip Kerja *Forklift*

Prinsip kerja *forklift* ini menggunakan prinsip tuas atau prinsip keseimbangan. Bilamana prinsip tuas ini diterapkan pada *forklift* maka akan terlihat bahwa seluruh komponen yang berada didepan titik tumpu termasuk barang diangkat dan disebut beban (*load*), sedangkan seluruh komponen yang berada di belakang titik tumpu (*cabin, counter weight, engine, operator* dan lain-lain) disebut penyeimbang atau dengan kata lain jika beban yang diangkat mempunyai berat yang sama dengan berat penyeimbang maka akan terjadi keseimbangan terhadap *forklift*. Jadi keseimbangan *forklift* terjadi karena berat barang sama dengan berat alat (Basuki, 2011).

2.1.2 Bagian *Forklift*

Forklift dibagi didalam 2 bagian utama, yaitu (Basuki, 2011):

1. *Body truck* yang tergabung rangkaian tenaga penggerak dan ruangan operator.
2. *Mast* yang merupakan perlengkapan kerja. *Mast* adalah alat mekanis perangkat barang naik dan turun, miring ke depan untuk mengangkat barang

atau miring ke belakang untuk menjaga barang agar tetap duduk pada posisinya.

Jika *forklift* mengangkat barang berarti *fork* dan *mast* itulah yang menanggung beban dan langsung tertumpu pada roda depan. Oleh karena itu *forklift* dirancang, diman berat unit dan barang itu seimbang dengan as roda depan sebagai sumbu (*counter balance*) (Basuki, 2011).

2.1.3 Komponen *Forklift* dan Fungsinya

Berikut ini adalah beberapa komponen yang terdapat dalam sebuah *forklift* beserta fungsinya:

1. *Control Valve* adalah sebuah komponen yang berfungsi mengatur jumlah oli yang akan masuk ke *actuator*.
2. *Bearing sensor* adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mengurangi gesekan atau digunakan juga untuk menahan atau menyangga komponen-komponen yang bergerak pada bagian hidrolis.
3. Kipas berfungsi sebagai pendingin dan menjaga radiator dan mesin dari suhu yang tinggi.
4. Pedal rem berfungsi sebagai pijakan awal untuk pengoperasian rem yang bertujuan untuk menekan master rem.
5. Master rem berfungsi untuk meneruskan tekanan dari pedal menjadi tekanan hidrolis.
6. *Brake lines pipe* berfungsi untuk mengalirkan fluida atau minyak rem bertekanan tinggi dari master silinder ke silinder roda.
7. Kanvas rem berfungsi untuk menambah gaya gesek pada drum.

2.1.4 Konstruksi *Forklift*

Forklift digolongkan berdasarkan pada bermacam-macamnya konstruksi *forklift*, garpu dan tenaga penggeraknya (Basuki, 2011).

1. Menurut tenaga penggeraknya
 - a. Tenaga penggerak motor bensin atau LPG.
 - b. Tenaga penggerak diesel.
 - c. Tenaga penggerak motor *battery* (elektrik).

2. Posisi garpu (*fork*)
- Forlift dengan posisi garpu berada didepan.
 - Forklift* dengan posisi garpu berada disamping.
3. Menurut konstruksi atau bentuk kelengkapan garpunya
- Garpu dilengkapi dengan penyetabil (*stabilizer fork*).
 - Garpu yang dapat berputar (*rotating fork*).
 - Garpu dengan gerakan engsel (*hinged fork*).
 - Garpu dengan penjepit beban (*load grab fork*).
 - Garpu klam putar (*rotating clamp fork*).
 - Garpu geser samping (*side shift fork*).
 - Garpu untuk blok beton (*concrete block fork*).
 - Alat pengangkat *container* (*container hanles*).

Kemampuan angkat sebuah *forklift* dalam keadaan seimbang (*balance*) adalah 100%. Oleh karena itu diberikan batas kerja aman (*safety margin*) yang ditentukan antara 10% sampai 25% dari beban seimbang. Berarti bahwa beban kerja aman (*safety working load*) yang dapat digunakan antara 75% sampai 90% dari bebab seimbang atau beban jungkit (*tipping load*).

2.2 Perawatan

“Maintenance is routine recurring work, which is necessary to retain equipment in a state in which it can perform its intended function. Maintenance is performed to ensure equipment availability in industry so as to compete in global market. Maintenance has changed more than any other management discipline during the past twenty years. In early ages, the maintenance strategy was breakdown maintenance, as there was no awareness of downtime. But with passage of time, increased complexity of machines led to the prevention maintenance in second generation, and then maintenance strategies and objectives have rapidly changed from preventive maintenance to condition monitoring” (Tarar, 2014).

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.

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

Status: m...
Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Ditindungi 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.

Pemeliharaan adalah pekerjaan berulang yang dilakukan secara rutin, yang diperlukan untuk mempertahankan peralatan dalam suatu perusahaan di mana ia dapat melakukan fungsi yang ditujukan. Pemeliharaan dilakukan untuk memastikan ketersediaan peralatan di industri sehingga dapat bersaing di pasar global. pemeliharaan telah mengalami perubahan dari disiplin manajemen lainnya selama dua puluh tahun terakhir. Di awal usianya, strategi pemeliharaan yang diterapkan hanya pemeliharaan *breakdown*, karena tidak ada kesadaran *downtime*. Tapi dengan berlalunya waktu, peningkatan kompleksitas mesin menyebabkan pencegahan pemeliharaan di generasi kedua, dan kemudian strategi pemeliharaan dan tujuannya mengalami perubahan menjadi pemeliharaan preventif untuk pemantauan kondisi (Tarar, 2014)

Dalam bahasa Indonesia, pemakaian istilah *maintenance* sering kali di terjemahkan sebagai perawatan atau pemeliharaan. Perawatan atau pemeliharaan (*Maintenance*) adalah konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas fasilitas atau mesin agar dapat berfungsi dengan baik seperti kondisi awalnya. Lebih jauh *Ebeling* (1997) mendefinisikan perawatan sebagai bentuk kegiatan yang dilakukan mencapai hasil yang mampu mengembalikan item atau mempertahankan pada kondisi yang selalu dapat berfungsi (Ansori, 2013).

Al-Turki memodelkan proses perawatan sebagai proses transformasi ringkas dalam sistem perusahaan yang digambarkan dalam model *black box input-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 (Ansori, 2013).

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.

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)

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*.

2.2.1 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

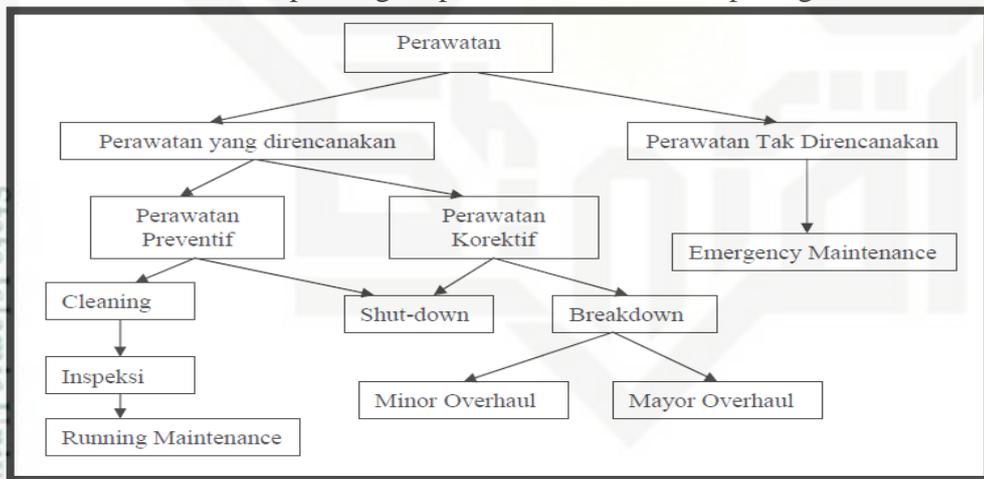
Dengan adanya kegiatan *maintenance* ini, maka mesin atau peralatan produksi dapat digunakan sesuai dengan rencana dan tidak mengalami kerusakan selama jangka waktu tertentu yang telah direncanakan tercapai. Tujuan utama pemeliharaan dapat di identifikasikan sebagai berikut (Taufik, 2015):

1. Memperpanjang umur dari mesin atau fasilitas.
2. Menjamin ketersediaan peralatan yang digunakan untuk kegiatan produksi atau jasa agar dapat digunakan secara optimal.
3. Menjamin kesiapan operasional keseluruhan peralatan agar dapat digunakan dalam keadaan darurat setiap dibutuhkan, misalnya seperti unit yang digunakan sebagai cadangan.
4. Menjamin keselamatan kerja operator yang menggunakan peralatan tersebut.

2.2.2 Jenis – Jenis Perawatan

Berdasarkan sifat pemeliharaan fasilitas, jenis kegiatan perawatan dibagi dalam dua bentuk, yang pertama yaitu pemeliharaan tidak terencana (*unplanned maintenance*) atau dikenal juga dengan (*breakdown maintenance*). Sedangkan yang kedua adalah pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) yang dikelompokkan menjadi pemeliharaan pencegahan (*preventive maintenance*) dan pemeliharaan korektif (*corrective maintenance*) (Rosa, 2005).

Secara skematik pembagian perawatan bisa dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.2 Skema Pelaksanaan Pekerjaan Perawatan
(Sumber: Rosa, 2005)

2.2.2.1 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 Maintenance* antara lain (Corder, 1992):

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 sangat 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.

2.2.2.2 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*

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

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.

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.

2.2.2.3 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 (Corder, 1992).

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 mengoptimalkan 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 (Corder, 1992).

2.2.2.4 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 (Corder, 1992).

2.2.2.5 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,

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.

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 (Corder, 1992):

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.
- 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.

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.

- 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.

2.3 *Reliability centered Maintenance (RCM)*

“RCM is a structured framework and a logical process of optimizing maintenance resources for physical asset’s maintenance in its operating context. RCM is focused on preserving system functions, rather than preserving physical asset. RCM analyzes the functions, potential failures of equipment and it is a seven-review step philosophy to evaluate “inherent reliability”, with risk management. RCM is possible with the selection of an effective maintenance strategy that will offer “inherent reliability” of equipment” (Tarar, 2014)

RCM adalah suatu kerangka kerja yang terstruktur dan proses logis mengoptimalkan sumber perawatan untuk pemeliharaan aset fisik dalam konteks operasinya. RCM adalah berfokus pada melestarikan fungsi sistem, bukan melestarikan aset fisik. RCM analisis fungsi, potensi kegagalan peralatan dan itu adalah langkah filosofi tujuh review untuk mengevaluasi “keandalan yang

melekat”, dengan manajemen risiko. RCM adalah suatu sistem perawatan yang memungkinkan dengan pemilihan strategi perawatan yang efektif yang akan menawarkan keandalan yang melekat pada peralatan (Tarar, 2014)

Reliability centered Maintenance (RCM) merupakan suatu metode perawatan yang memanfaatkan informasi yang berkenaan dengan keandalan suatu fasilitas, untuk memperoleh strategi perawatan yang efektif, efisien dan mudah untuk dilaksanakan. Melalui penggunaan RCM, dapat memperoleh informasi apa saja yang harus dilakukan untuk menjamin mesin atau peralatan dapat terus beroperasi dengan baik. Selain itu juga ada yang mendefinisikan *Reliability centered Maintenance* (RCM) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengembangkan dan memilih alternatif desain pemeliharaan berdasarkan kriteria keselamatan operasional (Kurniawan, 2013).

Tujuan dari RCM adalah sebagai berikut (Sayuti, 2013):

1. Untuk mengembangkan desain yang sifat mampu dipeliharanya (*maintainability*) baik.
2. Untuk memperoleh informasi yang penting untuk melakukan *improvement* pada desain awal yang kurang baik.
3. Untuk mengembangkan sistem *maintenance* yang dapat mengembalikan kepada *reliability* dan *safety* seperti awal mula *equiment* dari *deteriorasi* yang terjadi setelah sekian lama dioperasikan.
4. Untuk mewujudkan semua tujuan di atas dengan biaya minimum.

2.3.1 Prinsip-prinsip *Reliability Centered Maintenance* (RCM)

Prinsip dalam *reliability centerd maintenance* terbagi atas 7 yaitu (Azis, 2009):

1. RCM memelihara fungsional sistem, bukan sekedar memelihara suatu sistem atau alat agar beroperasi tetapi memelihara agar fungsi sistem atau alat tersebut sesuai dengan harapan.
2. RCM lebih focus kepada fungsi sistem dari pada suatu komponen tunggal, yaitu apakah sistem masih dapat menjalankan fungsi utama jika suatu komponen mengalami kegagalan.

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.

3. RCM berbasis pada kehandalan yaitu kemampuan suatu sistem atau *equipment* untuk terus beroperasi sesuai dengan fungsi yang diinginkan.
4. RCM bertujuan menjaga agar kehandalan fungsi sistem tetap sesuai dengan kemampuan yang didesain untuk sistem tersebut.
5. RCM mengutamakan keselamatan (*safety*) baru kemudian untuk masalah ekonomi
6. RCM mendefinisikan kegagalan *failure* sebagai kondisi yang tidak memuaskan (*unsatisfactory*) atau tidak memenuhi harapan sebagai ukurannya adalah berjalannya fungsi sebagai *performance standard* yang ditetapkan.
7. RCM harus memberikan hasil-hasil yang nyata atau jelas, tugas yang dikerjakan harus dapat menurunkan jumlah kegagalan (*failure*) atau paling tidak menurunkan tingkat kerusakan akibat kegagalan.

2.3.2 Tahap dalam *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

Langkah-langkah penerapan *reliability centered maintenance* adalah sebagai berikut (Chairani, 2015):

1. Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi (*System Selection and Information Collection*).
2. Defenisi Batasan Sistem (*System Boundary Definition*).
3. Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional (*System Description and Functional Block Diagram*).
4. Fungsi sistem dan kegagalan fungsional (*System Function and Functional Failure*).
5. *Failure mode and Effect Analysis* (FMEA).
6. *Logic tree analysis* (LTA)
7. Pemilihan tindakan.

2.3.2.1 Pemilihan Sistem dan Pengumpulan Informasi (*System Selection And Information Collection*)

Pemilihan sistem dapat didasarkan pada beberapa aspek kriteria yaitu (Azis, 2009):

1. Sistem yang mendapat perhatian yang tinggi karena berkaitan dengan masalah keselamatan (*safety*) dan lingkungan
2. Sistem yang memiliki *preventive maintenance* dan atau biaya *preventive maintenance* yang tinggi.
3. Sistem yang memiliki tindakan *corrective maintenance* dan atau biaya *corrective maintenance* yang banyak.
4. Sistem yang memiliki kontribusi yang besar atas terjadinya *full* atau *partial outage* (*shutdown*).

Dokumen atau informasi yang dibutuhkan dalam *Reliability Centered Maintenance* analisis antara lain (Azis, 2009):

1. *Piping and Instrumentation Diagram* (P&ID) merupakan ilustrasi skematik dari hubungan fungsi antara perpipaan, instrumentasi, komponen peralatan dan sistem
2. *Schematic/Block Diagram* merupakan sebuah gambaran dari sistem, rangkaian atau program yang masing-masing fungsinya diwakili oleh gambar kotak berlabel dan hubungan diantaranya digambarkan dengan garis penghubung.
3. *Vendor Manual* yaitu berupa dokumen data dan informasi mengenai desain dan operasi tiap peralatan (*equipment*) dan komponen.
4. *Equipment History* yaitu kumpulan data kegagalan (*failure*) komponen dan peralatan dengan data *corrective maintenance* yang pernah dilakukan.

2.3.2.2 Defenisi Batasan Sistem (*System Boundary Definition*)

Defenisi Batasan Sistem digunakan untuk mendefenisikan batasan–batasan suatu sistem yang akan dianalisis dengan *Reliability Centered Maintenance* (RCM), berisi tentang apa yang harus dimasukkan dan yang tidak dimasukkan ke dalam sistem sehingga semua fungsi dapat diketahui dengan jelas dan perumusan *system boundary definition* yang baik dan benar akan menjamin keakuratan proses analisis sistem (Azis, 2009).

Dalam proses analisis *Reliability Centered Maintenance* (RCM), definisi batasan sistem sangat penting karena (Asisco, 2012):

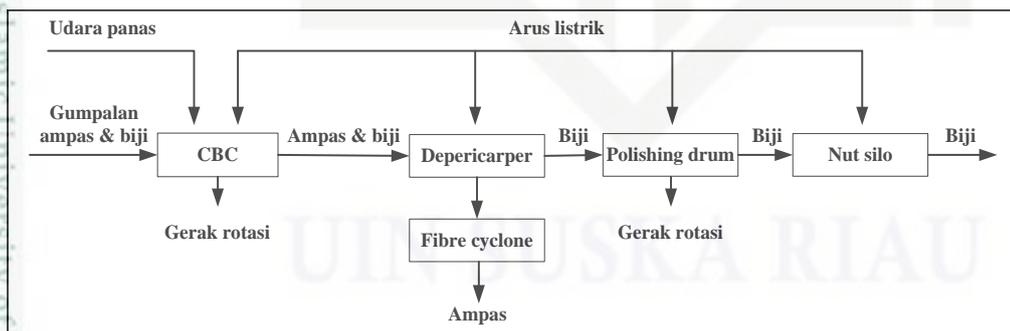
1. Dapat membedakan secara jelas antara sistem yang satu dengan yang lainnya dan dapat membuat daftar komponen yang mendukung sistem tersebut. Hal ini dapat mencegah terjadinya tumpang tindih atau *overlapping*.
2. Dapat mendefinisikan sistem input output dari sistem. Dengan adanya perbedaan yang jelas antara apa yang masuk dan keluar dari suatu sistem maka akan sangat membantu dalam akurasi analisis proses RCM pada langkah berikutnya.
3. Definisi batasan sistem terdiri dari peralatan mayor (*mayor equipment*) dan batasan fisik (*physical primer boundaries*).

2.3.2.3 Deskripsi Sistem dan Diagram Blok Fungsional (*System Description and Functional Block Diagram*)

Deskripsi sistem dan diagram blok merupakan representasi dari fungsi-fungsi utama sistem yang berupa blok-blok yang berisi fungsi-fungsi dari setiap subsistem yang menyusun sistem tersebut, maka dibuat tahapan identifikasi detail dari sistem yang meliputi (Azis, 2009):

1. Deskripsi sistem.
2. *Functional Block Diagram*.
3. *In / Out Interface*.
4. *System Work Breakdown System*.

Berikut pada Gambar 2.3 ditampilkan contoh fungsi blok diagram,:



Gambar 2.3 Contoh *Functional Block System*
 (Sumber: Asisco, 2012)

2.3.2.4 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional (*System Function and Functional Failure*)

Fungsi (*function*) adalah kinerja (*performance*) yang diharapkan oleh suatu sistem untuk dapat beroperasi. *Functional failure* (FF) didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar prestasi (*performance standard*) yang diharapkan (Azis, 2009). Adapun contoh tabel fungsi sistem dan kegagalan fungsional dapat dilihat pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1 Fungsi Sistem dan Kegagalan Fungsional

RCM						
Step 4 : <i>System Function and Functional Failure</i>						
Info : <i>Function and Functional Failure</i>						
Plant : Reaksi RSG GA Siwabessy				Analys : M. Tahri azis		
System : Sistem Pendingin Prime				Date :		
Komp. : Pompa JE 01 AP 01						
No	Kode	Nama item	<i>Functions (F)</i>		<i>Failure Functions (FF)</i>	
			Kode	Fungsi	Kode	Kegagalan Fungsi
1	A1		1.1			
1						
1						
1						
2	A2		2.1			
2						
2						

(Sumber: Azis dkk., 2009)

2.3.2.5 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

FMEA adalah suatu pendekatan sistematis yang mengidentifikasi *failure mode* yang potensial terjadi di dalam suatu sistem, produk, atau pabrikan atau operasi perakitan, yang disebabkan baik oleh desain atau kekurangan dalam pabrikan atau proses perakitan (*manufacturing* atau *assembly process deficiencies*), FMEA juga digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik proses atau desain kritis yang memerlukan pengendalian khusus untuk mencegah atau

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.

mendeteksi *failure mode*. Arti FMEA dalam penggalan kata sebagai berikut (Wawolumaja, 2013):

Failure : prediksi kemungkinan kegagalan atau *defect*

Mode : penentuan mode kegagalan

Effect : identifikasi pengaruh tiap komponen terhadap kegagalan

Analysis : tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi terhadap penyebab

Adapun tipe yang ada pada FMEA yaitu sebagai berikut (Wawolumaja, 2013):

1. Sistem FMEA

Sistem FMEA dapat digunakan untuk menganalisis suatu sistem pada tingkatan atau level manapun, dari *piece – part level* sampai *system level*. Pada tingkat atau level terendah, FMEA dapat dilakukan dengan cara memperhatikan setiap komponen di dalam sistem untuk menentukan bagaimana kemungkinan yang dapat menimbulkan kegagalan dan efeknya terhadap sistem.

2. Design FMEA

Design FMEA dilakukan pada suatu produk atau jasa atau *service* pada level design, selama tahapan desain. Tujuannya adalah untuk menganalisis suatu sistem desain dan menentukan bagaimana *failure mode* mempengaruhi pengoperasian sistem.

3. Proses FMEA

Proses FMEA dilakukan pada proses manufaktur atau pabrikasi. FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi *failure modes* yang mungkin terjadi di dalam proses manufaktur, peralatan, *tooling gauges*, pelatihan operator, atau sumber-sumber kesalahan potensial lainnya.

4. Fungsional FMEA

Fungsional FMEA dikenal juga dengan “*Black Box*” FMEA. FMEA tipe ini lebih berfokus pada kegunaan atau fungsi yang diharapkan (*intended function*) dari suatu komponen atau subsistem.

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.

FMEA dalam penerapannya memberikan peran sebagai evaluasi sistematis produk dan proses, pembuktian kegagalan, identifikasi kegagalan, dokumentasi potensial untuk produk atau proses yang tidak memenuhi syarat (Wawolumaja, 2013).

Selain itu kegunaan dari FMEA ialah sebagai berikut (Wawolumaja dan Muis, 2013):

1. Meningkatkan kualitas, *reliability*, dan keamanan dari produk atau pelayanan, permesinan dan proses.
2. Meningkatkan *company image* dan *competitiveness*.
3. Meningkatkan kepuasan konsumen (*customer satisfaction*).
4. Mengurangi waktu dan biaya untuk pengembangan produk (*support integrated product development*).
5. Pendataan dan catatan tindakan yang diambil untuk mengurangi resiko (*Documents and tracks action taken to reduce risk*).
6. Mengurangi potensi terhadap kekhawatiran jaminan atau garansi (*Reduces potential for Warranty concerns*).
7. Terintegrasi dengan desain untuk manufaktur dan teknik perakitan (*Integrates with Design for Manufacturing & Assembly Techniques*).

Langkah – langkah pembuatan FMEA adalah sebagai berikut:

1. Penjabaran produk atau proses beserta fungsinya
2. Membuat blok diagram yaitu diagram yang menunjukkan komponen atau langkah proses sebagai blok yang terhubung oleh garis yang menunjukkan bagaimana komponen atau langkah tersebut berhubungan.
3. Membuat formulir FMEA, yang berisi produk atau sistem, subsistem, subproses, komponen, pemimpin desain, pembuat FMEA, revisi serta tanggal revisi, Formulir ini dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan.
4. Mendaftar item atau fungsi menggunakan diagram FMEA.
5. Mengidentifikasi potensi kegagalan, yaitu kondisi dimana komponen, subsistem, system, ataupun proses tidak sesuai dengan desain yang telah ditetapkan.
6. Mendaftar setiap kegagalan secara teknis, untuk fungsi dari setiap komponen

atau langkah-langkah proses.

7. Mendeskripsikan efek penyebab dari setiap kegagalan, sesuai dengan persepsi konsumen.
8. Mengidentifikasi penyebab dari setiap kegagalan.
9. Menentukan faktor *probabilitas*, yaitu pembobotan numerik, pada setiap penyebab yang menunjukkan setiap keseringan penyebab tersebut terjadi. Skala yang biasanya digunakan adalah 1 untuk menunjukkan tidak sering dan 10 untuk menunjukkan sering terjadi.
10. Identifikasi kontrol yang ada, yaitu mekanisme yang mencegah penyebab kegagalan terjadi atau mekanisme yang mampu mendeteksi kegagalan sebelum sampai ke konsumen.
11. Menentukan kemungkinan dari deteksi.
12. *Review Risk Priority Number* (RPN), yaitu hasil perkalian antara variabel *Severity*; keseriusan akibat kesalahan terhadap proses, *Occurance*; keseringan terjadi kesalahan, *Detection*; alat kontrol akibat penyebab yang potensial (*detection*).
13. Menentukan rekomendasi untuk kegagalan potensial yang punya RPN tinggi.

2.3.2.6 Menentukan Nilai *Severity* (S), *Occorence* (O), *Detection* (D), dan *Risk Priority Number* (RPN)

Pendefinisian dari nilai *severity*, *occurence*, dan *detection* harus ditentukan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *risk priority number*. Pendefinisian ini dapat disesuaikan kembali dengan keadaan dilapangan. Berikut merupakan langkah-langkah sebagai acuan dalam pendefinisian nilai-nilai tersebut:

1. *Severity* (S)

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses. *Severity* adalah suatu perkiraan subyektif mengenai kerumitan suatu kegagalan dan bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan tersebut. Dampak tersebut dirancang mulai skala 1 sampai

10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk. Proses sistem peringkat yang dijelaskan pada Tabel 2.2 sesuai dengan standar *automotive industry action group* (AIAG):

Tabel 2.2 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity of Effects* dalam FMEA Process

<i>Effect</i>	<i>Criteria: Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rank</i>
Berbahaya tanpa adanya peringatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat membahayakan operator mesin atau operator perangkai 2. Kegagalan mempengaruhi keamanan operasional produk atau tidak sesuai dengan peraturan pemerintah 3. Kegagalan akan terjadinya tanpa adanya peringatan terlebih dahulu 	10
Berbahaya dengan peringatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat membahayakan operator mesin atau operator perangkai 2. Kegagalan mempengaruhi keamanan operasional produk atau tidak sesuai dengan peraturan 3. Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan 	9
Sangat Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gangguan major pada lini produksi 2. 100% produk harus dibongkar 3. Produk tidak terdapat dioperasikan dan kehilangan fungsi utamanya 	8
Tinggi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gangguan minor pada lini produksi 2. Produk harus dipilah dan sebagian dibongkar ulang 3. Produk dapat beroperasi, tetapi berkurang performansinya 	7
Sedang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gangguan minor pada lini produksi 2. Sebagian produk harus dikerjakan ulang (tanpa ada pemilahan) 3. Produk dapat beroperasi, tetapi sebagian item tambahan tidak dapat berfungsi 	6
Rendah	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gangguan minor pada lini produksi 2. 100% produk harus dikerjakan ulang 3. Produk dapat beroperasi, tetapi sebagian item tambahan beroperasi dengan performansi yang berkurang 	5

(Sumber: Chrysler, 1995)

- 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.

Tabel 2.2 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity of Effects* dalam FMEA *Process* (lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Criteria: Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rank</i>
Sangat Rendah	1. Gangguan minor pada lini produksi 2. Produk harus dipilah dan sebagian dikerjakan ulang 3. <i>Fit</i> dan <i>finish</i> atau <i>squeak</i> dan <i>rattle</i> tidak sesuai 4. Pelanggan secara umum menyadari <i>defect</i> tersebut	4
Minor	1. Gangguan minor pada lini produksi 2. Sebagian produk harus dikerjakan secara on-line ditempat 3. <i>Fit</i> dan <i>finish</i> atau <i>squeak</i> dan <i>rattle</i> tidak sesuai 4. Sebagian pelanggan menyadari <i>defect</i> tersebut	3
Sangat Minor	1. Gangguan minor pada lini produksi 2. Sebagian kecil produk harus dikerjakan ulang ditempat 3. <i>Fit</i> dan <i>finish</i> atau <i>squeak</i> dan <i>rattle</i> produk tidak sesuai 4. Pelanggan yang sangat jeli yang menyadari <i>defect</i> tersebut	2
Tidak Ada	1. Bentuk kegagalan tidak memiliki efek samping	1

(Sumber: Chrysler, 1995)

2. Occurrence (O)

Occurrence (interval kejadian) merupakan suatu penilaian mengenai interval atau jarak yang mungkin terjadi dari suatu kegagalan yang melekat pada suatu produk pada suatu periode tertentu. *Occurrence* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan (*Possible failure rates*). Untuk mengetahui penilaian ini juga diperlukan adanya perankingan untuk masing-masing kategori yang ditetapkan. Adapun skala perhitungan interval kejadian dapat dilihat pada

Tabel 2.3 Rating *Occurrence*(O)

Rating	Kejadian	Kriteria Verbal
1	Hampir tidak pernah	Kerusakan hampir tidak pernah terjadi
2	Remote	Kerusakan jarang terjadi

(Sumber: Chrysler, 1995)

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.

Tabel 2.3 Rating *Occurrence* (O) (Lanjutan)

Rating	Kejadian	Kriteria Verbal
3	Sangat sedikit	Kerusakan terjadi sangat sedikit
4	Sedikit	Kerusakan terjadi sedikit
5	Rendah	Kerusakan yang terjadi rendah
6	Medium	Kerusakan terjadi pada tingkat medium
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi

(Sumber: Chrysler, 1995)

3. *Detection* (D)

Detection merupakan pengukuran terhadap kemampuan mendeteksi atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. *Detection* menggunakan penilaian dengan skala dari 1 sampai 10.

Tabel 2.4 *Detection Ranking*

Deteksi	Kemungkinan Deteksi	Rating
Hampir tidak Mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pegontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	9
Jarang	Alat pegontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang	5
Agak tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi	2
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

(Sumber: Chrysler, 1995)

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.

4. *Risk Priority Number*

Risk Priority Number merupakan produk matematis dari tingkat keparahan, tingkat keseringan atau kemungkinan terjadinya penyebab akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan pengaruh, dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi. Untuk mendapatkan nilai RPN, dapat ditunjukkan dengan Rumus 2.1:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

S = *Severity*.

O = *Occurance*.

D = *Detection*.

Melalui nilai RPN ini akan memberikan informasi bentuk kegagalan atau kecelakaan kerja yang mendapatkan prioritas penanganan.

Berikut ini adalah cara pengisian rating *severity*, *occurrence* dan *detection* (Hanif, 2015)

1. Menyusun *worksheet* FMEA dari hasil pembahasan jenis *failuremode*.

Tabel 2.5 *Worksheet* FMEA

<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>				
No	Item	<i>Failure Effect</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Failure Mode</i>
1	Mesin Belah	<i>Rework</i> produk yang mengalami keretakan	1. Ukuran ketebalan kayu tidak sesuai spesifikasi 2. Proses pengeringan kayu yang terlalu cepat 3. Mata pisau yang kurang tajam	Terdapat retak pada bagian sisi produk

(Sumber : Hanif, 2015)

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.

2. Setelah *worksheet* FMEA diketahui langkah selanjutnya adalah membuat *rating* variabel FMEA yaitu *severity*, *occurrence* dan *detection*. Pengisian *rating* berdasarkan keadaan nyata yang terjadi akan diisi oleh karyawan atau pihak perusahaan dilantai produksi. contoh pengisian *rating* FMEA dapat dilihat pada Tabel 2.6, 2.7, 2.8 dan 2.9:

Tabel 2.6 Contoh Pengisian *Rating Severity*

<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>															
No	<i>Functional Failure</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>Rating Detection</i>												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Pembelahan kayu tidak sempurna	Rework produk yang mengalami keretakan				√									

(Sumber : Hanif, 2015)

Tabel 2.7 Contoh Pengisian *Rating Occurrence*

<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>															
No	<i>Functional Failure</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Rating Occurrence</i>												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Pembelahan kayu tidak sempurna	1. Ukuran ketebalan kayu tidak sesuai spesifikasi 2. Proses pengeringan kayu yang terlalu cepat 3. Mata pisau yang kurang tajam					√								

(Sumber : Hanif, 2015)

- 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.

Tabel 2.8 Contoh Pengisian Rating *Detection*

<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>													
No	<i>Functional Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	Rating <i>Severity</i>										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Pembelahan kayu tidak sempurna	Terdapat retak pada bagian sisi produk									√		

(Sumber : Hanif, 2015)

Tabel 2.9 Rekapitulasi Rating *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*

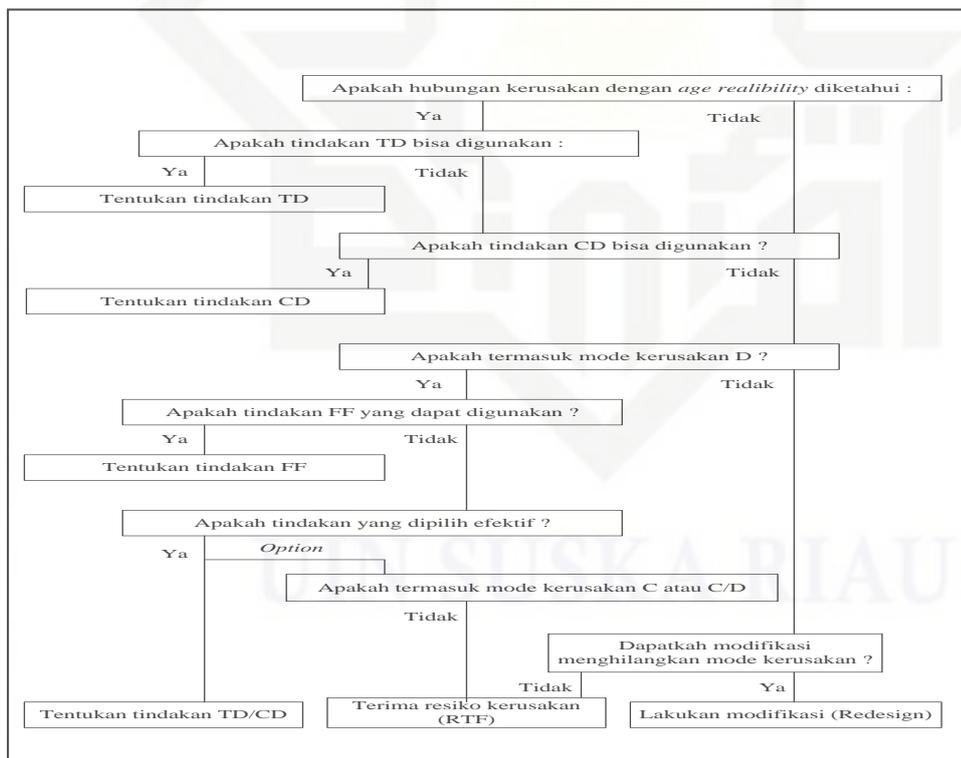
<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>									
No	Item	<i>Failure Effect</i>	<i>Failure Cause</i>	<i>Failure Mode</i>	Rating <i>Severity</i> , <i>Occurrence</i> dan <i>Detection</i>			RPN	Rank
					S	O	D		
1	Mesin Belah	<i>Rework</i> produk yang mengalami keretakan	1. Ukuran ketebalan kayu tidak sesuai spesifikasi 2. Proses pengeringan kayu yang terlalu cepat 3. Mata pisau yang kurang tajam	Terdapat retak pada bagian sisi produk	4	5	8	160	1

(Sumber : Hanif, 2015)

2.3.2.7 Pemilihan Tindakan

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dalam proses RCM. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Jika tugas pencegahan secara teknis tidak menguntungkan untuk dilakukan, tindakan standar yang harus dilakukan bergantung pada konsekuensi kegagalan yang terjadi. Beberapa kategori pencegahan tersebut antara lain (Azis, 2009):

1. *Time Directed* (TD) adalah Suatu tindakan yang bertujuan melakukan pencegahan langsung terhadap sumber kerusakan peralatan yang didasarkan pada waktu atau umur komponen.
2. *Condition Directed* (CD) adalah tindakan yang diambil yang bertujuan untuk mendeteksi kerusakan dengan cara memeriksa alat. Apabila ada pendeteksian ditemukan gejala-gejala kerusakan peralatan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen.
3. *Failure Finding* (FF) yaitu suatu tindakan yang bertujuan untuk menemukan kerusakan peralatan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.
4. *Redesign* yaitu memungkinkan perubahan apapun terhadap kemampuan bawaan (*build-in-capability*) dari suatu sistem. Ini termasuk modifikasi pada *hardware* dan perubahan pada prosedur.
5. *Run To Failure* (RTF) adalah tindakan yang diambil dengan cara membiarkan komponen tersebut bekerja sampai mengalami kegagalan, karena tidak ada tindakan ekonomis dapat dilakukan untuk pencegahan kerusakan.



Gambar 2.4 Diagram Alir Pemilihan Tindakan
(sumber: Azis, 2009)

2.3.3 Keandalan (*Reliability*)

Keandalan didefinisikan sebagai probabilitas komponen, peralatan, mesin, atau sistem tetap beroperasi dengan baik sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam interval waktu kondisi tertentu. Dalam menyatakan berfungsi tidaknya suatu fasilitas/peralatan tertentu, kita bisa menyatakannya dalam nilai keandalan dari fasilitas/peralatan tersebut. Keandalan menyatakan konsep kesuksesan operasi atau kinerja atau ketiadaan kerusakan. Ketidakandalan/kekurangandalan menyatakan kebalikannya. Teori keandalan menguraikan kegunaan interdisiplin, probabilitas, statistik, dan pemodelan stokastik, dikombinasikan dengan pengetahuan rekayasa kedalam desain dan pengetahuan ilmu mekanisme kerusakan, untuk mempelajari beberapa aspek keandalan (Ansori, 2013).

2.3.3.1 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).

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 μ dan σ . Fungsi probabilitas yang ada pada distribusi normal antara lain (Soesetyo, 2014):

$$f(t) = \int_t^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt \quad \dots\dots (2.2)$$

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

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right) \quad \dots\dots (2.4)$$

$$MTTF = \mu \quad \dots\dots (2.5)$$

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

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):

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}st} \exp \left[-\frac{1}{2s^2} \left(\ln \frac{t}{t_{med}} \right)^2 \right] \quad \dots\dots (2.6)$$

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

$$R(t) = 1 - \Phi \left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}} \right) \quad \dots\dots(2.8)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad \dots\dots(2.9)$$

$$MTTF = t_{med} \exp(s^2/2) \quad \dots\dots (2.10)$$

3. Distribusi *Weibull*

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

$$f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta} \right)^{\beta-1} e^{-(t/\theta)^\beta} \quad \dots\dots (2.11)$$

$$F(t) = 1 - \exp[-(t/\theta)^\beta] \quad \dots\dots (2.12)$$

$$R(t) = e^{-(t/\theta)^\beta} \quad \dots\dots (2.13)$$

$$MTTF = \mu \Gamma \left[1 + \frac{1}{\sigma} \right] \quad \dots\dots (2.14)$$

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:

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

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

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.

Dimana:

t= Waktu

λ = rasio kegagalan konstan

$$R(t) = 1-F(t) = e^{-\lambda t} \dots\dots(2.16)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \lambda \dots\dots(2.17)$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \dots\dots(2.18)$$

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

2.3.4 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):

$$D(tp) = \frac{Tf \cdot R(tp) + Tf(1-R(tp))}{(tp+Tf)R(tp) + \{M(tp) + Tf(1-R(tp))\}} \dots\dots(2.19)$$

$$A(tp) = 1 - D(tp) \text{ Min} \dots\dots(2.20)$$

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.

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

2.3.5 Perhitungan Waktu Interval Pemeriksaan

Adapun langkah-langkah dalam menghitung waktu interval pemeriksaan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan rata-rata jam kerja
2. Menentukan jumlah kerusakan
3. Menentukan rata-rata perbaikan dengan persamaan berikut:

$$1/\mu = \frac{\text{MTTR}}{\text{Rata-rata jam kerja perbulan}} \dots\dots(2.21)$$

4. Waktu rata-rata pemeriksaan

$$1/i = \frac{\text{Rata-rata 1 kali pemeriksaan}}{\text{Rata-rata jam kerja perbulan}} \dots\dots(2.22)$$

5. Menentukan rata-rata kerusakan

$$k = \frac{\text{Jumlah kerusakan perbulan}}{\text{Jumlah bulan}} \dots\dots(2.23)$$

6. Menentukan frekuensi pemeriksaan optimal

$$n = \sqrt{\frac{K \times i}{\mu}} \dots\dots(2.24)$$

7. Menentukan interval waktu pemeriksaan

$$ti = \frac{\text{Rata-rata jam kerja perbulan}}{n} \dots\dots(2.25)$$

8. Nilai *availability*

$$D (n) = \frac{k}{n \times \mu} + \frac{n}{i} \dots\dots(2.26)$$

$$A (n) = 1 - D (n) \dots\dots(2.27)$$

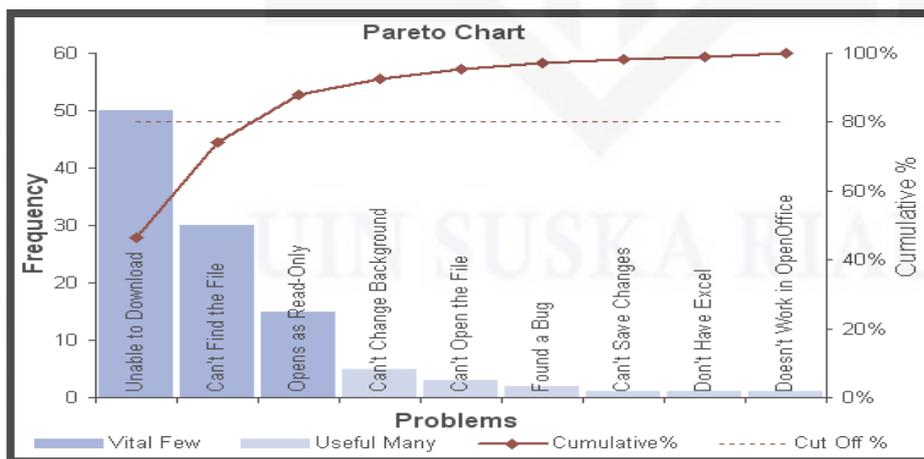
2.3.6 Perhitungan Tingkat *Availability* Total

Availability didefinisikan sebagai peluang sebuah komponen atau sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan pada waktu tertentu yang berada pada kondisi normal. *Availability* juga diartikan sebagai jumlah waktu dikurangi dengan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan perawatan dan perbaikan. Tingkat ketersediaan atau *availability* dipengaruhi oleh nilai interval penggantian dan perbaikan. Rumus yang digunakan untuk menghitung *availability* adalah sebagai berikut (Soesetyo, 2014):

$$\text{Availability Total} = A (tp) \times A (n) \dots\dots\dots(2.28)$$

2.3.7 Diagram Pareto

Diagram ini diperkenalkan pertama kali oleh seorang ahli ekonomi dari Italia bernama Vilfredo Pareto (1848-1923). Diagram Pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab-penyebab yang dominan yang seharusnya pertama kali dibatasi, maka kita akan bisa menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan atau tindakan koreksi pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa akibat/pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti (Wignjosoebroto, 2006).



Gambar 2.5 Diagram Pareto
(Sumber: Wignjosoebroto, 2009)

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.