

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perawatan

2.1.1 Pengertian Perawatan.

Perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang dan memperbaikinya sampai suatu kondisi yang dapat diterima. Maintenance atau perawatan dapat diartikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas / perawatan perusahaan dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian / penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang kita rencanakan.

Perawatan merupakan salah satu fungsi penting dalam perusahaan manufaktur maupun non industri yang sama pentingnya dengan fungsi fungsi yang lainnya seperti produksi. Usaha untuk dapat mempergunakan fasilitas tersebut agar kontinuitas perusahaan berjalan lancar dan terjamin, maka dibutuhkan kegiatan perawatan dan perawatan yang meliputi bagian pengecekan, meminyaki dan perbaikan / reparasi atas kerusakan –kerusakan yang ada serta penyesuaian / pergantian suku cadang atau komponen yang terdapat dalam fasilitas tersebut.

Perawatan kadang kadang kurang mendapat perhatian dari pihak manajemen, terutama pada perusahaan perusahaan kecil sampai menengah, yang dikelola secara tradisional. Kondisi ini terjadi karena manfaat dari perawatan tidak dapat dirasakan secara langsung pada saat perawatan tersebut dilakukan.

Perawatan yang tepat maka akan dapat meningkatkan produktivitas serta dapat memperpanjang masa pakai mesin tersebut dimana mesin tidak menguntungkan lagi dan dapat menekan serta memperkecil biaya perbaikan mesin.

2.1.2 Tujuan Utama Perawatan

Tujuan perawatan yang utama dapat didefinisikan sebagai berikut \tilde{r} :

1. Memperpanjang kegunaan usia asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isiya) hal ini penting terutama dinegara berkembang karena kurangnya sumber daya modal untuk penggantian. Di negara maju kadang kadang lebih menguntungkan untuk mengganti daripada memelihara.
2. Untuk menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi / jasa dan mendapat laba investasi (return of investment) maksimum yang mungkin.
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh perawatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadam kebakaran dan penyelamatan.
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Tujuan utama fungsi perawatan adalah \tilde{r}

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.

2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
3. Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpanan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Mencapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin dengan melaksanakan kegiatan perawatan yang efektif dan efisien.
5. Menghindari kegiatan perawatan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi fungsi utama yang lainnya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan yang sebaik mungkin dan total biaya yang serendah mungkin.

Investasi terhadap perawatan merupakan bagian terbesar dari aset yang dimiliki perusahaan. Untuk menjaga kelangsungan dan kualitas produksi serta untuk menghindari timbulnya ongkos yang besar pada saat menjalankan produksi, maka perawatan yang baik dan terencana terhadap mesin merupakan hal yang mutlak diperlukan dalam manajemen produksi.

Ongkos yang timbul akibat kerusakan mesin antara lain \bar{r} :

1. Ongkos hilangnya kesempatan memperoleh keuntungan.
2. Ongkos memperbaiki mesin dan suku cadang.

3. Ongkos teknisi.

Pada umumnya tindakan perawatan yang ditujukan untuk memelihara dan memperbaiki keandalan perawatan adalah sebagai berikut :

1. Menambah fasilitas perawatan dan jumlah teknisi, sehingga diharapkan dapat mengurangi waktu tunggu perbaikan ketika terjadi kerusakan. Selain itu penambahan fasilitas dan jumlah teknisi, dapat mempersingkat waktu perbaikan.
2. Menyelenggarakan perawatan pencegahan. Tindakan perawatan pencegahan adalah suatu tindakan pemeriksaan mesin atau mungkin penggantian beberapa komponen kritis, hal ini dilakukan setelah mesin berproduksi dalam suatu periode tertentu (preventive maintenance period).
3. Menyediakan mesin cadangan, pada tahap produksi kritis disediakan dua fasilitas produksi secara paralel, atau bila terjadi kerusakan bisa diganti dengan cepat sehingga proses penggantian dapat berlangsung dengan cepat.
4. Penambahan komponen khusus kedalam suatu mesin atau penambahan suatu mesin tertentu kedalam suatu sistem. Tindakan ini dimaksudkan agar mesin atau sistem memiliki keandalan yang lebih tinggi. Adapun pelaksanaannya yaitu dengan memperbaiki desain teknis mesin. Misalnya penambahan sistem cover yang dapat dibuka secara praktis.

2.1.3 Pengertian Manajemen Perawatan

Manajemen adalah suatu proses *planning, organization, staffing, directing* dan *controlling*, kegiatan sumber daya organisasi untuk mencapai tujuan organisasi. Perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang, memperbaikinya sampai pada suatu kondisi yang dapat diterima. Jadi manajemen perawatan adalah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas perusahaan.

Dengan kata lain suatu persyaratan terbaik dalam pengorganisasian kegiatan perawatan. Pengorganisasian ini mencakup penerapan dari metode manajemen dan memerlukan perhatian dan sistematis. Hal ini merupakan pekerjaan yang harus dipertimbangkan dalam mengatur semua perlengkapan, perawatan, tenaga kerja, biaya, teknik atau cara yang diterapkan dan waktu pelaksanaan perawatan

2.1.4. Tujuan Program Manajemen Perawatan

Beberapa tujuan umum program manajemen perawatan teknik menunjang aktivitas bidang perawatan \tilde{r} adalah :

1. Memperpanjang umur pemakaian mesin yang digunakan semaksimal mungkin, dengan biaya perawatan yang minimum.
2. Menentukan metode evolusi prestasi kerja yang berguna bagi manajemen dan bagi pengawas perawatan.

3. Membantu dalam menciptakan kondisi kerja yang aman, baik untuk bagian operasi dan bagian yang lain, dengan menetapkan dan menjaga standar perawatan yang benar.
4. Meningkatkan keterampilan para pengawas dan operator perawatan melalui pelatihan.
5. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produk yang tidak terganggu.
6. Mencapai tingkat biaya perawatan yang mungkin dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien bagi keseluruhannya.
7. Menjamin tingkat ketersediaan yang optimum dari fasilitas produksi dan mendapat pengembalian investasi semaksimal mungkin.
8. Menjamin kesiapan operasional seluruh perawatan yang diperlukan untuk keadaan darurat, seperti unit siaga, pemadam kebakaran, perawatan keselamatan yang lainnya.
9. Menjamin keselamatan operator.
10. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi fungsi utama yang lainnya dalam rangka mencapai tujuan utama perusahaan.

Sehubungan dengan tujuan tersebut, prinsip umum dan teknis dari manajemen dapat digunakan untuk mengorganisasikan pekerjaan perawatan.

Elemen dasar sistem manajemen umum tersebut adalah ¹⁾ :

1. Penetapan kebijakan dan tujuan.
2. Penjabaran tanggung jawab dan wewenang.

3. Perencanaan tindakan.
4. Penentuan organisasi pekerjaan perawatan.
5. Penentuan susunan tenaga kerja dan pengadaan pelatihan.
6. Mengatur pencatatan akuntansi dan prosedur anggaran
7. Menjamin keamanan pengontrolan dana.
8. Mengadakan tujuan pelaksanaan evaluasi.

2.1.5 Yang Berkepentingan Dengan Perawatan.

Yang berkepentingan dengan perawatan (maintenance) adalah ³⁾

1. Penanam modal (Investor)

Bagi investor perawatan penting karena :

- a. Dapat melindungi modal yang ditanam dalam perusahaan baik yang berupa bangunan gedung maupun perawatan produksi.
- b. Dapat menjamin penggunaan sarana perusahaan secara optimal dan berumur panjang.
- c. Dapat menjamin kelangsungan hidup perusahaan.
- d. Dapat mengetahui dan mengendalikan biaya perawatan dan mengembangkan data data operasi yang berguna untuk membantu menentukan anggaran biaya masa datang

2. Manager

Bagi para manager, perawatan penting dengan harapan dapat membantu :

- a. Melindungi bangunan dan instalasi pabrik terhadap kerusakan.

- b. Meningkatkan daya guna serta mengurangi waktu menganggurnya perawatan.
- c. Mengendalikan dan mengarahkan tenaga karyawan.
- d. Meningkatkan efisiensi bagian perawatan secara ekonomis.
- e. Memelihara instalasi secara aman
- f. Pencatatan pembelanjaan dan biaya pekerjaan
- g. Mencegah pemborosan perkakas suku cadang dan material.
- h. Memperbaiki komunikasi teknik.
- i. Menyediakan data biaya untuk anggaran mandatang.
- j. Mengukur hasil kerja sebagai pedoman untuk menempuh suatu kebijakan yang akan datang.

3. Karyawan perusahaan yang bersangkutan

Bagi karyawan, berkepentingan terhadap perawatan dengan harapan dapat :

- a. Menjamin kelangsungan hidup karyawan yang memadai dalam jangka waktu yang panjang, yang mana akan menumbuhkan rasa memiliki sehingga perawatan / sarana yang dapat menjamin kelangsungan hidupnya akan dijaga dan dipelihara dengan baik.
- b. Menjamin keselamatan kerja karyawan.
- c. Menimbulkan rasa bangga bila bekerja pada perusahaan yang sangat terpelihara keadaannya.

2.1.6 Konsep Dasar Perawatan

Pekerjaan pertama yang paling mendasar dalam perawatan adalah

“ membersihkan “ perawatan dari debu maupun kotoran lainnya yang dianggap tidak perlu. Dalam melakukan pekerjaan membersihkan perlu ada petunjuk tentang ³⁾

- Bagaimana cara melakukan pekerjaan tersebut
- Kapan pekerjaan tersebut dilakukan.
- Alat bantu apa saja yang diperlukan.
- Hal hal apa saja yang harus dihindari dalam melakukan pekerjaan tersebut.

Pekerjaan kedua adalah “ memeriksa “ bagian bagian dari perawatan yang dianggap cukup kritis. Pemeriksaan terhadap unit instalasi perlu dilakukan secara teratur mengikuti suatu pola jadwal tertentu. Jadwal ini dibuat atas dasar pertimbangan pertimbangan sebagai berikut :

- Berdasarkan pengalaman yang lalu dalam suatu jenis pekerjaan yang sama diperoleh informasi mengenai selang waktu atau frekuensi untuk melakukan pemeriksaan se minimal mungkin dan se ekonomis mungkin tanpa menimbulkan resiko yang berupa kerusakan pada unit yang bersangkutan.
- Berdasarkan sifat operasinya, yang menimbulkan kerusakan setelah unit instalasi beroperasi dalam selang waktu tertentu.
- Berdasarkan rekomendasi dari pabrik pembuat unit instalasi yang bersangkutan.

Pekerjaan ketiga adalah “ memperbaiki “ bila terjadi kerusakan pada bagian unit instalasi, sehingga kondisi unit instalasi tersebut dapat mencapai standar semula dengan usaha dan biaya yang wajar.

Perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas mesin (fasilitas) agar tetap dapat berfungsi dengan baik. Dari pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Fungsi perawatan berhubungan erat dengan proses produksi.
2. Mesin (fasilitas) yang dapat digunakan terus untuk berproduksi adalah hasil adanya perawatan.
3. Aktivitas perawatan berhubungan erat dengan pemakaian perawatan, mesin, pekerjaan dan cara penanganan.
4. Aktivitas perawatan harus dikontrol berdasarkan kondisi yang terjaga.

2.1.7 Pelaksanaan Kegiatan Perawatan

Proses pekerjaan perawatan untuk suatu mesin pada umumnya mengikuti petunjuk yang berdasarkan dari pabrik dimana mesin dibuat. Apabila perusahaan membeli suatu mesin atau perawatan, dan pembelian itu diikutsertakan /diberikan buku petunjuk mengenai mesin/perawatan tersebut.

Buku petunjuk/pedoman ini antara lain :

- 1 Kegunaan dari mesin/perawatan tersebut.
- 2 Kapasitas mesin pada waktu atau umur tertentu.
- 3 Cara cara memakai/mempergunakan mesin/perawatan tersebut.

4 Cara perawatan dan perbaikan mesin tersebut.

Adanya buku petunjuk ini, maka kegiatan perawatan dapat dilakukan menurut petunjuk pembuatan mesin/perawatan tersebut agar supaya dikemudian hari tidak ada kekecewaan karena kesalahan pemakaian dan perawatan mesin.

Berpedoman pada buku petunjuk maka dapat dilakukan kegiatan perawatan, yang diantaranya ialah :

1. Usaha/kegiatan yang harus dilakukan pada pemakaian dan perawatan mesin tersebut yang sesuai dengan buku pedoman standar.
2. Penggunaan mesin haruslah sesuai dengan fungsi atau kegunaan mesin tersebut
3. Cara cara kegiatan teknis perawatan dan perbaikan yang harus dilakukan yaitu :
 - a. Bagaimana membuka dan memasang kembali komponen dan hubungannya satu dengan yang lainnya.
 - b. Alat alat yang tidak boleh dipergunakan.
 - c. Bagaimana hal hal yang rutin harus dilakukan.
 - d. Sebelum mesin dijalankan hendaknya terlebih dahulu diteliti apakah ada gangguan yang menghalangi jalannya mesin.
 - e. Mesin utama harus dipanaskan terlebih dahulu selama 15 menit sebelum dibebani tenaga penggerak lainnya.
 - f. Mesin haruslah dijalankan dan digunakan sesuai dengan urutan urutan yang telah ditetapkan oleh pabrik pembuat mesin.

2.1.8. Syarat Kegiatan Perawatan.

Syarat syarat yang diperlukan agar pekerjaan perawatan dapat efisien ²⁾

1. Data mengenai mesin dan perawatan yang dimiliki perusahaan.
2. Jadwal dan rencana (Planning and scheduling)
3. Surat perintah (work order) yang tertulis.
4. Persediaan alat dan spareparts (Store Control)
5. Catatan (Records)
6. Laporan pengawasan dan analisa.

2.1.9 Bentuk- bentuk perawatan.

Kegiatan perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu perawatan preventif, perawatan korektif dan perawatan penyempurnaan. Perawatan dilihat dari sisi tujuan adalah sebagai berikut ²⁾.

- 1 Perawatan Preventif.

Yang dimaksud dengan perawatan preventif adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan kerusakan yang tidak terduga, dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksimengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses produksi. Perawatan preventif ini sangat penting karena kegunaannya yang efektif dalam menghadapi fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan kritis adalah :

- a. Kerusakan fasilitas tersebut membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja.
- b. Kerusakan fasilitas tersebut akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
- c. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- d. Modal yang tertanam dalam fasilitas tersebut, harga dari fasilitas tersebut cukup mahal.

Dalam prakteknya, perawatan preventif yang dilakukan dalam perusahaan dapat menjadi dua macam perawatan rutin dan perawatan periodik.

- a. Perawatan rutin.

Perawatan rutin adalah kegiatan perawatan yang dilaksanakan secara rutin, misalnya setiap hari. Contoh perawatan rutin adalah pembersihan mesin, pelumasan, pengecekan oli dan pengecekan lainnya.

- b. Perawatan periodik

Perawatan periodik adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya dalam satu hari sekali, satu minggu sekali dan sebagainya. Perawatan periodik juga dapat dilaksanakan berdasarkan lamanya jam kerja, misalnya seratus jam kerja, dua ratus jam kerja dan sebagainya.

2. Perawatan korektif.

Kegiatan perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki terjadinya suatu kerusakan. Dalam hal ini kegiatan perawatan baru dilakukan setelah kerusakan pada perawatan terjadi. Dengan demikian bila perusahaan akan mengambil kebijaksanaan untuk melakukan *corrective maintenance* saja, maka terdapat faktor ketidak pastian akan kelancaran bekerjanya fasilitas yang ada. Oleh karena itu kebijakan untuk melakukan

• *corrective maintenance* saja tanpa melakukan *preventive maintenance* akan menimbulkan akibat akibat yang dapat menghambat atau memacetkan kegiatan produksi apabila terjadi kerusakan yang tiba tiba pada fasilitas yang digunakan.

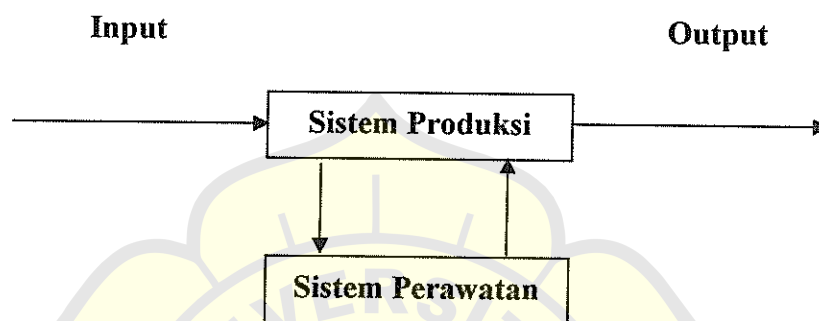
3. Perawatan Penyempurnaan.

Yang dimaksud dengan perawatan penyempurnaan didalam perusahaan adalah merupakan perawatan yang bersifat perbaikan dan pembenahan pada kekurangan kekurangan fungsi mesin, namun terbatas pada kekurangan yang tidak menyebabkan gangguan proses.

2.1.10 Hubungan Antara Sistem Produksi dengan Perawatan.

Untuk mendapatkan sistem produksi yang efektif dan efisien, perlu merencanakan dan mengendalikan semua langkah langkah perbaikan perawatan yang dipengaruhi oleh produk itu sendiri, desain dan pemilihan mesin, estimasi biaya dan sistem perawatan. Pada dasarnya perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi, maka perawatan mutlak diperlukan untuk lebih intensif. Dari

uraian diatas jelas sekali bahwa sistem produksi turut dipengaruhi oleh sistem perawatan. Keterkaitan sistem perawatan dengan sistem produksi dapat ditunjukan pada gambar berikut ²⁾ :



Gambar 2.1 Keterkaitan Sistem Perawatan dengan Sistem Produksi ²⁾

2.1.11 Analisa kerusakan

Dalam analisa kerusakan suatu perawatan. Faktor yang diperhatikan adalah laju kerusakan (failure rate) alat. Analisa kerusakan ini merupakan dasar dari teknik perawatan dan teknik keandalan. Analisa kerusakan suatu perawatan dibagi menjadi dua cara yaitu teknikal dan statistical.

1. Cara Teknikal.

Analisa kerusakan cara teknikal adalah menentukan sebab sebab terjadinya kerusakan pada alat atau mesin berdasarkan aspek aspek teknik dari perawatan atau mesin.

2. Cara Statistikal

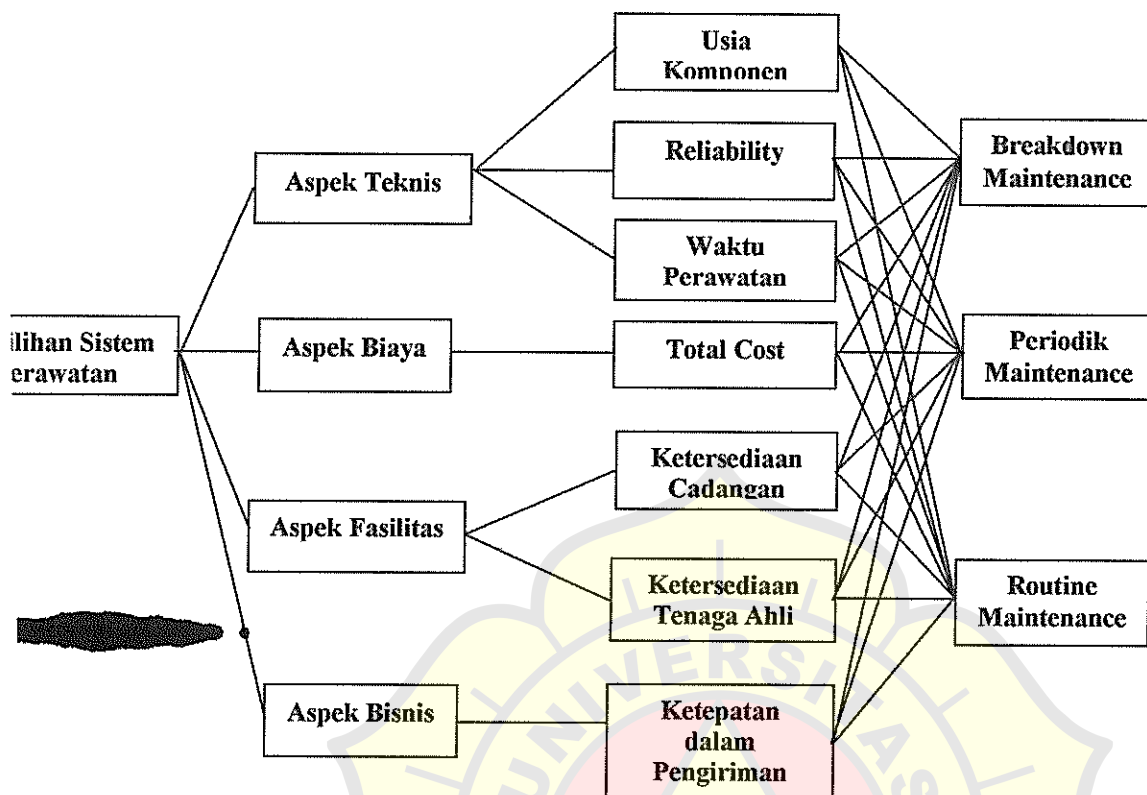
Analisa kerusakan dengan statistikal adalah menekankan hubungan antara laju kerusakan dengan waktu pemakaian. Jadi perubahan laju kerusakan dipengaruhi oleh waktu pemakaian, tanpa memperlihatkan sebab sebab terjadinya kerusakan.

2.1.12 Atribut-Atribut Dalam Pemilihan Sistem Perawatan.

Menurut Ronald E Stock ⁴⁾, atribut sistem perawatan terdiri dari beberapa aspek yang berkaitan dengan sistem perawatan yaitu aspek teknis, aspek biaya, aspek fasilitas dan aspek bisnis yang kesemuanya itu terdiri dari tujuh atribut yaitu :

1. Usia komponen
2. reliability
3. waktu perawatan
4. Total Cost
5. ketersediaan cadangan
6. Ketersediaan tenaga ahli
7. Ketepatan dalam pengiriman.

Sehingga atribut tersebut jika ditampilkan dalam bentuk Hierarki akan terlihat seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur hierarki pemilihan sistem perawatan

2.2 Keandalan

Keandalan (reliability) adalah konsep baru yang selalu dikaitkan dengan perawatan atau mesin yang kompleks, canggih dan penggunaan yang terotomasi dalam teknologi yang modern. Konsep keandalan banyak membantu dalam memecahkan masalah masalah yang berhubungan dengan manajemen. Misalnya dalam suatu perusahaan apabila manajemen dapat diperkirakan dengan tingkat keandalan mesin, maka akan diketahui kapan sebaiknya dilakukan penggantian sistem atau suku cadang tersebut. Disampaing itu konsep keandalan dapat dipergunakan untuk mengatasi masalah kesedian suku cadang yang harus disiapkan dalam periode tertentu.

2.2.1 Pengertian Keandalan.

Banyak pengertian yang diberikan orang mengenai keandalan dari bidang pekerjaannya. Dalam penyusunan ini akan diambil pengertian yang diterima secara luas, 3) keandalan adalah probabilitas bahwa item mempunyai performansi sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam selang waktu tertentu.

Dari definisi yang telah diberikan, maka dalam pengertian keandalan terdapat empat hal yang perlu diperhatikan :

1. Probabilitas

Setiap item dalam suatu sistem akan berbeda-beda yang diantaranya yang mungkin berumur relative pendek dan yang lainnya berumur relative panjang. Sehingga sekelompok item akan mempunyai rata-rata hidup tertentu. Jadi mungkin saja untuk mengidentifikasi distribusi frekuensi dari suatu item tersebut. Apabila kemungkinan bertahan suatu sistem yang beroperasi selama 24 jam adalah 0.80 menunjukkan bahwa harapan sistem akan beroperasi adalah 80 kali dari 100 sesudah dioperasikan selama 24 jam.

2. Waktu.

Keandalan menyatakan sebagai suatu kemungkinan item-item yang menginformasikan suatu fungsi harus dinyatakan dalam periode waktu, karena waktu merupakan parameter yang penting untuk melakukan penilaian kemungkinan suksesnya suatu item. Biasanya faktor waktu yang digunakan untuk menilai keandalan suatu sistem akan dikaitkan dengan keandalan tertentu, misalnya waktu antar dua kerusakan, waktu rata-rata antar dua perbaikan dan lain-lain.

3 Fungsi yang diharapkan

Dalam hal ini keandalan merupakan suatu karakteristik performansi. Untuk suatu sistem yang andal harus menghasilkan suatu fungsi tertentu secara memuaskan jika dilakukan suatu operasi tertentu.

4 Kondisi Operasi.

Dalam hal ini dijelaskan bagaimana sistem diperlukan dalam menjalankan fungsinya. Misal sistem dioperasikan dalam suhu yang tinggi, getaran kencang secara terus menerus, pada lingkungan yang tidak stabil dan lainnya. Dua buah sistem dengan mutu yang sama dengan kondisi operasionalnya mungkin saja akan mempunyai keandalan berbeda, misalnya dua buah mobil dari pabrik yang sama dioperasikan pada jalan yang sangat mulus sedangkan mobil yang satunya dioperasikan pada jalan yang rusak, maka dapat diramalkan kedua mobil tersebut mempunyai keandalan berbeda.

Suatu alat atau mesin dikatakan dapat diandalkan apabila mesin tersebut mempunyai mutu yang baik dan tahan lama. Apabila pengertian keandalan suatu mesin dikaitkan dengan kejadian acak didalamnya, maka dalam pengertian keandalan akan dikandung nilai kemungkinan sampai sejauh mana sistem itu dapat diandalkan. Keandalan dapat didefinisikan pula sebagai berikut: "Keandalan adalah kemungkinan bahwa suatu sistem atau perawatan akan berfungsi dengan baik sampai suatu keandalan tertentu."

Dari definisi yang telah diuraikan, maka dalam keandalan terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan :

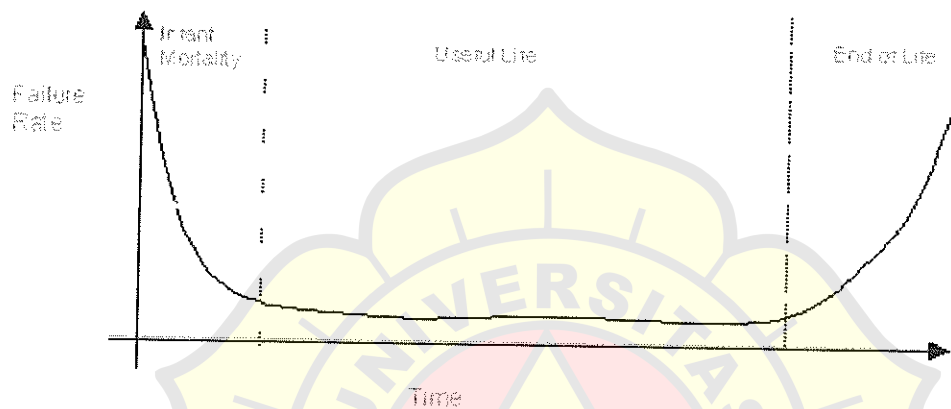
- a. Performance, menunjukkan bahwa diperlukan suatu bentuk (kriteria) tertentu sehingga dapat dikatakan bahwa sistem dapat berfungsi dengan memuaskan.
- b. Waktu tertentu, biasanya faktor waktu yang digunakan untuk menilai keandalan suatu sistem akan dikaitkan dengan keandalan tertentu. Misalnya waktu rata-rata antara perbaikan dan waktu antara dua kerusakan.
- c. Kondisi, yang dimaksud dengan kondisi operasi dari suatu sistem. Dua buah sistem dengan mutu yang sama, dalam kondisi operasionalnya mungkin saja mempunyai keandalan berbeda.

2.3. Evolusi Perawatan

Moubray (1992) mengklasifikasikan perkembangan perawatan (*maintenance*) ke dalam 3 generasi yaitu: Generasi Pertama, Generasi Kedua dan Generasi Ketiga.

Masa sebelum perang dunia kedua dikenal sebagai generasi pertama dari evolusi perawatan. Generasi Pertama menganggap kegagalan suatu aset hanya pada akhir umur perawatan. Pada masa tersebut, pencegahan terhadap kerusakan perawatan masih bukan prioritas pertama karena terhentinya perawatan (*equipment downtime*) tidak terlalu berpengaruh. Perawatan yang dibuat pada masa itu dapat diandalkan dan mudah diperbaiki. Perawatan pada masa itu hanya berupa pembersihan, perawatan, dan pelumasan rutin.

Masa perang dunia kedua adalah generasi kedua dari evolusi perawatan. Pengetahuan pada generasi kedua meningkat tentang kegagalan yakni kegagalan bisa terjadi diawal (*infant mortality*) dan diakhir umur perawatan yang dikenal dengan sebutan "bathtub" curve seperti pada gambar 1.1.



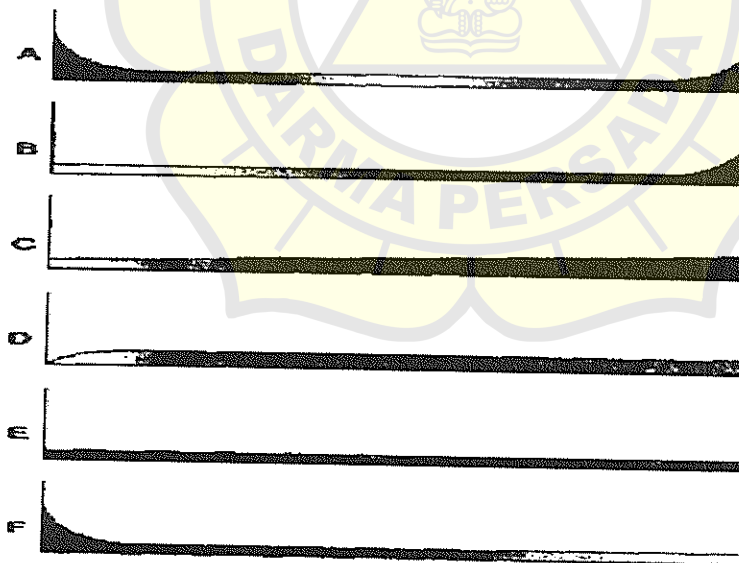
Gambar 2.3 *The Traditional View of failure*

Pada *Bathtub Curve* tingginya kegagalan diawal umur perawatan (*infant mortality*) yang kemudian diikuti oleh peningkatan laju kegagalan dan zona kerusakan (*wear-out zone*) secara perlahan.

Permintaan barang meningkat karena imbas perang sementara sumber daya manusia terbatas. Industri makin besar ketergantungannya terhadap perawatan mesin industri, sehingga mendorong pemikiran bahwa kerusakan perawatan dapat dan harus dicegah, yang kemudian melahirkan konsep *Preventive Maintenance*. *Overhaul* perawatan mulai dilakukan pada tahun 1960-an dengan interval yang tetap.

Moubray (1992) menyatakan bahwa PM dapat mencegah sebagian besar penyebab kegagalan (*failure modes*), untuk itu perlu mendapat tanggapan yang lebih dalam lagi. PM hanya mengidentifikasi berdasarkan apa yang dapat dilakukan dibandingkan apa yang seharusnya dilakukan.

Generasi ketiga dimulai sejak tahun 1970-an, dimana kehandalan dan ketersediaan perawatan menjadi sangat penting dalam industri. *Downtime* perawatan menjadi selalu berpengaruh terhadap kemampuan produktif dari aset dengan berkurangnya keluaran, meningkatnya biaya operasi, dan mempengaruhi pelayanan konsumen. Generasi Ketiga telah mengenal enam pola kegagalan (*failure pattern*) yang bisa terjadi pada perawatan seperti ditunjukkan pada gambar 2.4. Pada keenam pola kegagalan tersebut, periode waktu pemakaian alat ditunjukkan oleh X, sedangkan Y adalah laju kegagalan (*failure rate*).



Gambar 2.4. *Six Patterns of failure*

• *Pattern A* dikenal dengan *Bathtub Curve*, yaitu tingginya kegagalan diawal umur perawatan (*infant mortality*) yang kemudian diikuti oleh peningkatan laju kegagalan dan zona kerusakan (*wear-out*) secara perlahan. Pola *B* menunjukkan peningkatan secara konstan atau perlahan dari probabilitas kegagalan, kemudian diakhiri oleh *wear-out zone*. *Pattern C* menunjukkan peningkatan perlahan dari probabilitas kegagalan, tapi tidak ditemukan umur *wear-out*. *Pattern D* menunjukkan probabilitas kegagalan rendah ketika perawatan masih baru, kemudian meningkat konstan. *Pattern E* menunjukkan probabilitas konstan dari kegagalan disemua umur perawatan. *Pattern F* dimulai dengan *infant mortality* tinggi, kemudian probabilitas kegagalan turun drastis ke tingkat konstan atau melambat.

2.4. Pengertian Keandalan.

Banyak pengertian yang diberikan orang mengenai keandalan dari bidang pekerjaannya. Dalam penyusunan ini akan diambil pengertian yang diterima secara luas, keandalan adalah probabilitas bahwa item mempunyai performansi sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam selang waktu tertentu.

2.4.1 Definisi dan Filosofi

Moubray (1992) mendefinisikan *Reliability-Centered Maintenance (RCM)* sebagai suatu proses untuk menentukan kebutuhan perawatan suatu aset atau sistem agar secara kontinyu beroperasi sesuai yang diinginkan dalam konteks operasinya.

”Perawatan adalah upaya yang dilakukan untuk menjamin suatu aset atau sistem dapat bekerja secara kontinyu sesuai fungsi yang diinginkan oleh *user*” (Moubray, 1992).

O’Connor (1996) mendefinisikan bahwa *Reliability* adalah suatu besaran probabilitas yang memberikan informasi seberapa besar peluang suatu aset atau sistem beroperasi sukses tanpa gagal dalam periode waktu tertentu dan kondisi pengoperasian tertentu sesuai yang diinginkan *user*.

Wireman (1998) menjelaskan bahwa RCM fokus pada optimisasi program *predictive* dan *preventive maintenance* untuk meningkatkan efisiensi perawatan (*uptime, performance* dan *quality*) sehingga meminimalkan biaya perawatan (*maintenance cost*).

Manimaran (2000) menyebutkan bahwa *availability* atau ketersediaan dari suatu sistem merupakan probabilitas dari sistem tersebut untuk berfungsi sesuai harapan pada setiap waktu selama periode kerja yang dijadwalkan.

Perawatan, secara umum, dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu : 1) Perawatan Terencana (*Scheduled Maintenance*), yang terdiri dari Pereliharaan Pencegahan (*Preventive Maintenance*) dan Perawatan Prediktif (*Predictive Maintenance*) yang merupakan pengembangan dari metode perawatan pencegahan; dan 2) Perawatan Tidak Terencana (*Unscheduled Maintenance*), yang merupakan Perawatan Darurat (*Breakdown Maintenance*).

Metode perawatan terencana dalam hal ini merupakan yang paling tepat bila dibandingkan dengan perawatan tak terencana, karena mempunyai beberapa

*keuntungan, antara lain: *Availability* meningkat, pemanfaatan sumber daya optimal, memperpanjang usia pakai, dan lain-lain.

Corder (1988) menjelaskan bahwa perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) adalah perawatan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian komponen lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima.

Plant Register adalah sebuah daftar yang memuat semua perawatan, bangunan, dan termasuk pabriknya yang memerlukan kegiatan perawatan. Perawatan dalam daftar tersebut kemudian dikelompokkan bertingkat dengan penomoran pada setiap alat. Tabel 2.1 memperlihatkan sebuah *Plant Register*.

Equipment Code	Equipment Name	Tag 1 Code	Tag 1 Type	Tag 2 Code	Tag 2 Type	Tag 3 Code	Tag 3 Type	Tag 4 Code	Tag 4 Type

Tabel 2.1. *Plant Register*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metodologi untuk menganalisa potensial permasalahan kehandalan (*reliability*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensial penyebab kegagalan (*failure mode*), efek kegagalan (*failure effect*), dan tindakan untuk mengurangi kegagalan. (Crow, 2002).

- FMEA menghasilkan dua katagori yakni 1) *Critical Item*; dan 2) *Run To Failure (RTF) Item*. *Critical Item* selalu dimonitor dan dikontrol melalui program *Predictive* dan *Preventive Maintenance*.

Penyebab Kegagalan (*Failure mode*) menurut Pride (2005) adalah kegagalan spesifik perawatan, termasuk komponen, yang mengakibatkan kegagalan yang fungsional dari subsistem atau sistem itu. Contohnya, suatu permesinan yang terdiri atas suatu pompa dan motor dapat gagal *catastrophically* dalam kaitan dengan kegagalan dari lilitan, *bearing*, *shaft*, *impeller*, *controller*, atau *seal*. Kegagalan fungsional juga terjadi jika unjuk kerja pompa menurun seperti tekanan atau debit aliran keluaran tidak sesuai dengan persyaratan operasi. Persyaratan operasional ini harus dipertimbangkan ketika mengembangkan tugas perawatan. Gambar 2.5. memperlihatkan salah satu contoh dari FMEA *worksheet*.

RCM ANALISIS WORKSHEET						
FORM 05 FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS				Plant	Rev.	Page
Description				Analyst	Date	Remarks
				Reviewed by	Date	
System ID : Name : High Speed Diesel Storage System				Sub Syst ID : Name :		
Function (F)		Functional Failure (FF)		Failure Mode (FM)		Failure Effects (evidence; effect on safety, environment, production, how to rectify failure)
ID	Description	ID	Description	ID	Description	
1	To supply HSD to process at a minimum rate of 70 galls per minute	A	Fails to supply HSD at all	1	Impeller jammed by foreign object.	The pump motor trip over load and the "motor overload" indicator lights up in the control room. The presence of the up stream filters means that this failure mode is only likely to occur if something is left in the system after maintenance, or if the filter element holder

				2	Line shaft bearing seize due to normal wear and tear	is missing. It takes four hours to replace the impeller cartridge. The pump motor trips overload and the "motor Overload" indicator lights up in control room. The supply of HSD to process stops, which sounds additional alarms, it takes five hour to replace the pump.
				3	Pumps shuts down due to spurious trip mechanism	The mechanism which could shut off the pumps in this way is the motor overload circuit breaker, the dry run mechanism and the high temperature switch. Although these failures are rare, they each take about three hours to diagnose and rectify.

Gambar 2.5. FMEA Worksheet

2.5 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Preventive Maintenance relatif telah menjadi teknik perawatan yang paling maju dan efektif yang dipakai untuk perawatan industri dan fasilitas. Sebuah program *Preventive Maintenance* (PM) berdasarkan pada asumsi hubungan sebab-akibat antara perawatan berkala dan kehandalan operasi. Asumsi ini didasarkan pada kepercayaan intuisi habisnya masa pakai suatu komponen, sehingga kehandalan dari semua perawatan berhubungan dengan umur operasi.

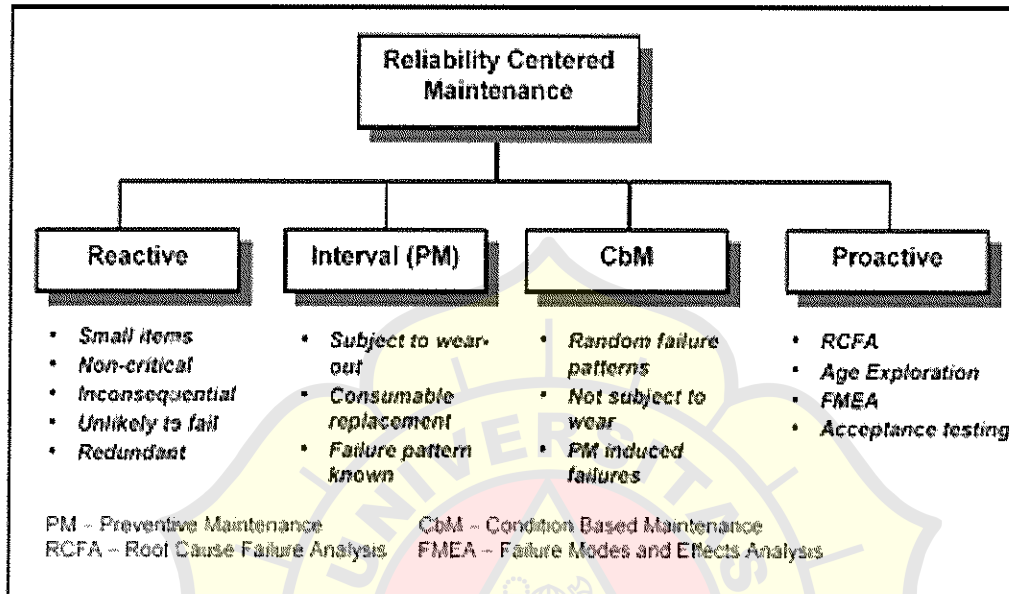
Hal tersebut menyimpulkan bahwa semakin sering sebuah perawatan di *overhaul*, semakin baik menjaganya dari kegagalan. Penentuan umur perawatan menjadi satu-satunya masalah untuk memastikan operasi yang handal. Para ahli perawatan menyimpulkan bahwa kebijakan perawatan didasarkan pada umur maksimum, tidak peduli apakah batas umur tersebut mempunyai efek terhadap rata-rata kegagalan atau tidak.

Sebuah penelitian terpisah mendapatkan hasil bahwa ada perbedaan yang timbul antara umur pakai riil dengan umur pakai menurut pembuat perawatan. Penyempurnaan dari model sistem perawatan sebelumnya diperlukan. Penyempurnaan tersebut adalah perawatan berdasarkan kehandalan atau *Reliability Centered Maintenance (RCM)*.

Ide dasar RCM untuk memelihara fungsi alat dan juga sistem sesuai resiko terhadap keselamatan, lingkungan, produksi, dan biaya. RCM menekankan pendekatan secara terstruktur terhadap perencanaan perawatan. Metode yang diaplikasikan dilakukan dengan menggunakan proses logika yang terstruktur dengan baik. Secara umum yang membedakan RCM dengan perencanaan perawatan konvensional adalah: RCM lebih menekankan untuk mempertahankan fungsi dari sistem; RCM mengidentifikasi kegagalan fungsional; RCM memberi prioritas terhadap kegagalan fungsional; dan RCM memilih beberapa tugas perawatan yang tepat untuk diaplikasikan dan efektif.

RCM adalah perpaduan optimum dari : (1) *Reactive Maintenance*, (2) *Time Interval Based Maintenance*, (3) *Condition Based Maintenance*, dan (4) *Proactive Maintenance*

Aplikasi dasar dari masing-masing strategi perawatan ditunjukkan pada gambar 2.6. Semua strategi ini digabungkan untuk memaksimalkan kehandalan fasilitas dan perawatan sekaligus meminimalkan biaya.



Gambar 2.6. Skema Perpaduan Sistem Perawatan

Batasar sistem, pembangunan fasilitas, fungsi perawatan/sistem, kegagalan fungsi, dan mode kegagalan merupakan komponen yang harus dimengerti oleh pengguna. Komponen tersebut sangat penting dari program RCM. RCM merupakan strategi perawatan yang berdasarkan konsekuensi dan biaya dari kerusakan. RCM adalah suatu cara meminimalkan perawatan dan meningkatkan kehandalan.

2.5.1 Beberapa Prinsip RCM

RCM memiliki beberapa prinsip agar dalam pelaksanaannya sesuai dengan tujuan RCM, yaitu:

1. RCM berorientasi pada fungsi dengan memperhatikan fungsi dari perawatan, tidak hanya kemampuan operasionalnya saja.
2. RCM fokus pada sistem dengan lebih memperhatikan dalam perawatan fungsi sistem daripada fungsi komponen secara *individual* itu sendiri.
3. RCM berpusat pada kehandalan dengan memperlakukan statistik kegagalan dalam sebuah *actuarial manner*. Hubungan antara umur operasi dan pengalaman kegagalan sangat penting. RCM tidak memakai kegagalan rata-rata yang simpel tetapi RCM bisa mengetahui kemungkinan kegagalan pada umur tertentu.
4. RCM mempertimbangkan batasan desain karena perawatan hanya bisa mendapatkan dan memelihara tingkat kehandalan suatu perawatan. Masukan yang didapat dari RCM bisa meningkatkan desain awal perawatan.
5. RCM dibuat berdasarkan keselamatan, keamanan dan ekonomi. Keamanan dan keselamatan harus dipastikan berapapun biayanya, setelah itu keefektifan biaya baru diperhitungkan.
6. RCM mendefinisikan kegagalan sebagai "semua kondisi yang tidak memuaskan". Kegagalan bisa berupa kehilangan fungsi (operasi berhenti) atau kehilangan kualitas yang diinginkan (operasi tetap berjalan).
7. RCM menggunakan bagan *logic* untuk melihat tugas perawatan agar diperoleh perawatan yang konsisten dari seluruh perawatan.

8. Pengerjaan RCM harus berdasarkan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) yaitu pengerjaan harus ditujukan pada mode gagal dan mengetahui karakteristik mode kegagalan.
9. Pengerjaan RCM harus efektif untuk mengurangi probabilitas dari kegagalan dan efektif terhadap biaya.
10. RCM berhubungan dengan tiga tipe pengerjaan perawatan yaitu terhadap waktu (PM), terhadap kondisi (CM), dan terhadap pencarian kerusakan.
11. RCM adalah sistem yang selalu berputar. RCM mengumpulkan data dari hasil yang didapat, lalu dari hasil tersebut dijadikan pertimbangan untuk menyempurnakan desain *perawatan* selanjutnya.

2.5.2 Proses RCM

Moubray (1992) menjelaskan bahwa ada 7 pertanyaan terhadap aset atau sistem yang akan direviews, yaitu:

- 1) Apa fungsi (*function*) dan standar unjuk kerja suatu aset?
- 2) Apa kegagalan fungsi (*functional failures*) aset tersebut?
- 3) Apa penyebab kegagalan fungsi (*failure mode*) aset tersebut?
- 4) Apa akibatnya bila kegagalan terjadi pada suatu aset (*failure effects*)?
- 5) Apa konsekuensi dari kegagalan tersebut (*failure consequences*)?
- 6) Apa yang dapat dilakukan untuk *predictive* dan *preventive maintenance* aset tersebut?

7) Apa rencana kedepan bila aset tersebut tidak perlu perawatan, *predictive* maupun *preventive maintenance* (*failure finding*, *Run To Failure* (RTF), *Redesign*)?.

Pertanyaan satu sampai lima dikenal dengan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), sedangkan pertanyaan enam dan tujuh dikenal dengan RCM *Maintenance Strategy*.

Handal Wira Mandiri (2005) dalam pelatihan RCM di Pupuk Kaltim Timot menyatakan bahwa:

- 1) Menentukan program perawatan secara optimum, artinya fokus pada fungsi yang paling penting dari suatu sistem (*critical item*) dan menghindari kegiatan perawatan yang tidak diperlukan.
- 2) Berjuang untuk kebutuhan kehandalan, artinya biaya paling rendah dengan tidak mengorbankan aspek keselamatan. Penulis menyimpulkan adanya hal penting dari program RCM yang merupakan katagori dari alat, yaitu: *Critical Item* dan *Run To Failure* (RTF) *Item*.

Critical Item harus ditentukan *maintenance task* dan *interval task* yang tepat berdasarkan FMEA, sehingga perencanaan (*planning*) dan penjadwalan (*scheduling*) dari program *Preventive Maintenance* menjadi akurat. Pengawasan dan pengontrolan terhadap *critical item* juga diperlukan.

RTF *Item* sangat berguna untuk mengurangi biaya perawatan karena tidak diperlukan lagi perencanaan dan penjadwalan serta pengadaan suku cadang (*spare part*). Perawatan yang tidak mempunyai dampak apa-apa (keselamatan, kehilangan produksi dan biaya perawatan yang tinggi), maka suku cadang

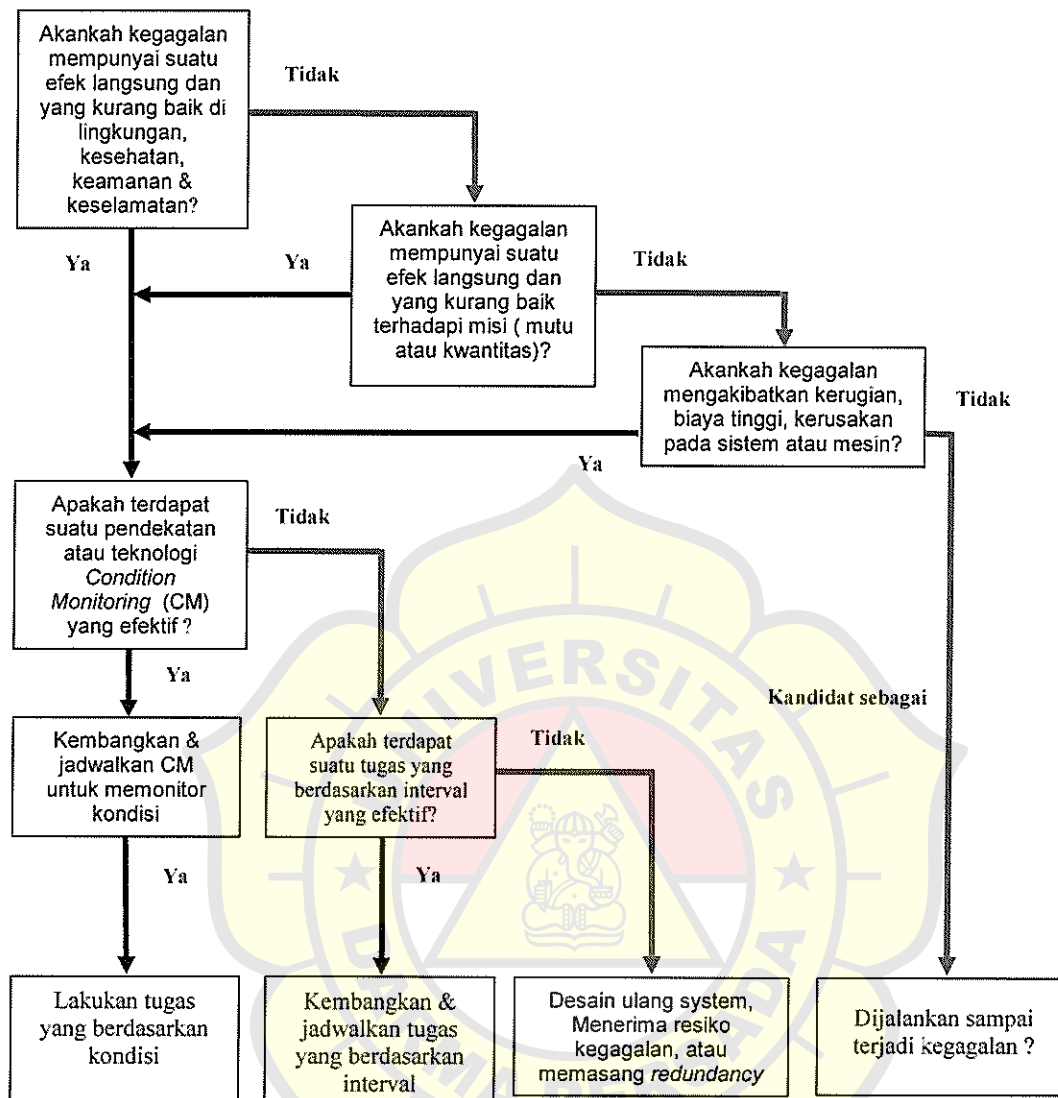
diperlukan bila perawatan tersebut sudah terjadi kegagalan dan perbaikan dilakukan setelah suku cadang tersedia. Perawatan tersebut biasanya berfungsi sekunder dan ada *back-up* perawatan lainnya yang mempunyai fungsi sama.

Sasaran program RCM berdasarkan pohon keputusan (*decision tree*) adalah tanpa kecelakaan (*zero accident*) dan tanpa darurat (*zero breakdown*). *Zero accident*, karena diharapkan tidak adanya kegagalan dari perawatan yang mempunyai dampak keselamatan. *Zero breakdown*, karena diharapkan tidak adanya kegagalan dari perawatan yang berdampak pada kehilangan produksi (*production losses*).

2.5.3 Analisa RCM

RCM menerapkan beberapa tahapan yang dibuat dengan mengacu pada beberapa sumber analisa RCM. Sumber analisa RCM adalah beberapa parameter yang harus dijawab sehingga mendapatkan hasil yang baik. Sumber analisa RCM, yaitu: (1) Fungsi suatu sistem atau perawatan, (2) Fungsi yang sering mengalami kegagalan, (3) Konsekuensi dari kegagalan, dan (4) Mitigasi probabilitas dari kegagalan.

Analisa RCM mengikuti prosedur tertentu, seperti pada gambar 2.7. *RCM Decision Logic Tree*.



Gambar2.7. RCM Decision Logic Tree

Gambar 6 merupakan proses analisa pengambilan keputusan dalam RCM yang terdiri dari empat keluaran, yaitu :

1. Melakukan *Condition-Based Actions (Condition Monitoring)*
2. Melakukan proses berdasarkan Interval waktu atau siklus (*Preventive Maintenance*)
3. Memutuskan bahwa satu-satunya yang dapat menurunkan kemungkinan kegagalan adalah dengan mendesain ulang alat, bila

tidak ada satupun sistem perawatan yang dapat menurunkan kemungkinan kegagalan alat.

4. Tidak melakukan apa-apa dan memilih untuk memperbaiki setiap ada kegagalan (*run to failure*).

RCM merupakan pendekatan sistematis berdasarkan tingkat resiko (keselamatan dan lingkungan, operasional, dan biaya) untuk menciptakan desain perawatan yang akurat, tepat sasaran, dan optimal yang bertujuan untuk mendapatkan kehandalan alat yang optimal pada sebuah sistem.

2.5.4 Keuntungan RCM

RCM merupakan suatu sistem perawatan yang merupakan gabungan dari beberapa sistem perawatan sebelumnya. RCM mempunyai beberapa kelebihan dari sistem perawatan sebelumnya, antara lain:

1. Keselamatan dan perlindungan lingkungan yang lebih tinggi
2. Meningkatkan kinerja operasi (*output*, kualitas, produk)
3. Efektifitas biaya perawatan akan meningkat
4. Masa pakai lebih lama untuk perawatan lebih mahal
5. *Database* perawatan yang lengkap seiring dengan jalannya RCM pada sistem tersebut

2.5.5 Desain Perawatan

Hasil RCM yang baik didapatkan dengan perlunya mengetahui aset apa yang akan dipelihara dan bagian mana yang akan diproses dengan menggunakan RCM. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mendesain perawatan, yaitu:

1. Kesesuaian standar fungsi dan kinerja terkait pada aset dengan operasi saat ini
2. Menentukan penyebab fungsi perawatan tidak terpenuhi (*Functional Failure*)
3. Menentukan penyebab setiap kegagalan fungsional perawatan (*Failure Modes*)
4. Menentukan apa yang terjadi pada saat timbul kegagalan perawatan (*Failure Effect*)
5. Menentukan apa konsekuensinya bila terjadi kegagalan (*Failure Consequences*)
6. Menentukan cara mencegah setiap kegagalan (*Preventive Task*)
7. Menentukan cara lain yang sesuai bila *Preventive Task* tidak diperoleh (*Default Task*)

2.5.6 Tujuan RCM

RCM menerapkan suatu sistem perawatan yang lebih efektif dari sistem-sistem perawatan yang lain. RCM mendesain sistem perawatan berdasarkan kehandalan aset. Moubray (1992) menjelaskan bahwa tujuan yang akan dicapai dari RCM adalah:

1. Pemahaman bagaimana sistem berfungsi
2. Pemahaman bagaimana perawatan mengalami kegagalan
3. Membuat daftar usulan kegiatan untuk memastikan perawatan beroperasi pada level kinerja yang diharapkan

4. Meningkatkan integritas antara *safety* dan *environment*
5. Meningkatkan kinerja operasi
6. Memberikan kegiatan perawatan dengan biaya yang efektif
7. Usulan desain untuk menjamin aset beroperasi kontinyu pada level kinerja tertentu
8. Memberikan *database* dari kegiatan perawatan.

