

BAB II

LANDASAN TEORI

Perawatan adalah salah satu fungsi penting dalam perusahaan manufaktur. Tetapi, fungsi pemeliharaan 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.

Dengan perawatan yang tepat maka akan dapat meningkatkan produktifitas serta dapat memperpanjang masa pakai mesin tersebut dimana keuntungannya yaitu dapat menekan serta memperkecil biaya produksi.

Walaupun akibat yang dapat ditimbulkan oleh tidak adanya perawatan yang baik jauh lebih besar dari akibat keterlambatan bahan baku atau kurangnya tenaga kerja, tetapi karena akibat tersebut tidak dirasakan secara langsung, maka fungsi perawatan menjadi kurang diperhatikan

2.1 Peranan Perawatan

Investasi terhadap pabrik dan peralatan biasanya merupakan bagian terbesar dari asset yang dimiliki perusahaan .Untuk menjaga kontinuitas dan kualitas hasil produksi serta untuk menghindari timbulnya ongkos yang besar pada saat

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 ialah :

- Ongkos hilangnya kesempatan memperoleh keuntungan
- Ongkos memperbaiki mesin
- Ongkos memperbaiki produk yang cacat.

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

1. Menambah fasilitas perawatan dan jumlah montir, sehingga diharapkan dapat mengurangi waktu tunggu perbaikan ketika terjadi kerusakan. Selain itu penambahan fasilitas dan jumlah montir, 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 periode)
3. Menyediakan mesin cadangan, pada tahap produksi kritis disediakan dua fasilitas produksi secara paralel. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari ongkos kelambatan produksi. Dengan adanya dua fasilitas produksi secara paralel, maka jika salah satu rusak jalannya produksi tidak akan terganggu.

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. Misal penambahan sistem peminyakan khusus untuk menambah daya mesin.

Dari cara – cara tersebut diatas untuk memelihara ataupun memperbaiki keandalan peralatan, dapat dipilih salah satu atau kombinasi beberapa cara, adapun pemilihannya tentu dengan pertimbangan ekonomi yang cukup matang.

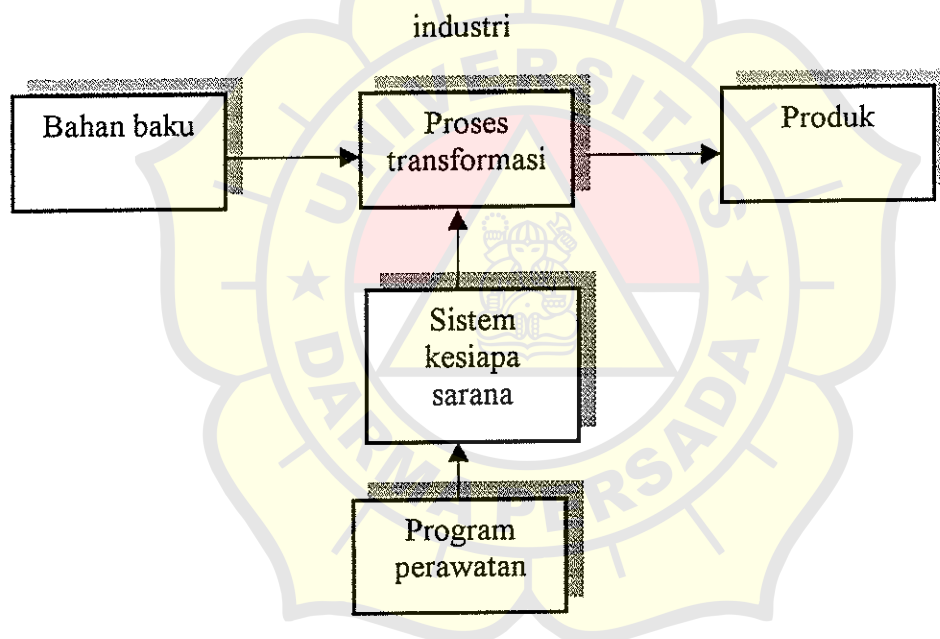
2.2. Pentingnya Manajemen Perawatan

Pentingnya fungsi perawatan merupakan faktor yang dominan dalam industri. Tujuan menjalankan suatu industri adalah mendapatkan keuntungan. Industri tidak hanya harus memproduksi barang-barang yang dijual, tetapi juga harus dapat bersaing dipasaran. Dalam hal ini perlu diperhatikan juga bahwa barang atau produk tersebut harus (1) baik kualitasnya, (2) pantas harganya, dan (3) diproduksi dan diserahkan kepada konsumen dalam waktu yang tepat. Untuk memenuhi kondisi tersebut, proses produksi harus dilaksanakan dengan cara yang efisien dan efektif.

Persaingan yang ketat sejalan dengan kemajuan teknologi yang pesat menyebabkan timbulnya perubahan-perubahan dalam pola industri. Produk-produk baru terus diadakan, teknik-teknik dan proses-proses baru diterapkan, kapasitas produksi ditingkatkan, sementara jadwal yang ketat harus ditaati. Usaha yang berkesinambungan dilakukan untuk mengurangi atau menstabilkan biaya

manufaktur, walaupun biaya material dan tenaga kerja meningkat. Jadi peningkatan penggunaan peralatan dan mesin-mesing adalah kebutuhan ekonomis.

Walaupun faktor-faktor tersebut secara langsung dihadapi oleh bagian produksi, namun hal itu akan memantul kembali sebagai tantangan terhadap bagian perawatan. Karena itu bagian perawatan harus maju sesuai dengan teknik mutakhir untuk terus melangkah mengimbangi kemajuan teknik produksi. Untuk mendukung kesiapan pabrik dan keandalannya, maka perawatan yang terprogram perlu direncanakan. Hal ini diperlihatkan pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Peranan program perawatan sebagai pendukung aktivitas

Produksi

(Sumber: Supandi, Manajemen Perawatan Industri Penerbit Ganeshha Excact

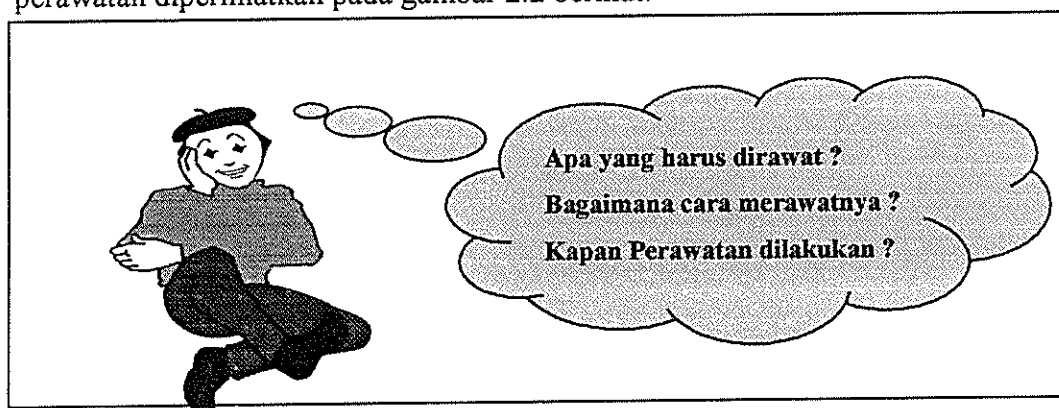
Bandung, 1973)

Program perawatan ini harus direncanakan dengan baik sehingga waktu terhentinya aktivitas produksi (down timbe) yang merugikan dapat dikurangi menjadi seminimum mungkin. Perawatan yang tidak memadai dapat mengakibatkan kehancuran (kerusakan) mesin dan fasilitas yang sangat merugikan : tidak hanya dalam biaya perbaikan yang mahal, tetapi juga biaya kerugian produksi.

Dengan meningkatnya kompleksitas sistem produksi, mungkin fungsi perawatan merupakan suatu bagian yang tak terpisahkan dari sistem produksi. Kelancaran bagian produksi akan tergantung pada ketrampilan dan organisasi bagian perawatan yang baik. Untuk kepentingan tersebut diperlukan sistem manajemen perawatan yang mengatur seluruh aktivitas dalam bidang perawatan industri.

2.3. Pengertian Manajemen Perawatan

Manajemen perawatan adalah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas industri. Gagasan yang timbul mengenai pokok-pokok pikiran dalam perencanaan program perawatan diperlihatkan pada gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 Pokok-pokok pikiran dalam merencanakan program perawatan

(Sumber : Supandi, *Manajemen Perawatan Industri*, Penerbit Ganesha

Excact Bandung, 1973)

Dasar pemikiran yang sehat dan logis adalah suatu persyaratan terbaik dalam mengorganisasi kegiatan perawatan. Pengorganisasian ini mencakup penerapan dari metode manajemen dan memerlukan perhatian yang sistematis. Hal ini merupakan pekerjaan yang harus dipertimbangkan dalam mengatur semua perlengkapan, peralatan, tenaga kerja, biaya, teknik atau cara yang diterapkan dan waktu pelaksanaan perawatan.

2.4. Tujuan Program Manajemen Perawatan

(Supandi, *Manajemen Perawatan Industri*, Penerbit Ganesha *Excact Bandung 1973*) Beberapa tujuan umum program manajemen perawatan industri dalam menunjang aktivitas dalam bidang perawatan, adalah :

- ⇒ Memperpanjang umur pemakaian mesin (fasilitas) yang digunakan semaksimal mungkin, dengan biaya perawatan yang minimum.
- ⇒ Menentukan metode evaluasi prestasi kerja yang berguna bagi manajemen dan bagi pengawas (supervisor) perawatan.
- ⇒ Membantu dalam menciptakan kondisi kerja yang aman, baik untuk bagian operasi dan bagian lain, dengan menetapkan dan menjaga standar perawatan yang benar.
- ⇒ Meningkatkan ketrampilan para pengawas dan operator perawatan melalui latihan.

- ⇒ Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produk yang tidak terganggu.
- ⇒ Mencapai tingkat biaya pemeliharaan yang mungkin dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien bagi keseluruhannya.
- ⇒ Menjamin tingkat ketersediaan yang optimum dari fasilitas produksi dan mendapatkan pengembalian investasi semaksimal mungkin.
- ⇒ Menjamin kesiapan operasional seluruh peralatan yang diperlukan untuk pemakain darurat, seperti unit siaga, pemadam kebakaran , peralatan keselamatan dan lain-lain.
- ⇒ Menjamin keselamatan operator.
- ⇒ Mengadakan suatu kerjasama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dalam rangka mencapai tujuan utama perusahaan.

Selain itu,dengan mengadakan perawatan yang baik dapat menjaga kualitas mesin produksi batas spesifikasi yang diinginkan dan mengurangi pemakain atau penyimpangan diluar batas dari kesalahan sistem yang diperbolehkan.

Sehubungan dengan tujuan tersebut, prinsip umum dan teknis dari manajemen dapat digunakan untuk mengorganisasikan pekerjaan perawatan. Elemen dasar sistem manajemen umum tersebut adalah :

- ⇒ Penetapan kebijakan dan tujuan
- ⇒ Penjabaran tanggung jawab dan wewenang
- ⇒ Perencanaan tindakan
- ⇒ Penentuan organisasi pekerjaan perawatan

- ⇒ Penentuan susunan tenaga kerja dan pengadaan latihan
- ⇒ Mengatur pencatatan akuntansi dan prosedur anggaran
- ⇒ Menjamin keamanan pengontrolan dana
- ⇒ Mengadakan tujuan pelaksanaan dan evaluasi

2.5. Konsep Dasar Perawatan

(Supandi, *Manajemen Perawatan Industri*, Penerbit Ganesha Exact Bandung, 1973)Perawatan adalah suatu konsepsi dari semua aktivitas yang diperlukan untuk menjaga atau mempertahankan kualitas mesin (fasilitas) agar tetap dapat berfungsi dengan baik. Dari pengertian tersebut dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa :

- ⇒ Fungsi perawatan berhubungan erat dengan proses produksi
- ⇒ Mesin (fasilitas) yang dapat digunakan terus untuk berproduksi adalah hasil adanya perawatan.
- ⇒ Aktivitas perawatan berhubungan erat dengan pemakaian peralatan bahan, pekerjaan, cara penanganan, dan lain-lain.
- ⇒ Aktivitas perawatan harus dikontrol berdasarkan pada kondisi yang terjaga.

2.5.1 Frekuensi Aktivitas Perawatan

Pekerjaan perawatan adalah untuk melakukan perbaikan yang bersifat kualitas, meningkatkan suatu kondisi ke kondisi lain yang lebih baik. Banyaknya pekerjaan perawatan yang dilakukan tergantung pada :

- ❖ Batas kualitas terendah yang diijinkan dan suatu komponen. Sedangkan batas kualitas yang lebih tinggi dapat dicapai dari hasil pekerjaan perawatan.
- ❖ Waktu pemakaian atau lamanya operasi yang menyebabkan berkurangnya kualitas peralatan. Dalam hal ini, komponen (peralatan) dapat menjadi sasaran untuk terkena tekanan-tekanan, beban pakaian korosi, dan pengaruh-pengaruh lain yang dapat menyebabkan menurunnya atau hilangnya kualitas, sehingga kemampuan komponen berkurang ketahanannya.

2.5.2. Frekuensi Aktivitas Perawatan

Istilah perawatan dapat diartikan sebagai pekerjaan yang dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki setiap fasilitas, seperti : bagian dari pabrik, peralatan, gedung beserta isinya, sehingga mencapai standar yang dapat diterima. Dalam hal ini gabungan dari istilah *perawatan* dan *perbaikan* (maintenance dan repair) sering digunakan karena sangat erat hubungannya. Istilah perbaikan merujuk pada kativitas untuk memperbaiki kerusakan. Secara umum, ditinjau dari saat pelaksanaan pekerjaan, perawatan dapat ditinjau menjadi dua cara :

- ❖ Perawatan yang direncanakan (planned maintenance). Pengorganisasian pekerjaan perawatan yang dilakukan dengan pertimbangan kemas depan, terkontrol, dan tercatat.
- ❖ Perawatan yang tak terencanakan (unplanned maintenance). Cara pekerjaan perawatan darurat yang tidak direncanakan.

2.5.3. Bentuk-Bentuk Perawatan

Kegiatan perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan manufaktur dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu perawatan preventif, perawatan korektif dan perawatan penyempurnaan.

Perawatan dilihat dari sisi tujuan adalah sebagai berikut :

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 produksi mengalami 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. Suatu fasilitas akan termasuk dalam golongan kritis apabila :

- ❖ Kerusakan fasilitas tersebut akan membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja.
- ❖ Kerusakan fasilitas tersebut akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
- ❖ Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- ❖ Modal yang tertanam dalam fasilitas tersebut, atau harga dari fasilitas tersebut cukup besar (mahal).

Dalam prakteknya, perawatan preventif yang dilakukan dalam perusahaan manufaktur dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu *perawatan rutin* dan

perawatan periodik (Corder Antony, Teknik Manajemen Pemeliharaan, Erlangga, Jakarta, 1996)

❖ Perawatan rutin

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

❖ Perawatan periodik

Perawatan periodik adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya satu minggu sekali, satu bulan sekali, dsb. Perawatan periodik juga dapat dilaksanakan berdasarkan lamanya jam kerja, misalnya seratus jam kerja, dua ratus jam kerja, dsb. Contoh perawatan periodik ini adalah pembongkaran karburator, pembongkaran sistem aliran bahan bakar, servis (overhaul) besar dan kecil

2. Perawatan Corective

Kegiatan perawatan yang dilakukan untuk memperbaiki terjadinya suatu kerusakan. Dalam hal ini kegiatan perawatan baru dilakukan setelah kerusakan pada peralatan terjadi.

3. Perawatan Penyempurnaan

Dimaksudkan dengan perawatan penyempurnaan didalam perusahaan adalah merupakan pemeliharaan yang bersifat perbaikan atau pembenahan pada kekurangan-kekurangan fungsi mesin, namun terbatas pada kekuranganyang tidak menyebabkan gangguan proses. Didalam hal ini pada umumnya proses sudah dapat berjalan, namun masih dapat diupayakan agar jalannya proses

produksi tersebut dapat menjadi lebih baik lagi. Misalnya dapat diusahakan perbaikan sehingga konsumsi bahan bakar mesin menjadi lebih hemat, penyerapan bahan baku menjadi lebih sedikit untuk setiap unit produk, pengurangan suara bising yang ditimbulkan oleh mesin dalam peralatan proses, dan lain sebagainya. Demikian pula apabila terdapat pemeliharaan perbaikan, meskipun mesin dan peralatan produksi telah berjalan dengan baik, namun dapat saja perbaikan tersebut diteruskan lagi yang diarahkan kepada perawatan penyempurnaan. Dengan demikian maka pelaksanaan proses produksi pada perusahaan tersebut akan berjalan dengan lebih baik lagi, baik ditinjau dari sisi kualitas proses maupun kuantitas keluaran (output).

Oleh karena itu perawatan pemeliharaan lebih banyak mengarah kepada peningkatan kemampuan mesin dan peralatan produksi ataupun peningkatan kualitas proses, pada umumnya masih jarang perusahaan-perusahaan yang melakukannya. Biasanya apabila proses produksi sudah berjalan, maka pemeliharaan yang seringkali dilaksanakan (kalaupun hal itu dilaksanakan oleh perusahaan) adalah perawatan perbaikan, baru perawatan pencegahan dan terakhir adalah perawatan penyempurnaan.

Selain ditinjau dari sisi tujuan pemeliharaan yang dapat memisahkan pemeliharaan menjadi tiga macam hal di atas, maka pemeliharaan yang dilakukan dalam perusahaan tersebut masih dapat ditinjau dari sisi yang lain, yaitu dari sisi kapan pemeliharaan tersebut harus dilaksanakan. Peninjauan dari sisi ini akan sangat berhubungan dengan penyusunan perencanaan pemeliharaan terutama dalam kaitannya dengan skedul proses produksi yang ada dalam perusahaan

tersebut. Dari sisi kapan pemeliharaan akan dilakukan , maka pemeliharaan pada umumnya akan dapat dipisahkan menjadi tiga macam, yaitu pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala dan pemeliharaan terjadwal. Adapun yang dimaksud dengan masing-masing pemeliharaan tersebut adalah sebagai berikut :

1. Pemeliharaan rutin

Yang dimaksud dengan pemeliharaan rutin adalah merupakan kegiatan pemeliharaan yang harus dilakukan sehari-hari, kegiatan ini akan meliputi beberapa aspek, misalnya aspek metode penggunaan mesin, aspek keberhasilan mesin dan lain sebagainya yang harus dilakukan sehari-hari oleh para karyawan perusahaan atau para operator mesin dalam perusahaan yang bersangkutan. Metode penggunaan mesin yang tidak sesuai dengan petunjuk yang ada pada umumnya akan dapat mengurangi umur ekonomis dari mesin dan peralatan produksi yang dipergunakan tersebut. Demikian pula dengan kebersihan mesin dan peralatan produksi yang dipergunakan, pada umumnya juga akan mempunyai pengaruh terhadap jalannya proses produksi walaupun pengaruh tersebut tidak dirasakan secara langsung.

Mudah dan tidaknya pengoperasian mesin dan peralatan produksi yang dipergunakan dalam perusahaan tersebut akan sangat tergantung pada masing-masing mesin yang ada. Demikian pula tentang kebersihan mesin dan peralatan produksi akan sangat dipengaruhi oleh jenis mesin yang digunakan perusahaan. Namun demikian secara umum akan dapat dikatakan bahwa mesin dan peralatan produksi yang dioperasikan dengan

baik sesuai dengan petunjuk yang ada serta digunakan dalam keadaan bersih akan dapat menunjang kelancaran proses produksi dalam perusahaan yang bersangkutan.

2. Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala merupakan pemeliharaan yang tidak dilaksanakan setiap hari, namun harus dilakukan dalam setiap jangka waktu tertentu. Pemeliharaan ini harus dilakukan misalnya sekali setiap minggu, sekali setiap bulan, sekali setiap kuartal, sekali setiap semester ataupun sekali setiap setahun. Meskipun pemeliharaan semacam ini tidak perlu dilakukan setiap hari, namun apabila pada saatnya pemeliharaan dilaksanakan namun tidak dilakukan oleh perusahaan yang bersangkutan, maka besar kemungkinan fungsi mesin dan peralatan produksi yang digunakan dalam perusahaan yang bersangkutan jadi terganggu. Jika pemeliharaan berkala ini diabaikan sama sekali oleh perusahaan, maka mesin dan peralatan produksi tersebut akan mengalami kerusakan-kerusakan yang akan dapat mengganggu kelancaran proses produksi yang ada dalam perusahaan, atau bahkan akan dapat mengakibatkan terhentinya proses produksi yang dikarenakan macetnya mesin dan peralatan produksi yang ada dalam perusahaan yang bersangkutan.

Beberapa contoh dari pemeliharaan berkala ini antara lain adalah pengecekan mesin, penggantian pelumas mesin, penggantian suku cadang setelah pemakaian tertentu dan sebagainya. Pemeliharaan semacam ini apabila tidak dilaksanakan pada saatnya yang terjadi tidak dirasakan pada

saat tersebut, melainkan pada waktu-waktu kemudian. Sebagai contoh misalnya sebuah mesin sudah saatnya diganti minyak pelumasnya, kemudian oleh perusahaan yang bersangkutan tidak diadakan penggantian pelumas pada mesin tersebut. Pada saat seharusnya diadakan penggantian tersebut, Pada saat seharusnya diadakan penggantian tersebut mesin yang bersangkutan masih tetap dapat dipergunakan untuk proses produksi dalam perusahaan (sejauh tidak ada sebab-sebab yang lain selain pengganti pelumas).

Demikian juga pada waktu berikutnya mesin tersebut masih dapat digunakan sebagaimana biasa. Namun dalam jangka panjang, mesin tersebut akan mengalami kerusakan yang lebih cepat dari semestinya, apalagi bila minyak pelumas dalam mesin tersebut kurang dari jumlah minimal yang harus ada. Beberapa kerusakan mesin pembangkit tenaga diesel yang dioperasikan pada daerah tertentu merupakan salah satu contoh dari kerusakan-kerusakan yang lebih cepat dikarenakan kurangnya pemeliharaan berkala terhadap mesin yang dipergunakan tersebut. Sesuai dengan namanya yaitu pemeliharaan berkala, maka beberapa jenis pekerjaan tertentu yang harus dilakukan sehubungan dengan pemeliharaan tersebut akan diperlukan dalam suatu jangka waktu tertentu. Jangka waktu dari masing-masing pekerjaan ini berbeda-beda, tergantung kepada pekerjaan yang diperlukan dalam pemeliharaan tersebut serta mesin yang digunakan oleh perusahaan. Beberapa pekerjaan pemeliharaan ada yang harus dilakukan seminggu sekali, ada yang sebulan

sekali, dan lain sebagainya. Penyetelan kembali dari mesin dan peralatan produksi tentunya akan mempunyai masa pakai yang berbeda dengan penggantian pelumas. Demikian pula penggantian suku cadang tertentu dari mesin yang digunakan akan berbeda pula masa penggunaannya dengan penggantian peralatan atau instalasi dari mesin dan perawatan produksi, atau pembongkaran total dari mesin yang digunakan dalam perusahaan yang bersangkutan.

3. Pemeliharaan tak terjadwal

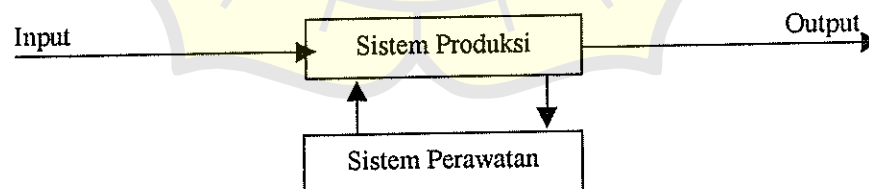
Disamping pemeliharaan ruti dan pemeliharaan berkala yang pada umumnya akan dapat direncanakan dengan baik oleh perusahaan, maka dari sisi waktu pemeliharaan ini terdapat satu jenis pemeliharaan lain yang disebut sebagai pemeliharaan tak terjadwal. Sesuai dengan namanya pemeliharaan semacam ini pada umumnya memang tidak dijadwalkan sebelumnya oleh manajemen perusahaan yang bersangkutan, namun harus dilaksanakan dalam perusahaan tersebut. Pemeliharaan tak terjadwal ini pada umumnya merupakan pemeliharaan perbaikan, dimana titik berat pemeliharannya adalah mengembalikan fungsi teknis dari mesin dan peralatan produksi yang mengalami kerusakan pada saat proses produksi dapat dihindarkan dari gangguan mesin dan peralatan produksi tersebut. Oleh karena kerusakan semacam ini pada umumnya baru diketahui pada saat proses produksi berjalan dan kadang-kadang lebih banyak yang tidak dapat diperkirakan (pada awal tahun) kapan terjadinya, maka biasanya perbaikan tersebut akan dilakukan kapan saja terjadi kerusakan. Dengan

demikian untuk mengadakan pemeliharaan perbaikan ini perusahaan tidak perlu menunggu lebih lama, namun kapan terjadi kerusakan pada saat itu pula perbaikan akan dilakukan secepatnya.

2.6. Hubungan antara sistem Produksi dengan Perawatan

(Sofyan Assouri, Manajemen Produksi dan Operasi, Edisi Empat, FE UI, Jakarta 1993). Untuk mendapatkan sistem produksi yang efektif dan efisien, perlu merencanakan dan mengendalikan semua langkah-langkah produksi yang dipengaruhi oleh produk itu sendiri, disain dan pemilihan mesin, estimasi biaya, pengepakan 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 ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.3 Keterkaitan sistem perawatan dengan sistem produksi.

(Sofyan Assouri, Manajemen Produksi dan operasi Edisi Empat FE UI,

Jakarta 1993)

2.7. ANALISA KERUSAKAN

Dalam analisis kerusakan suatu peralatan, faktor yang diperhatikan adalah laju kerusakan (failure rate) alat. Analisis kerusakan ini merupakan dasar dari teknik perawatan dan teknik keandalan. Analisis kerusakan suatu peralatan dibagi menjadi dua cara yaitu teknikal dan statistikal.

Cara teknikal

Analisis kerusakan berdasarkan cara teknikal adalah menentukan sebab-sebab terjadinya kerusakan pada alat berdasarkan aspek-aspek teknis dari peralatan.

Cara Statistikal

Analisis kerusakan dengan cara statistikal adalah menekankan hubungan antara laju kerusakan alat dengan waktu. Jadi perubahan laju kerusakan dipengaruhi oleh waktu pemakaian, tanpa memperhatikan sebab-sebab terjadinya kerusakan.

2.8 Efektivitas Perawatan

Kegiatan perawatan dikatakan efektif jika dapat membatasi terjadinya breakdown dan waktu perbaikan atas peralatan yang rusak dapat di tekan sampai batas minimum.

Upaya untuk menjaga efektifitas perawatan ini, dengan sendirinya perlu memperhatikan segi – segi efisiensi penggunaan sumber daya, yaitu baik tenaga kerja maupun material serta suku cadang. Untuk itu, maka pengadaan suku cadang perlu disesuaikan dengan kebutuhan yang semestinya, karena hal ini dapat berpengaruh pada keuntungan perusahaan.

2.9 Konsep Keandalan

Keandalan adalah konsep baru yang selalu dikaitkan dengan peralatan 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 industri, apabila manajemen dapat diperkirakan dengan tingkat keandalan peralatan, maka akan diketahui kapan sebaiknya dilakukan penggantian sistem atau suku cadang tersebut. Disamping itu konsep keandalan dapat juga dipergunakan untuk mengatasi masalah kesediaan suku cadang yang harus disiapkan dalam periode tertentu.

2.9.1 Pengertian Keandalan

(Taha Hamdy A. *Operation Research An Introduction*, 1976). Keandalan mulai dikembangkan untuk tujuan untuk mengatasi masalah – masalah yang terjadi pada telepon oleh A.K. Erlangga dan C. Palm pada tahun 1930, kemudian konsep keandalan lainnya adalah menyatakan jumlah rata – rata kegagalan atau tingkat keandalan untuk pesawat terbang. Pada tahun 1950 keandalan digunakan juga pada industri nuklir untuk menganalisa konstruksi dan pengoperasian suatu reactor pembangkit nuklir.

Banyak pengertian yang telah diberikan orang terhadap keandalan tergantung bidang pekerjaannya. Dalam tugas akhir ini akan diambil pengertian yang telah diterima secara luas, adapun definisi yang telah diterima secara luas adalah bahwa keandalan adalah probabilitas bahwa suatu item mempunyai

performansi sesuai dengan fungsi yang diharapkan dalam selang waktu dan kondisi 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 mungkin berumur relatif lebih pendek dan yang lainnya relatif lebih panjang. Sehingga sekelompok item akan mempunyai rata – rata hidup tertentu. Jadi mungkin saja untuk mengidentifikasi distribusi frekuensi dari suatu item dapat dicari dengan memprediksi waktu hidup dari item tersebut. Apabila kemungkinan bertahan suatu sistem yang dioperasikan selama 24 jam adalah 0.80 menunjukkan bahwa harapan sistem akan beroperasi adalah hanya 80 kali dari 100 sesudah dioperasikan selama 24 jam.

2. Waktu.

Keandalan menyatakan sebagai suatu kemungkinan item – item yang memformasikan suatu fungsi harus dinyatakan dalam periode waktu, karena waktu merupakan parameter yang penting untuk melakukan penilaian kemungkinan suksesnya suatu sistem. Biasanya factor waktu yang digunakan untuk menilai keandalan suatu sistem akan dikaitkan dengan keadaan 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 item yang handal, harus menghasilkan suatu fungsi tertentu secara memuaskan jika dilakukan suatu operasi tertentu. Sebagai contoh, apabila kita melakukan perjalanan dari Jakarta ke Bandung dengan mobil dan salah satu dari keempat businya rusak, sehingga mobil tidak dapat berjalan dengan mulus. Jika mobil sampai di Bandung dalam waktu yang sudah ditentukan, mana mungkin kita akan mengatakan bahwa performansi memuaskan. Tapi apabila mesin mobil rusak parah, maka keadaan ini disebut tidak memuaskan. Jadi dalam hal ini diperlukan suatu kriteria tertentu sehingga dapat dikatakan bahwa sistem tersebut dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

4. Kondisi operasi

Dalam hal ini akan dikelaskan bagaimana sistem diperlukan dalam menjalankan fungsinya. Misalnya sistem dioperasikan dengan suhu yang sangat 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 yang 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 yang berbeda.

2.10 Distribusi Frekwensi Kerusakan

Penyusunan distribusi dari interval waktu frekuensi mesin dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan jumlah kelas interval (k) dengan menggunakan formula

$$k = 1 + 3,3 \log n \quad (2 - 1)$$

2. Menentukan nilai kisaran (r) dimana r adalah selisih antara data maksimum dengan data minimum.

3. Menentukan nilai interval kelas (I) dimana I adalah r/k

Berdasarkan tahapan tersebut diatas maka diperoleh distribusi frekuensi Interval waktu kerusakan mesin.

2.11 Distribusi Fungsi Kumulatif

(*Jardine 1973 hal 17*) Didalam mempelajari masalah perawatan, kita sering memperhatikan probabilitas terjadinya kerusakan dari suatu alat sebelum sampai pada saat t . Probabilitas ini dapat dicari dari probabilitas fungsi padat yang relevan, sebagai berikut :

$$R(t) = \int_{-\infty}^t F(t) dt \quad (2 - 2)$$

- $\int_{-\infty}^t F(t) dt$ dilambangkan dengan $F(t)$ dan menyatakan fungsi distributor kumulatif. Jika t cenderung menjadi tak terbatas, $F(t)$ cenderung menjadi kesatuan. Bentuk dari $F(t)$ untuk keempat fungsi padat adalah :

a. Hyper Eksponensial

$$F(t) = 1 - K \exp(2K\lambda t) - (1 - K) \exp(-2(1-k)\lambda t)$$

b. Eksponensial Negatif : $F(t) = \exp(-\lambda t)$

c. Normal : $F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt$

d. Weibull : $F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta\right]$

dimana :

λ = Rata-rata kedatangan nilai kerusakan

k = Parameter dari Distribusi

$1/\lambda$ = Rata-rata Waktu kerusakan

μ = harga rata-rata Distribusi

β = Bentuk Parameter dan > 0

2.12 Fungsi Keandalan

(Jardine, 1973, hal 18) Suatu peralatan dikatakan dapat diandalkan apabila peralatan tersebut mempunyai mutu yang baik dan tahan lama. Apabila pengertian keandalan suatu peralatan dikaitkan dengan kejadian acak didalamnya, maka dalam pengertian keandalan akan terkandung nilai kemungkinan sampai sejauh mana sistem itu dapat diandalkan. Keandalan dapat didefinisikan sebagai berikut : “Keandalan adalah kemungkinan bahwa suatu sistem produksi atau peralatan akan berfungsi dengan baik sampai suatu keadaan tertentu”.

Dari definisi yang telah diuraikan, maka dalam keandalan terdapat beberapa hal yang harus 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 keadaan tertentu. Misalnya waktu rata-rata antar perbaikan dan waktu antar dua kerusakan.
- c. Kondisi yang dimaksud dengan kondisi operasi daripada suatu sistem. Dua buah sistem dengan mutu yang sama, dalam kondisi operasionalnya mungkin saja mempunyai keandalan yang berbeda. Sebagai contoh dua buah mesin dibeli dari pabrik yang sama dan dioperasikan pada waktu yang sama pula, belum tentu mesin-mesin tersebut mempunyai keandalan yang sama, apabila mesin pertama dioperasikan oleh orang yang belum berpengalaman, sedangkan mesin kedua dioperasikan oleh ahlinya.

Fungsi keandalan merupakan fungsi komplemen dari fungsi distribusi kumulatif. Adapun fungsi distribusi kumulatif menyatakan kemungkinan fungsi suatu peralatan rusak sebelum sampai waktu t . Sedangkan fungsi keandalan menyatakan kemungkinan suatu alat masih dalam keadaan baik sampai waktu t .

Fungsi keandalan dilambangkan dengan $R(t)$ dan ditentukan sebagai berikut :

$$R(t) = 1 - \int_{-\infty}^t F(t) dt \quad \text{atau} \quad r(t) = 1 - F(t) \quad (2-3)$$

Jika t cenderung untuk tidak terbatas, $R(t)$ cenderung nol. Sedangkan rumus distribusi fungsi kumulatif adalah sebagai berikut :

a. Hyper eksponensial : $F(t) = 1 - k \exp(-2k\lambda t) - (1-k)$

$$\text{Eksp} - 2(1-k)\lambda t$$

b. Eksponensial negatif : $F(t) = 1 - \exp(-1\lambda t)$

c. Normal : $f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\pi^2}\right] dt$

d. Weibull : $F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^\beta\right]$

Di mana :

λ = rata-rata kedatangan nilai Kerusakan

k = Parameter dari distribusi

$1/\lambda$ = rata-rata waktu kerusakan

μ = harga rata-rata Distribusi

β = bentuk Parameter dan > 0

Sedangkan untuk distribusi keandalannya adalah :

a. Hyper eksponensial : $R(t) = k \exp(2k\lambda t) + (1-k) \exp(-2(1-k)\lambda t)$

b. Eksponensial negatif : $R(t) = \exp(-\lambda t)$

c. Normal :

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(t-\mu)^2}{2\pi^2}\right] dt$$

d. Weibull : $R(t) = \exp \left[- \left(\frac{t}{\lambda} \right)^k \right]$

Dimana :

λ = rata-rata kedatangan nilai Kerusakan

k = Parameter dari distribusi

$1/\lambda$ = rata-rata waktu kerusakan

μ = harga rata-rata Distribusi

β = bentuk Parameter dan > 0

2.13 Laju Kerusakan

(Jardine 1973 hal 15) Karakteristik statistik dari suatu peralatan yang sering digunakan dalam studi replacement adalah laju kerusakan (failure rate). Laju kerusakan dari alat pada saat t adalah besarnya probabilitas alat tersebut akan rusak dengan segera di interval waktu berikutnya, sedangkan sampai saat t peralatan tersebut masih dalam keadaan baik. Katakanlah $f(t)$ adalah probabilitas suatu peralatan akan rusak dan interval waktu sangat kecil ($t, t + dt$), sedang sampai saat t tersebut peralatan masih dalam keadaan baik. Maka besarnya laju kerusakan adalah :

$$r(t) = \frac{t \int_{t+dt}^{\infty} f(t) dt}{t \int_t^{\infty} f(t) dt} \quad (2-4)$$

$$\frac{F(t+dt) - F(t)}{1 - F(t)} \quad (2-5)$$

Jika persamaan tersebut dibagi dengan dt , dan kemudian $dt \rightarrow 0$ ini memberikan :

$$r(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} \quad (2-6)$$

Dimana, $r(t)$ adalah waktu rata-rata kerusakan.

Bentuk laju kerusakan untuk beberapa probabilitas fungsi padat adalah :

a. Hyper eksponensial:

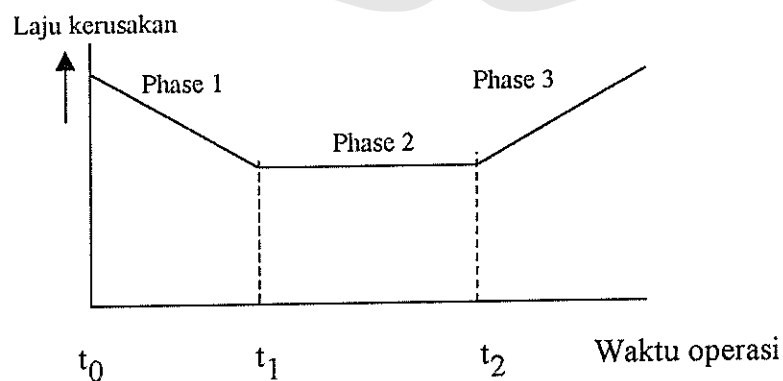
$$R(t) = \frac{2(k_2 + (1 - k_2) \exp[-2t(1 - 2k_2)])}{K + (1 - k_2) \exp[-2t(1 - 2k_2)]}$$

b. Eksponensial Negatif: $r(t) = \lambda$

c. Normal :

$$r(t) = \frac{\exp[-(t - \mu)^2 / 2\sigma^2]}{\int_{-\infty}^{\infty} \exp[-(t - \mu)^2 / 2\sigma^2] dt}$$

Bila diperhatikan bentuk dari tingkat kerusakan masing-masing probabilitas fungsi padat diatas, maka dapatlah diambil kesimpulan bahwa tingkat kerusakan dari fungsi masing-masing yaitu :



Gambar 2.4. Kurva Bath – Tub

Keterangan dari ketiga phase tersebut adalah :

Phase 1 : Pada saat operasi (t_0), untuk laju kerusakan cukup tinggi, kemudian menurun sejalan dengan penambahan waktu operasi, atau probabilitas rusak pada saat t_1 . Faktor penyebab kerusakan biasanya akibat kesalahan pabrikan.

Phase 2 : Pada saat operasi t_1 sampai t_2 laju kerusakan tetap dan cenderung rendah, yang berarti laju tidak akan naik atau menurun walaupun umur peralatan bertambah dan probabilitas rusak pada setiap saat adalah sama. Kerusakan alat pada pengoperasian normal dikenal sebagai kerusakan acak, karena kerusakan yang tidak dapat dideteksi oleh teknik pemeriksaan yang tersedia.

Phase 3 : Mulai saat t_2 dan seharusnya laju kerusakan cenderung meningkat, hal ini berarti laju kerusakan bertambah sesuai dengan lamanya pemakaian umur peralatan. Probabilitas rusak pada saat t_2 lebih kecil dari saat berikutnya. Faktor penyebab dari kerusakan adalah karena makin memburuknya kondisi peralatan.

2.14 Pengujian Keseragaman Data

Pengujian keseragaman data dilakukan dengan menggunakan test statistik Kruskal-Walis. Dengan alasan lebih mudah untuk mengetahui pola kerusakan, karena dalam apabila menggunakan beberapa sampel yang sejenis. Ada beberapa langkah yang harus dilakukan di antaranya :

1. Tentukan Hypotesa nol (H_0); bahwa rata-rata waktu antara kerusakan mesin mempunyai pola kerusakan yang sama dan berasal dari populasi yang sama pula.
2. Tentukan Hypotesa alternatif (H_a); bahwa rata-rata waktu antara waktu kerusakan mesin berasal dari populasi yang berbeda dan mempunyai pola kerusakan mesin yang berbeda pula.
3. Tentukan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$
4. Tentukan nilai range terendah sampai nilai range tertinggi sampel yang ada.
5. Tentukan jumlah rank dari setiap sampel.
6. Tentukan keseragaman data Waktu antar kerusakan

$$\lambda^2 = \frac{t^2}{n(n+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

7. Bandingkan λ^2 dari pengamatan dengan $\lambda^2 (k-1; 0,05)$ dari tabel statistik.
8. Kaidah keputusan
 - ❖ Bila $\lambda^2 \leq \lambda^2 (k-1; 0,05)$ H_0 diterima, H_0 ditolak, berarti rata-rata waktu antar kerusakan mesin mempunyai pola kerusakan yang sama dan berasal dari populasi yang sama pula.

- ❖ Bila $\lambda_2 \geq \lambda_2(k-1; 0,05)$ H_0 ditolak, H_0 diterima berarti waktu rata-rata antar kerusakan mesin mempunyai pola kerusakan yang berbeda dan berasal dari populasi yang berbeda pula.

2.15 Pengujian kesesuaian Distribusi

Untuk menguji distribusi kerusakan mesin baik secara keseluruhan maupun berdasarkan subsistemnya serta waktu perbaikannya dan waktu penjadwalannya digunakan Chi-Square Goodness of Fit Test.

Pengujian yang dilakukan terhadap waktu kerusakan adalah pengujian distribusi eksponensial negatif. Pengujian yang dilakukan berdasarkan hal-hal berikut :

1. Jika akan dilakukan data untuk distribusi eksponensial negatif, maka hipotesis yang diambil adalah :

H_0 = Menyatakan bahwa waktu kerusakan mengikuti distribusi distribusi eksponensial negatif.

H_1 = Menyatakan penolakan dari apa yang dinyatakan oleh H_0 .

Langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

1. Tentukan taraf signifikansi $\alpha = 5\%$
2. Tentukan frekuensi hasil pengamatan (F_o)
3. Tentukan nilai pengamatan teoritis (F_t)

$$F_t = n \cdot P_i$$

N = Jumlah pengamatan

P_i = kemungkinan terjadinya kerusakan dalam selang waktu (T_1 T_2)

$$= \int_{t1}^{t2} \lambda - 1/\lambda e^u du$$

$$P_i = \int_{t1}^{t2} \lambda t dt$$

$$= \int_{t1}^{t2} \lambda - 1/\lambda e^u du$$

$$= - \int_{t1}^{t2} e^u du$$

$$= e^{-\lambda t2} - e^{-\lambda t1}$$

$$= e^{-\lambda t2} - e^{-\lambda t1}$$

dimana :

$t1$ = Batas bawah kelas interval

$t2$ = Batas atas kelas interval

Dimana :

$$U = -\lambda t$$

$$U = -\lambda dt$$

$$U = -1/\lambda d$$

4. Tentukan tes statistik hasil Pengamatan (λ^2)

$$\lambda^2 = \sum \frac{(F_t - F)^2}{F}$$

5. Kaidah keputusan, bandingkan λ^2 dari pengamatan dengan $\lambda^2 (V, \alpha)$ dari tabel untuk mendapatkan peluang menurut H_0 .

H_0 diterima bila $\lambda^2 < \lambda^2 (V, \alpha)$ tabel.

Dimana :

$V = K - 2$ (derajat kebebasan)

$V =$ Jumlah kelas interval

Hasilnya ditabelkan sebagai berikut

Interval Kelas	F _o	P _i	F _t	$\frac{(F_o - F_t)^2}{F_t}$

2.16 Penaksiran Fungsi Keandalan

Penaksiran fungsi keandalan dapat dilakukan dengan beberapa cara, hal ini tergantung pada cara penelitian atau pengamatan dan distribusi kerusakan yang terjadi.

2.16.1 Data Penelitian Sampel

Penelitian studi keandalan sangat berkaitan dengan lamanya waktu operasi peralatan sebelum mengalami kerusakan, dengan demikian data penelitian akan terdiri dari selang-selang waktu yang menyatakan umur dari item yang diamati.

Umur (life time) disini merupakan waktu terjadinya kerusakan atau waktu antar kerusakan, dan dapat juga, merupakan waktu antara tindakan perawatan atau dengan beberapa variable lain.

Penelitian terhadap item ditentukan secara acak dan waktu terjadinya kerusakan dari pengamatan dibuat dalam keadaan yang terkendali dan stabil, hal ini diharapkan untuk mendapatkan data atau sampel yang dapat mewakili dari populasi umur.

2.16.2 Pengujian Kecocokan Fungsi Keandalan

Teknik-teknik pengujian kecocokan statistik untuk menentukan keandalan tergantung pada distribusi waktu kerusakan. Bila asumsi mengenai distribusi kemungkinan salah, maka hasil yang dapat tentu tidak dipergunakan. Oleh karena itu untuk menentukan apakah kecocokan, terutama yang menyangkut distribusi kemungkinan kerusakan. Kita dapat melakukan pengujian terhadap asumsi distribusi.

2.17.1 Penggantian Peralatan Tidak Tahan Lama

(*Corder Antony, 1996 hal 53*)Salah satu hal yang harus dilaksanakan didalam perawatan adalah mengadakan penggantian terhadap mesin atau peralatan produksi yang sudah saatnya diganti, atau yang tidak mempunyai umur ekonomis lagi. Mesin (peralatan) yang sudah tidak ekonomis lagi untuk produksi, jika tetap dipertahankan dalam perusahaan akan mengundang kerugian didalam perusahaan yang bersangkutan; misalnya biaya produksi perunit akan menjadi tinggi.

Penggantian mesin (peralatan) produksi memang diperlukan. Penggantian yang baik adalah penggantian yang dilakukan pada saat yang tepat. Tetapi, untuk menentukan kapan saat yang tepat itu memang agak sulit, jika tidak terdapat model dan data yang digunakan sebagai dasar perhitungan. Penentuan waktu penggantian yang disusun atas dasar kira-kira saja (tanpa dasar perhitungan yang benar) akan memberikan gambaran yang tidak benar dan akan merugikan perusahaan.

Hal ini disebabkan oleh karena penggantian yang terlalu awal dari semestinya akan mengakibatkan terlalu cepatnya pemanfaatan mesin (peralatan) produksi; yang seharusnya masih dapat digunakan dan belum perlu membeli yang baru sebagai penggantinya. Demikian pula, penggantian mesin (peralatan) yang terlalu lambat akan mengakibatkan pemborosan bagi perusahaan; karena pada umumnya mesin (peralatan) tersebut sudah tidak ekonomis lagi.

Sehubungan dengan penentuan waktu penggantian mesin (peralatan) ini, pada umumnya ada macam. Yang pertama adalah mesin (peralatan) yang tidak

tahan lama (dipergunakan dalam jangka pendek) dan mesin (peralatan) yang tahan lama (dipergunakan dalam jangka panjang). Model penentuan waktu penggantian untuk mesin (peralatan) yang tidak tahan lama dan yang tahan lama adalah berbeda, karena penggunaan dari tipe mesin (peralatan) tersebut berbeda.

2.17.2 Mesin (Peralatan) Tidak Tahan Lama

Untuk mesin (peralatan) yang tidak tahan lama pada umumnya akan dapat ditentukan suatu periode tertentu untuk mengadakan penggantian mesin (peralatan) tersebut. Pada umumnya penggantian mesin (peralatan) yang sudah rusak ini akan disertai dengan mengadakan pengecekan kembali terhadap mesin (peralatan) sejenis yang lain yang masih dapat digunakan. Dengan demikian mesin (peralatan) yang terpasang tersebut akan dapat digunakan dengan baik oleh perusahaan. Waktu penggantian ini harus diperhitungkan dengan tepat sehingga biaya penggantian dan pengecekan kembali terhadap mesin (peralatan) yang digunakan adalah minimum.

2.17.3 Mesin (Peralatan) Tahan Lama

Jika pada mesin (peralatan) yang tidak tahan lama diperlukan suatu periode tertentu untuk mengadakan penggantian dan pengecekan kembali sehingga diperoleh biaya perawatan yang minimum; maka didalam mesin (peralatan) yang tahan lama, pihak perusahaan perlu untuk menentukan kapan penggantian tersebut harus dilakukan. Dalam kajian terhadap mesin (peralatan) yang tidak tahan lama, biasanya penggantian dan pengecekan kembali ini akan

dilakukan terhadap kelompok mesin (peralatan) yang ada, maka didalam mesin (peralatan) yang tahan lama ini perhitungan yang dilakukan pada umumnya akan ditujukan terhadap suatu mesin secara individu.

Perhitungan yang dilakukan akan berlaku untuk satu unit mesin (peralatan) saja, sehingga untuk mesin (peralatan) yang berbeda diperlukan perhitungan yang berbeda pula. Disamping perlu menentukan kapan penggantian mesin (peralatan) tersebut harus dilaksanakan, maka perlu juga dipertimbangkan bagaimana menentukan mesin (peralatan) pengganti yang digunakan.

Konsepsi yang melandasi penurunan model perawatan disini adalah Keuntungan = pendapatan - biaya. Apabila perawatan dilakukan pada waktu T , maka keuntungan yang dapat diperoleh persatuan waktu adalah pendapatan mesin selama beroperasi dalam selang waktu $(0, T)$ dikurangi biaya perawatan preventif dan biaya perawatan korektif yang mungkin terjadi dalam selang waktu tersebut, dibagi dengan $(T + \text{waktu pelaksanaan perawatan preventif})$.

Dalam selang waktu $(0, T)$ ini mesin tidak selalu beroperasi selama t , karena dalam selang waktu ini mungkin terjadi kerusakan yang mengakibatkan mesin harus dihentikan, sehingga timbul kerugian akibat mesin berhenti (kerugian disini adalah ada sebagian produk yang tidak sempat diproduksi, sehingga keuntungan dari produk tersebut tidak dapat diperoleh. Selain itu kerusakan yang terjadi perlu diperbaiki dan memerlukan biaya, yang disebut biaya perbaikan kerusakan.

Tujuan kita adalah menentukan selang waktu $(0, T)$ sedemikian rupa sehingga keuntungan yang diperoleh persatuan waktu adalah maksimum. Uraian ini apabila ditulis secara matematik adalah :

$$P(T) = V \times A(T) - C(T) \quad (2 - 7)$$

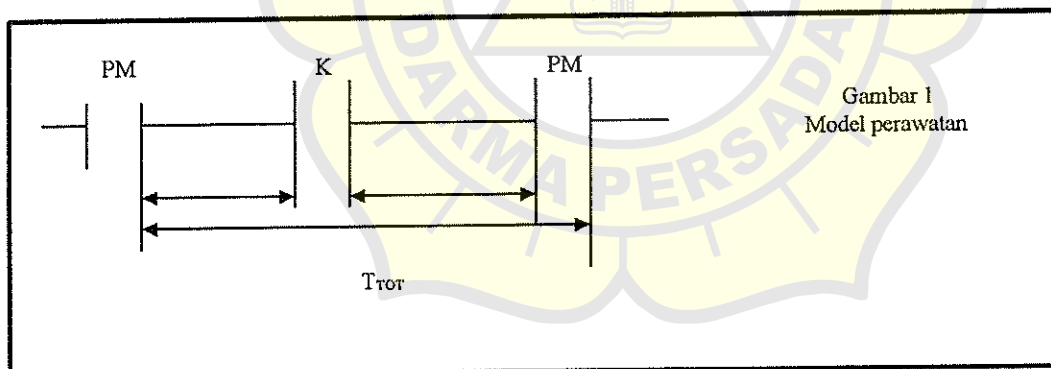
Dimana :

$P(T)$ = ekspektasi keuntungan persatuan waktu, apabila perawatan preventif dilakukan pada waktu T

V = pendapatan yang dapat diperoleh mesin persatuan waktu tanpa mengalami penghentian

$A(T)$ = perbandingan antara waktu operasi mesin, T_{OP} , dengan waktu total, T_{TOT} dalam selang waktu $(0, T)$, lihat gambar 1 berikut.

$C(T)$ = ekspektasi biaya perawatan preventif dan biaya perawatan korektif persatuan waktu dalam selang waktu $(0, T)$



Gambar 2.5 Model Perawatan

Keterangan :

PM = waktu perawatan preventif

K = waktu perawatan korektif

T_{OP} = ekspektasi waktu operasi, yaitu $(a + b)$

$$T_{TOT} = \text{ekspektasi waktu total}$$

Jika kita perhatikan bahwa model perawatan preventif di atas, terlihat bahwa jika harga T semakin besar maka pendapatan hasil operasi akan membesar pula, tetapi biaya perbaikan kerusakan juga akan membesar (selang waktu antar kerusakan dipengaruhi oleh sering tidaknya mesin mengalami perawatan preventif). Oleh karena itu kita harus menentukan harga T sedemikian sehingga pendapatan persatuan waktu dikurangi biaya perawatan persatuan waktu akibat pelaksanaan perawatan preventif pada saat T adalah minimum.

Model Perawatan 1

Pelaksanaan perawatan preventif dilakukan jika dan hanya jika mesin telah beroperasi selama selang waktu T . Bila mesin mengalami kerusakan maka mesin akan dihentikan untuk dilakukan perbaikan terhadap kerusakan tersebut. Jika perbaikan telah selesai, mesin dioperasikan kembali. Apabila waktu operasi mesin telah mencapai waktu T , mesin akan dihentikan lagi untuk dilaksanakan perawatan preventif kembali. Jadi dalam metode ini terdapat dua jenis penghentian mesin yaitu penghentian untuk pelaksanaan perbaikan kerusakan dan penghentian untuk perawatan preventif. Model matematik ini adalah :

$$P(T) = V \times A(T) - C(T) \quad (2 - 8)$$

Dimana :

$P(T)$ = ekspektasi keuntungan persatuan waktu, apabila perawatan preventif dilakukan pada waktu T

V = pendapatan yang dapat diperoleh mesin persatuan waktu tanpa mengalami penghentian

$A(T)$ = perbandingan antara waktu operasi mesin, T_{OP} , dengan waktu total, T_{TOT} dalam selang waktu $(0, T)$.

$$= \frac{T_{op}(T)}{T_{tot}(T)}$$

$C(T)$ = ekspektasi biaya perawatan bila perawatan preventif dilakukan pada setiap interval T

$$= \frac{C_{tot}(T)}{T_{tot}(T)}$$

$T_{op}(T)$ = ekspektasi waktu operasi persiklus jika perawatan preventif dilakukan pada setiap interval T

$$= T \times R(T) + M(T) \times [1 - R(T)]$$

$R(T)$ = fungsi keandalan mesin sampai waktu T (besarnya kemungkinan mesin masih beroperasi sekurang-kurangnya sampai waktu T)

$$= \int_T^{\infty} f(t) d(t)$$

$M(T)$ = waktu rata-rata kerusakan dengan distribusi kemungkinan berhenti pada saat T

$$= \frac{\int_0^T txf(t)d(T)}{1 - R(T)}$$

$T_{tot}(T)$ = ekspektasi waktu total persiklus jika perawatan preventif dilakukan setiap interval T

= $(T + T_{pm}) \times R(T) + [M(T) + T_{pk}] \times [1 - R(T)]$ dimana T_{pm} adalah rata-rata waktu perawatan preventif dan T_{pk} adalah rata-rata waktu perawatan korektif

$C_{tot}(T) =$ ekspektasi biaya total persiklus
 = $C_{pm} \times R(T) + C_{pk} \times [1 - R(T)]$

Model Perawatan 2

Pelaksanaan perawatan preventif dilakukan setiap interval waktu T secara konstan. Bila mesin mengalami kerusakan maka mesin akan dihentikan untuk dilakukan perbaikan terhadap kerusakan tersebut. Jika perbaikan telah selesai, mesin dioperasikan kembali. Jika selang waktu T telah tercapai, mesin akan dihentikan lagi untuk dilaksanakan perawatan preventif kembali. Secara matematik model ini dirumuskan sebagai $P(T) = V \times A(T) - C(T)$

Dimana :

$P(T) =$ ekspektasi keuntungan persatuan waktu, apabila perawatan preventif dilakukan pada waktu T

$V =$ pendapatan yang dapat diperoleh mesin persatuan waktu tanpa mengalami penghentian

$A(T) =$ perbandingan antara waktu operasi mesin, T_{OP} , dengan waktu total, T_{TOT} dalam selang waktu $(0, T)$.

$$= \frac{T_{op}(T)}{T_{tot}(T)}$$

$C(T) =$ ekspektasi biaya perawatan bila perawatan preventif dilakukan pada setiap interval T

$$= \frac{C_{\text{tot}}(T)}{T_{\text{tot}}(T)}$$

$T_{\text{op}}(T)$ = ekspektasi waktu operasi persiklus jika perawatan preventif dilakukan pada setiap interval T

$$= T - [H(T) \times T_{\text{pk}}]$$

$T_{\text{tot}}(T)$ = ekspektasi waktu total persiklus jika perawatan preventif dilakukan setiap interval T

$$= T + T_{\text{pm}}$$

$C_{\text{tot}}(T)$ = ekspektasi biaya total persiklus

$$= C_{\text{pm}} + [H(T) \times C_{\text{pk}}]$$

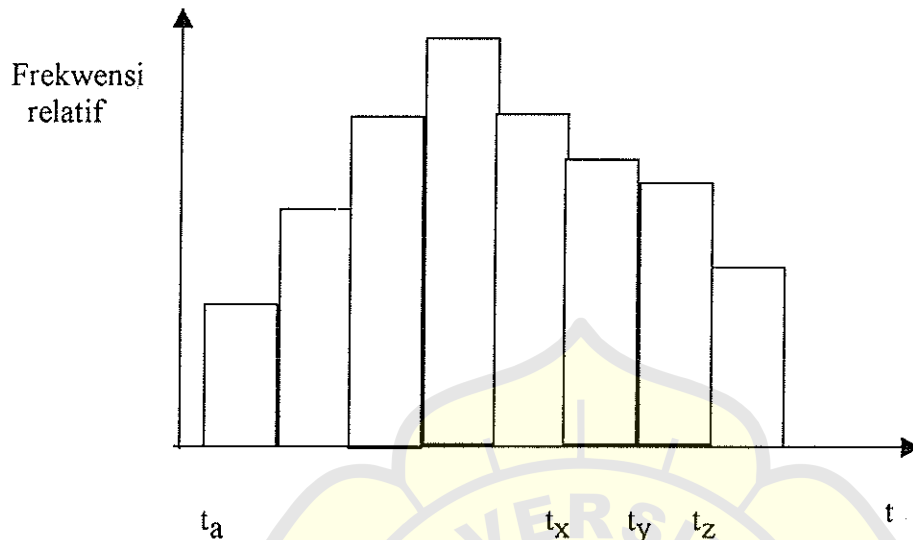
$H(T)$ = ekspektasi jumlah kerusakan yang terjadi dalam interval waktu $(0, T)$

$$= \sum_{i=0}^{T-1} [1 + H(T-i-1)] \times \int_i^{i+1} f(t) dt$$

2.18 Histogram Frekwensi Relatif

Dari sejumlah mesin produksi yang sejenis dari suatu pabrik, kita tidak dapat mengetahui dengan pasti bahwa masing-masing mesin tersebut akan rusak pada saat yang sama.

Dengan mencatat waktu terjadinya kerusakan masing-masing mesin kita dapat menggambarkan histogram, yang mana luas dari pada segmen dalam interval waktu tertentu menyatakan frekwensi relatif terjadinya kerusakan dalam interval waktu tersebut.



Gambar 2.6 Histogram frekwensi Relatif

(Sumber : Jardine, 1973 hal 13)

Besarnya kemungkinan terjadinya kerusakan dalam interval waktu antara T_x dan t_y adalah hasil perkalian antara koordinat y dengan panjang interval ($t_y - t_x$).

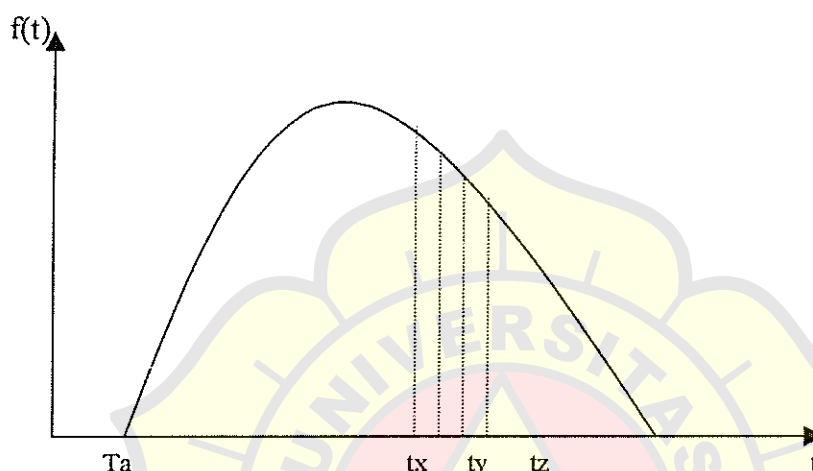
Besarnya kemungkinan suatu kerusakan terjadinya dalam interval antara t_a dan t_z dimana merupakan waktu yang paling cepat bagi terjadinya suatu kerusakan sedangkan t_z adalah saat yang paling lambat, adalah dengan satu.

2.19 Fungsi Kepadatan Kemungkinan

Dalam mempelajari perawatan ataupun penggantian , kita tidak menggunakan menggunakan Histogram Frekwensi Relatif akan tetapi kita

menggunakan fungsi kepadatan kemungkinan (Probabilitas Density Function), yang bentuknya hampir sama dengan Histogram Frekwensi Relatif, kecuali bahwa fungsi kepadatan mungkin merupakan kurva yang kontinue, seperti yang tertera pada gambar dibawah ini.

Fungsi kepadatan kemungkinan



Gambar 2.7 Fungsi Kepadatan Kemungkinan

(Sumber : Jardine 1973, hal 19)

Seperti halnya dengan histogram frekwensi relatif, luas segmen dibawah kurva fungsi kepadatan kemungkinan merupakan besarnya kemungkinan terjadinya kerusakan dalam satu interval.

Besarnya kemungkinan kerusakan dalam selang waktu antara t_x dan t_y adalah:

$$\int_{t_x}^{t_y} f(t) = dt \quad (2 - 9)$$

Besarnya kemungkinan terjadinya kerusakan dalam interval t_a dan t_z adalah :

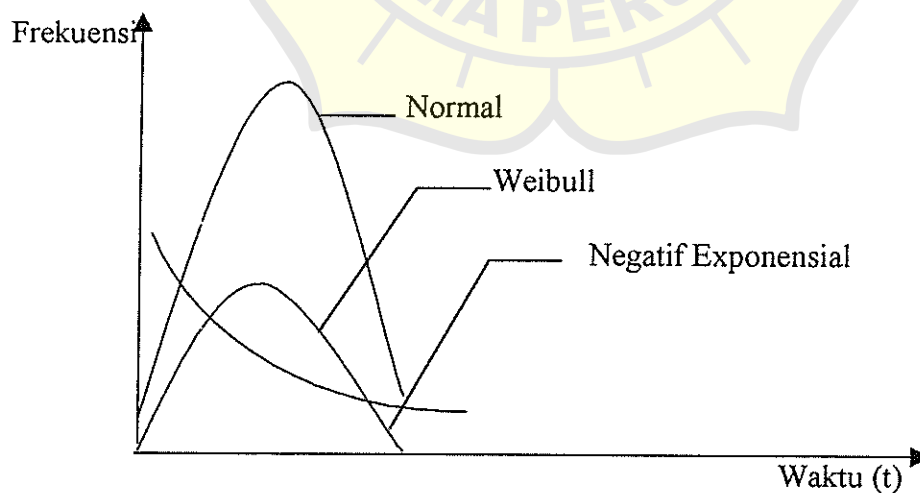
$$\int_{t_a}^{t_z} f(t) dt = 1 \quad (2 - 10)$$

Tidak perlu diungkapkan bahwa karakteristik kerusakan dari peralatan yang tidak sejenis bahkan karakteristik kerusakan dari peralatan yang sejenis akan berbeda apabila dioperasikan dalam kondisi yang berlainan. Ada sejumlah fungsi kepadatan kemungkinan yang sering kita jumpai yang menggambarkan karakteristik terjadinya kerusakan peralatan, yaitu antara lain adalah :

- i. Normal
- ii. Negative Exponensial
- iii. Weibull

Bentuk dari fungsi-fungsi tersebut diatas dapat dilihat pada gambar 2.6

Dibawah ini.



Gambar 2.8. Bentuk fungsi-fungsi kepadatan Kemungkinan

2.20.1 Fungsi Kemungkinan Kepadatan Normal

(*Jardine 1973, hal 18*) Fungsi kepadatan kemungkinan normal atau distribusi normal terjadi bilamana sejumlah besaran fluktuasi secara random disuatu besaran tertentu. Distribusi kerusakan normal terjadi akibat sebaran waktu-waktu kerusakan yang berfluktuasi secara random disekitar besaran waktu tertentu.

Adapun bentuk matematika dari fungsi kepadatan kemungkinan normal adalah sebagai berikut :

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left\{ \frac{t-\mu}{\sigma} \right\}^2} \quad (2-11)$$

Dimana : μ adalah harga rata-rata distribusi dan σ standar deviasi.

Catatan : bahwa batasan antara distribusi normal adalah :

- $\sim \leq t \leq \sim$ maka :

$$\int f(t) \neq 1 \quad \text{tetapi} \quad \int f(t) = 1$$

2.20.2 Fungsi Kepadatan Kemungkinan Negative Exponensial

Distribusi kerusakan negative exponensial timbul akibat adanya kerusakan salah satu komponen dari sejumlah komponen yang membentuk suatu peralatan,

akan tetapi kerusakan komponen tersebut tidak dipengaruhi kemungkinan kerusakan komponen lain.

Bentuk matematis fungsi kepadatan kemungkinan negative eksponensial adalah :

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

Dimana $t \geq 0$ dan $1/\lambda$ merupakan harga rata-rata waktu kerusakannya.

2.21 Hubungan Antara Perawatan Preventif Dengan Selang Waktu Antara Kerusakan

Tingkat kerusakan persatuan waktu dari suatu peralatan akan dipengaruhi oleh jumlah perawatan preventif yang dilakukan dalam satuan waktu tertentu. Semakin sering mesin mengalami perawatan preventif, kemungkinan besar tingkat kerusakannya akan semakin kecil, dan sebaliknya. Sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat kerusakan persatuan waktu dari suatu peralatan merupakan fungsi dari jumlah perawatan preventif yang dilakukan persatuan waktu tertentu. Pernyataan di atas secara matematis dapat ditulis sebagai $\lambda = \lambda(n)$ dimana :

λ = tingkat kerusakan persatuan waktu

n = jumlah perawatan preventif yang dilaksanakan persatuan waktu

dalam persoalan ini $\lambda(n) = k/n$ dimana k = konstanta. Kita asumsikan bahwa satu tahun sama dengan 300 hari kerja. Jika perawatan preventif dilaksanakan setiap T hari maka $n = 300/T$. Dengan demikian $\lambda(n) = \lambda(T) = (k \times T) / 300$, atau $\lambda = \lambda$

(T). Persamaan ini menyatakan bahwa tingkat kerusakan peralatan merupakan fungsi dari selang waktu perawatan preventif.

2.22 Biaya Waktu Mengganggu

Ada kecenderungan untuk membandingkan pembiayaan sekarang ini dengan yang telah lalu. Pada waktu melakukan hal ini, ada berbagai faktor yang harus dipertimbangkan, tetapi yang paling penting diantara faktor-faktor tersebut adalah efek pemeliharaan dengan demikian harus mencakup juga pertimbangan biaya waktu mengganggu. Istilah umum untuk mendefinisikan waktu nganggur ialah “periode” dimana suatu sarana tidak dapat digunakan. Ekstremnya ialah mesin yang menerima pemeliharaan berlebihan dimana barang modal dijaga dalam kondisi begitu baik secara tidak perlu, dan tidak pernah ada interupsi produksi oleh bagian perusahaan.

Batas ekstrem lainnya ialah pembiayaan pemeliharaan yang rendah tetapi produksi selalu dihantui oleh perbaikan darurat, dan barang modal tidak dipelihara pada suatu standar yang bisa diterima. Adalah perlu untuk menterjemahkan setiap kerugian produksi sebagai hasil dari kebijaksanaan diatas kedalam biaya sebenarnya. Kerugian waktu nganggur tentu saja dapat dikurangi atau dihilangkan dengan memperbesar kapasitas persediaan barang produksi dan/atau memasang lebih banyak unit produksi – dengan kata lain membesarkan belanjaan barang modal. Dan ini pada akhirnya menambah depresiasi dan mungkin menaikkan biaya pemeliharaan.

Jumlah optimum uang yang harus dibelanjakan untuk penyediaan gudang dan pemasangan mesin cadangan haruslah dianggap penting, demikian juga manajemen harus selalu memperhatikan biaya waktu nganggur dalam pabrik yang mereka pertanggung jawabkan. Tetapi perlu diketahui bahwa perhitungan kerugian waktu nganggur jarang dapat dilakukan dengan teliti, karena sangat bervariasi untuk tiap-tiap pabrik, proses, metode manufaktur, dan jenis industri atau jasa.

Meskipun demikian harus di usahakan dengan sungguh-sungguh untuk menghitung biaya per jam waktu nganggur untuk masing-masing mesin, lini produksi, pabrik secara keseluruhan, armada angkutan, lokomotif atau apapun, tergantung dari metode manufaktur yang digunakan atau jasa yang diberikan.

Kita mungkin mendapatkan berbagai kondisi dalam berbagai pabrik, jarang diperhatikan dalam konteks waktu nganggur tetapi hal yang sama pentingnya terjadi keadaan 'jalan lambat' atau tingkat keluaran yang rendah karena tidak berfungsinya sebagian proses atau sebuah atau beberapa mesin bekerja dibawah kapasitas normalnya. Sering terjadi pabrik atau mesin menghasilkan produk dibawah standar atau produk afkir. Hal ini menurut definisi bukanlah waktu nganggur, tetapi efeknya terhadap keluaran yang berguna atau yang bisa dijual adalah sama saja dan kadang-kadang lebih mahal, karena bahan baku, termasuk daya dibuang percuma. Jarang bahan baku dikonsumsi selama waktu nganggur kecuali berbentuk bahan kimia atau barang yang mudah busuk, misalnya makanan atau sejenisnya. Tetapi bagaimanapun juga dalam keadaan

seperti ini lamanya waktu menganggur menjadi penting artinya, biaya waktu menganggur dengan cepat bertambah tidak sebanding dengan waktu yang terlibat.

Dalam industri begitu sering kita dapatkan cara berfikir, dimana manajemen menginginkan produksi berjalan dengan biaya apapun, dan selama pabrik berjalan mereka berpuas diri dan menjalankannya dengan cara tersebut, dan bagian pemeliharaan tidak diminyakan pertanggung jawabannya. Jika terjadi sesuatu mesin rusak, maka ini menjadi persolan lain.

Kebalikannya juga sering terjadi. Mesin dioperasikan jauh diatas batas kemampuan normalnya, dan kerusakan karena beban lebih sering terjadi mengakibatkan mesin tidak dapat bekerja dan sering dituduhkan karena pemeliharannya yang tidak baik. Tuduhan yang sangat gegabah, Hasil keluaran tidak tidak lebih besar daripada jika mesin tersebut dijalankan pada kecepatan atau beban normal, yang menghasilkan jauh lebih sedikit kerugian waktu nganggur dan keausan. Pada keadaan ini seseorang harus mempertimbangkan dengan sangat seksama penyebab waktu menganggur yang mempengaruhi biaya. Hal ini, bisa disebabkan oleh cara produksi berupa :

1. Pembebanan lebih
2. Bahan yang tidak semestinya
3. Pengoperasian mesin yang jelek
4. Penyetelan mesin yang tidak benar
atau yang disebabkan oleh perekeyasaan
5. Pemeliharaan yang tidak mencukupi , mungkin karena kurangnya perhatian untuk pemeliharaan.

6. Standar pemeliharaan yang rendah
7. Kehabisan suku cadang, yang merupakan masalah umum pada mesin yang telah kuno, atau yang dibuat 'satu saja'
8. Tidak mencukupi informasi teknis dari pabrik pembuatnya agar pemeliharaan dan penyetelan operasional bisa dilakukan dengan baik.

Setelah tampak sulit untuk menentukansebab-sebab waktu nganggur terutama yang disebabkan oleh (3), tetapi penting sekali untuk menentukan penyebab kerusakan darurat dan waktu nganggur yang di timbulkannya dan mengalokasikan biaya dengan cepat sebagaimana mestinya, karena tidak semua waktu nganggur dapat dibebankan ke bagian perekayasaan.

Juga mudah sekali menyalahkan manajer pemeliharaan dalam hal waktu menganggur dalam pabrik, tetapi juga tergantung dia sendiri untuk mengelola dan mengendalikan fungsi pemeliharaan yang pimpinnya sedemikian rupa sehingga penyebab waktu nganggur mesin dengan tepat ditentukan, dicata dalam arsip riwayat mesin, dan kerugian yang ditimbulkan dibebankan ke departemen yang sesungguhnya bertanggung jawab. Ini bukanlah suatu tanggung jawab yang dapat didelegasikan kembali ke manajer produksi . Jika waktu nganggur dapat dibuktikan karena salah satu penyebab rekayasa , maka itulah tugas manajer pemeliharaan untuk berusaha mengilangkan penyebab ini dan dia harus melaporkan kepada manajemen puncak dengan jelas sebab-sebab waktu nganggur dan kerugian yang timbul. Jadi sebagai hasil penyimpanan catatan riwayat mesin yang penuh arti ini, manajer pemelihara dapat mengeluarkan suara ke dewan komisaris tentang penggantian suatu mesin yang sudah tidak menguntungkan,

atau paling tidak suatu argumen yang masuk akal untuk menggunakan ancaman pemeliharaan terencana jika belum menggunakan sistem ini.

Organisasi yang tidak menerapkan pemeliharaan terencana melakukan berbagai aktivitas berdasarkan keadaan darurat. Menurut definisi waktu nganggur mereka pasti tinggi karena cara pendekatannya terhadap pemeliharaan.

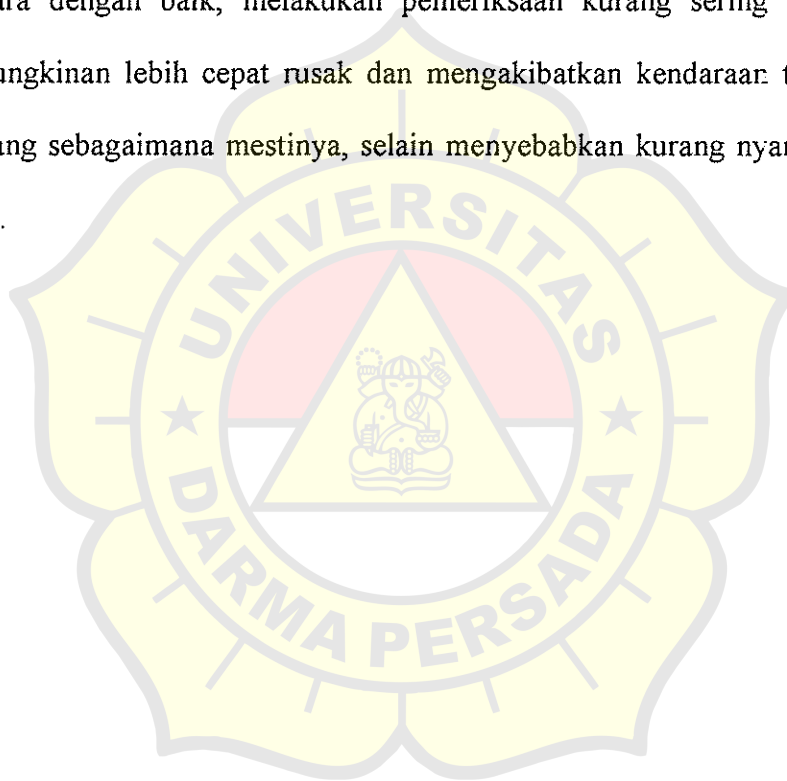
Manajemen yang mengetahui, yang diperingatkan oleh tingginya biaya pemeliharaan dan kerugian waktu nganggur menggunakan rancangan pemeliharaan-terencana untuk mengurangi kerusakan darurat dan lamanya waktu nganggur. Akan didapatkan pabrik dengan keandalan yang lebih tinggi yang pada gilirannya akan menaikkan jasa produksi.

Ketika pemeliharaan terencana bertambah persinya, biaya untuk ini akan bertambah secara proporsional, tetapi kerugian waktu nganggur juga berkurang secara proporsional. Akhirnya dicapai keadaan yang kita sebut 'tingkat pemeliharaan ekonomisoptimum' (tingkat PEO- optimim economic maintenance level). Dimana penambahan biaya kerusakan darurat maupun waktu nganggur. Pemberian pemeliharaan terencana lebih banyak lagi hanya menghasilkan penambahan biaya untuk pengurangan kerusakan darurat atau waktu nganggur yang minimal. Keadaan ini disebut sebagai pemeliharaan-lebih yang tak ekonomis.

Dengan menyimpan catatan biaya pemeliharaan murni secara baik dan menganalisa hasil-hasil pemeliharaan dan kecenderungan waktu nganggur dan sebab-sebabnya, bukanlah hal yang sulit untuk menentukan tingkat PEO untuk perencanaan pemeliharaan. Kajian kasus menyatakan hal ini.

Kita ambil contoh yang sederhana mengenai kendaraan bermotor. Sejumlah pabrik kendaraan bermotor akhir-akhir ini telah menetapkan jadwal pemeliharaan yang pada umumnya mendekati tingkat PEO untuk masing-masing model.

Misalnya pemeriksaan air radiator, ketinggian oli mesin dan air aki, maupun tekanan ban, pada setiap minggu atau stiap 250 mil. Jika kendaraan tersebut dipelihara dengan baik, melakukan pemeriksaan kurang sering akan menambah kemungkinan lebih cepat rusak dan mengakibatkan kendaraan tidak dapat dipakai, yang sebagaimana mestinya, selain menyebabkan kurang nyaman, juga biaya mahal.



2.23 Total Produktif Maintenance (TPM)

Total Produktif Maintenance merupakan pengembangan dari preventif maintenance tahun 1950 dan productive maintenance tahun 1960 yang diambil dari Amerika Serikat dan mulai diperkenalkan oleh Jepang pada tahun 1970 yaitu pada konvensi internasional pemeliharaan mesin (Nakajima, 1982).

2.24 Pengertian TPM

Berdasarkan struktur kata pada TPM yaitu :

1. Total : Total berarti jumlah atau suatu kesatuan yang menyeluruh.

Kata total didalam Total Produktive Maintenance mengandung pengertian (Nakajima, 1982) :

- Total effectiveness ; yaitu menunjukkan bahwa TPM bertujuan untuk efisiensi ekonomi dan untuk mencapai keuntungan.
- Total Preventive Maintenance (TPM) ; Hal ini meliputi maintenance prevention dan aktifitas untuk peningkatan pemeliharaan yang lebih baik dari maintenance preventive.
- Total Participation ; Partisipasi dari setiap tingkat manajemen atau departemen yang digunakan untuk menciptakan autonomous maintenance.

2. Produktive :

Suatu kegiatan yang dilakukan secara berkesinambungan.

3 Maintenance (Pemeliharaan) :

Pemeliharaan dapat didefinisikan sebagai kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas / peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian / penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi yang memuaskan sesuai dengan yang direncanakan (Assauri,1969).

Dari ketiga definisi kata diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa yang dimaksud Total Produktive Maintenance (TPM) adalah kegiatan pemeliharaan terhadap fasilitas produksi secara produktif dan menyeluruh (terpadu) yang melibatkan partisipasi semua pihak dari manajemen puncak sampai operator atau personil pada level yang yang paling bawah.

Sedangkan hubungan antara TPM, Produktive maintenance dan Preventive maintenance dapat dilihat pada tabel berikut :

ciri Preventive Maintenance	Ciri – ciri TPM	Ciri – ciri Produktive Maintenance	Ciri -
-----------------------------------	-----------------	--	--------

Effisiensi Ekonomi (PM yang menguntungkan)	+	+	+
Total Sistem (MP-PM-MI)	+	+	
Autonomous Maintenance By Operator (Grup kecil)	+		

Keterangan : TPM = Produktive Maintenance + Grup kecil

MP = Maintenance Prevention

MI = Mainteinability Improvement

PM = Preventive Maintenance

Gambar 2.9 Hubungan antara TPM, Produktive Maintenance dan Preventive Maintenance.

2.25 Tujuan dan Sasaran TPM

Tujuan utama dari TPM adalah :

1. Mengurangi waktu delay (tunggu) saat operasi.
2. Meningkatkan availability (ketersediaan), menambah waktu yang produktif,
3. Melibatkan pemakai peralatan dalam perawatan, dibantu oleh personil maintenance.
4. Melaksanakan preventive maintenance (reguler dan condition based).
5. Meningkatkan kemampuan perlatan, dengan menggunakan expert system untuk mendiagnosis serta mempertimbangkan langkah – langkah perancangannya.

Sedangkan dari definisi TPM secara menyeluruh meliputi lima elemen yaitu :

1. TPM mempunyai sasaran untuk meningkatkan efektifitas peralatan (Overall Effectivness).
2. TPM menetapkan suatu sistem yang berdasarkan dari preventive maintenance (PM) peralatan secara berkesinambungan.
3. TPM dilaksanakan oleh berbagai departemen.
4. TPM menyertakan setiap karyawan, dari manajemen puncak sampai pekerja bawahan.
5. TPM didasari atas pengenalan PM melalui manajemen motivasi : kemandirian kegiatan kelompok kecil (autonomous small group activities).

Sasaran atau target dari semua kegiatan improvement dalam suatu pabrik atau perusahaan adalah untuk meningkatkan produktivitas dengan cara mengurangi input (masukan) dan memperbesar output (keluaran). Output disini bukan hanya kenaikan produksinya tetapi berarti juga makin baiknya kualitas dengan ongkos yang wajar atau rendah, delivery yang tepat waktu dan lain sebagainya.

2.25 Penerapan TPM

2.25.1. Syarat Penerapan TPM

Sebagai suatu sistem yang baru penerapannya TPM pada awalnya tentu akan mendapatkan tantangan atau reaksi baik dari intern maupun ekstern seperti dari sistem yang sudah dianggap mapan. Karena itu ada tiga faktor yang harus

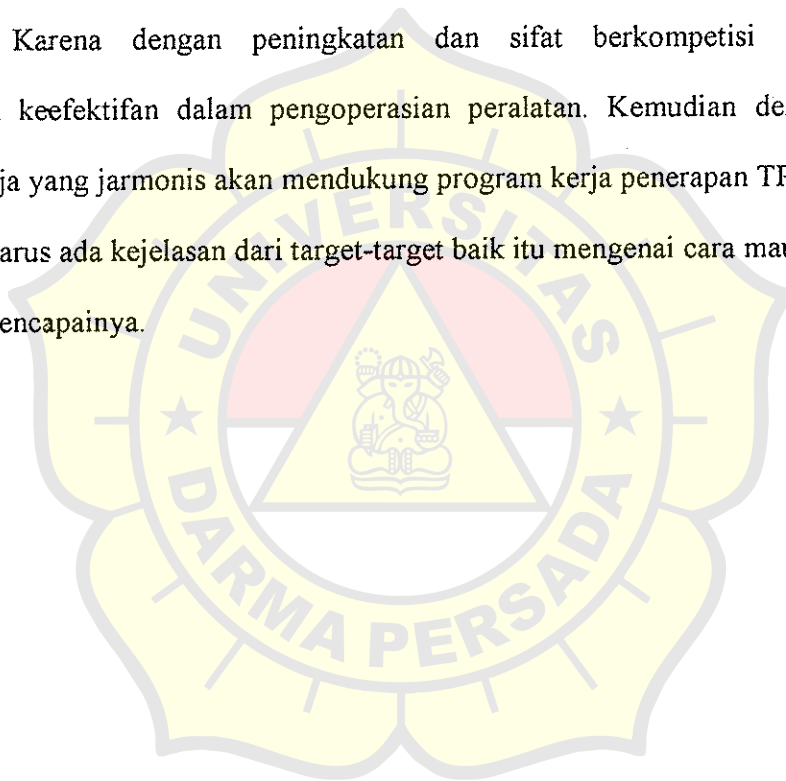
dikondisikan didalam penerapan sistem yang baru agar dapat diterima atau bahkan

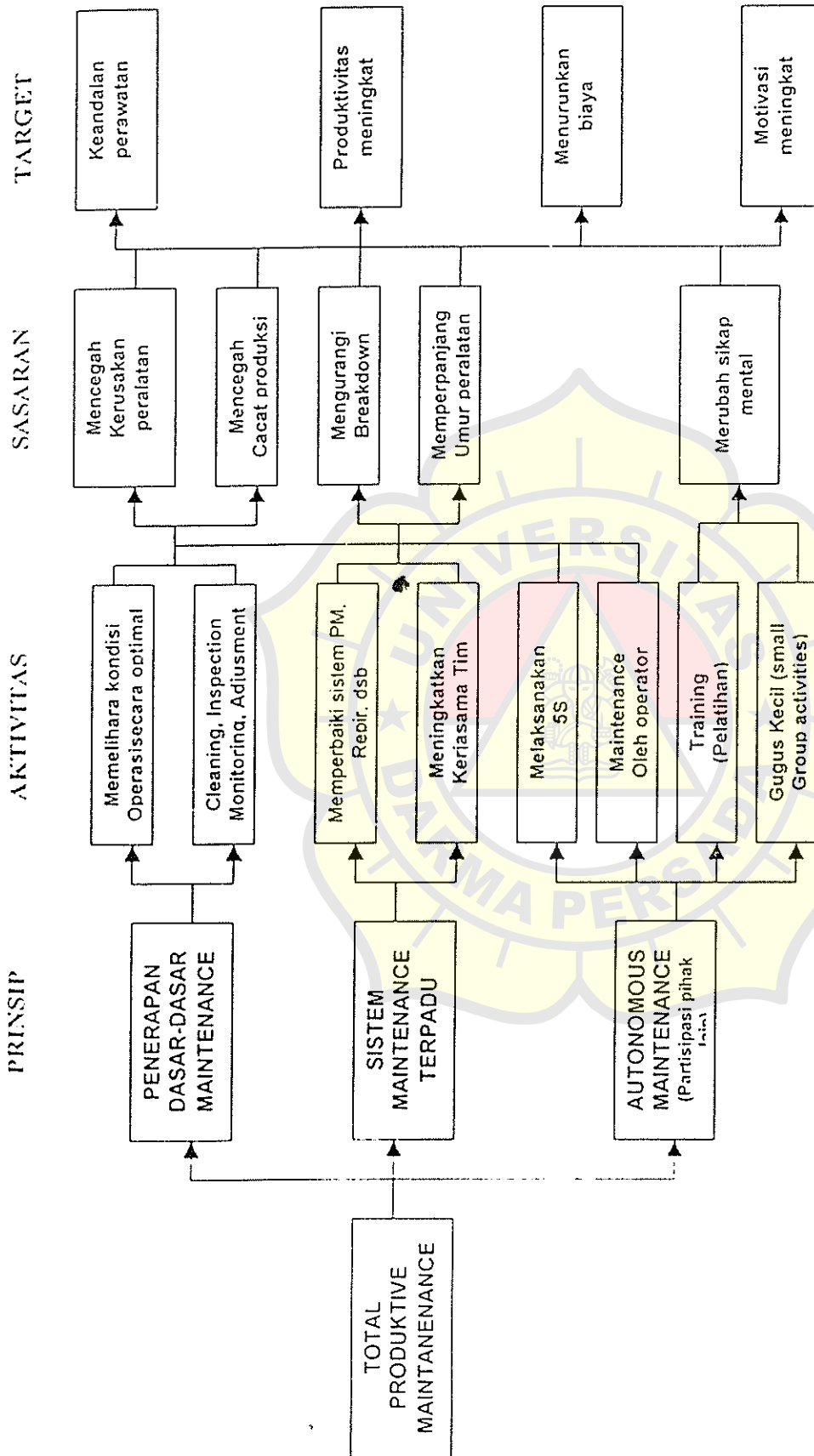
Faktor-faktor tersebut adalah :

1. Motivasi
2. Kemampuan
3. Lingkungan kerja

Faktor-faktor ini merupakan kunci keberhasilan dari suksesnya penerapan sistem baru. Karena dengan peningkatan dan sifat berkompetisi akan mmaksimalkan keefektifan dalam pengoperasian peralatan. Kemudian dengan lingkungan kerja yang jarmonis akan mendukung program kerja penerapan TPM.

Selain itu harus ada kejelasan dari target-target baik itu mengenai cara maupun aturan untuk mencapainya.





Gambar 2.10 Tahapan mencapai sasaran dan target

2.25.2 Tahap – tahap Penerapan TPM

Dalam penerapan TPM ada 12 langkah yang harus dilaksanakan dimana keseluruhan langkah tersebut dibagi kedalam tiga tahap yaitu :

1. Tahap persiapan
2. Tahap Implementasi
3. Tahap Stabilisasi

Secara lebih mendalam penerapan dan prosedur dari TPM untuk memaksimalkan efektivitas peralatan tergantung pada masing-masing perusahaan. Setiap perusahaan harus mengembangkan rencana kegiatannya sendiri sesuai dengan keperluan dan variasi problem, metode produksi, tipe produksi, jenis peralatan dan kondisinya.

Secara umum sukses dari penerapan TPM dapat dilihat dari :

1. Meniadakan enam besar kerugian (six big losses) dari perbaikan efektifitas peralatan. Enam kerugian tersebut adalah :
 - Kerusakan alat
 - Kehilangan waktu karena setup dan pengaturan
 - Idle dan delay operasi
 - Penurunan kecepatan cacat produksi
 - Penurunan hasil selama setup
2. Program perawatan mandiri (Autonomus Maintenance)
3. Program rencana maintenance untuk bagian maintenance.
4. Peningkatan skill dalam pengoperasian dan perawatan kepala personil.
5. Memulai manajemen perawatan.

Hal ini merupakan titik tolak dari pemikiran bahwa :

- Untuk meningkatkan mutu diperlukan keandalan alat.
- Permasalahan tidak bisa hanya dilakukan dengan problem solver, tetapi harus ada antisipasi dari owner. Hal ini didukung dengan :
 - a. Adanya kesamaan dalam pengertian antara bagian produksi dengan maintenance.
 - b. Melibatkan pihak produksi untuk bekerja sama dalam hal perawatan.
- Merawat mesin akan lebih baik lagi jika dilakukan oleh operatornya sendiri.

2.25.3 Pelaksanaan 5S

Pelaksanaan 5S pada perusahaan ini sebetulnya sudah tercakup pada prinsip dasar tindakan yaitu pada panca-K (kebersihan diri, kebersihan lingkungan, kerapian penempatan kebersihan dan kebersihan moral) yang cakupannya lebih luas lagi dan merupakan salah satu dasar penerapan TPM.

Adapun penerapan langkah-langkah 5S, yaitu :

- a. Seiri (Ringkas)
- b. Seiton (Rapi)
- c. Seisho (Resik)
- d. Seiketsu (Rawat)
- e. Shisuke (Rajin)