

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 TINJAUAN TENTANG SISTEM PERAWATAN

Dalam usaha untuk dapat menggunakan fasilitas produksi agar dapat menjamin kontinuitas produksi dalam suatu pabrik, maka dibutuhkan adanya kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang meliputi kegiatan pengecekan dan perbaikan atau reparasi atas kerusakan-kerusakan yang ada, serta penyesuaian/penggantian *spare part* yang terdapat pada fasilitas produksi tersebut. Hal ini dilakukan dengan maksud agar pabrik dapat bekerja secara efisien dengan menekan atau mengurangi kemacetan-kemacetan mesin menjadi sekecil mungkin.

Dalam suatu perusahaan sering terlihat kurang diperhatikannya masalah pemeliharaan atau *maintenance*, sehingga terjadinya kegiatan pemeliharaan yang tidak teratur. Peranan yang penting dari kegiatan-kegiatan baru diingat setelah mesin-mesin yang dimiliki rusak dan tidak dapat berjalan sama sekali dan akan mengakibatkan kerugian di perusahaan itu sendiri.

##### 2.1.1 Pengertian dan Peranan Pemeliharaan

Pengertian pemeliharaan pada hakekatnya adalah kegiatan untuk merawat atau menjaga fasilitas produksi dan mengadakan perbaikan atau

penyesuaian/penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi yang efisien sesuai yang direncanakan serta menekan kemacetan-kemacetan fasilitas produksi sekecil mungkin. Jadi dengan adanya kegiatan pemeliharaan maka fasilitas/peralatan pabrik dapat dipergunakan untuk produksi sesuai dengan rencana, dan tidak mengalami kerusakan selama fasilitas/peralatan tersebut dipergunakan untuk proses produksi atau sebelum jangka waktu tertentu yang direncanakan tercapai (Sofjan Assauri, 1993, hal 123).

Pemeliharaan meliputi segala aktivitas yang terlibat dalam penjagaan peralatan sistem dalam aturan kerja (Barry Render & Jay Helzer, 2001, hal 524).

Pekerjaan yang paling mendasar dalam pemeliharaan adalah membersihkan peralatan dari debu maupun kotoran-kotoran lain yang dianggap tidak perlu, kemudian setelah pekerjaan mendasar itu selanjutnya adalah memeriksa bagian-bagian dari peralatan yang dianggap cukup kritis. Pemeriksaan ini perlu dilakukan secara teratur mengikuti suatu pola jadwal tertentu. Jadwal ini dibuat atas dasar pertimbangan-pertimbangan yang cukup mendalam antara lain:

1. Berdasarkan pengalaman yang lalu dalam suatu jenis pekerjaan yang sama diperoleh informasi mengenai selang waktu atau frekuensi untuk melakukan pemeriksaan seminimal mungkin dan seekonomis mungkin tanpa menimbulkan resiko yang berupa kerusakan pada unit *sparepart* yang bersangkutan.

2. Berdasarkan sifat operasinya yang dapat menimbulkan kerusakan setelah *spare part* beroperasi dalam selang waktu tertentu.
3. Berdasarkan rekomendasi dari pabrik pembuat *spare part* yang bersangkutan.

Pekerjaan selanjutnya adalah memperbaiki bila terdapat kerusakan-kerusakan pada bagian *spare part* sedemikian rupa sehingga kondisi *spare part* tersebut dapat mencapai standar semula dengan usaha dan biaya yang wajar.

Kriteria yang dipakai untuk menyatakan suatu peralatan rusak terdapat dua hal yang dapat dikemukakan ialah:

1. Alat rusak, jika alat tersebut tidak berfungsi lagi.
2. Alat rusak, jika alat tersebut tidak bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Tujuan utama fungsi pemeliharaan adalah:

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. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan

### 2.1.2 Jenis-Jenis Perawatan

Kegiatan perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu:

#### 1. *Preventive Maintenance*

*Preventive Maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan 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. Dengan demikian semua fasilitas produksi yang mendapatkan *preventive maintenance* akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap dipergunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. *Preventive maintenance* ini sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif di dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk dalam golongan kritis. Sebuah fasilitas atau peralatan produksi akan termasuk dalam golongan kritis apabila:

1. Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan atau keselamatan para pekerja.
2. Kerusakan fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
3. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
4. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut atau harga dari fasilitas ini adalah cukup besar atau mahal.

Apabila *preventive maintenance* dilaksanakan pada fasilitas-fasilitas atau peralatan yang termasuk dalam golongan kritis, maka tugas-tugas *maintenance* dapatlah dilakukan dengan suatu perencanaan yang intensif untuk unit yang bersangkutan, sehingga rencana produksi dapat dicapai dengan jumlah hasil produksi yang lebih besar dalam waktu yang relatif singkat. Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas: *Routine Maintenance* dan *Periodic Maintenance*.

a) *Routine Maintenance*

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. Sebagai contoh dari kegiatan *routine maintenance* adalah pembersihan fasilitas/peralatan, pelumasan (*lubrication*) atau pengecekan oli.

b) *Periodic Maintenance*

Adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periodik atau dalam jangka waktu tertentu, misalnya satu minggu sekali, lalu meningkat setiap sebulan sekali, dan akhirnya meningkat satu tahun sekali. *Periodic Maintenance* dapat dilakukan pula dengan memakai lamanya jam kerja mesin atau fasilitas produksi tersebut sebagai jadwal kegiatan, misalnya setiap seratus jam kerja mesin sekali dan seterusnya. Jadi sifat kegiatan *maintenance* ini tetap secara periodik atau berkala. Kegiatan periodik *maintenance* ini adalah jauh lebih berat daripada kegiatan *routine maintenance*. Sebagai contoh adalah pembongkaran

karburator ataupun alat-alat dibagian sistem aliran bahan bakar, penyetelan katup-katup pemasukan dan pembuangan silinder mesin.

### 2. *Corrective Maintenance*

Dengan *corrective maintenance* dimaksudkan adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

Kegiatan *corrective maintenance* yang dilakukan sering disebut dengan kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan *preventive maintenance* tetapi sampai pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan *maintenance* sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dahulu, baru kemudian diperbaiki. Maksud dari tindakan perbaikan ini adalah agar fasilitas atau peralatan tersebut dapat dipergunakan kembali dalam proses produksi, sehingga operasi atau proses produksi dapat berjalan lancar kembali. Biaya *corrective maintenance* lebih murah dari pada *preventive maintenance*, ini terjadi selama kerusakan belum terjadi pada fasilitas atau peralatan suatu proses produksi berlangsung. Tetapi sekali kerusakan terjadi pada fasilitas atau peralatan selama proses produksi berlangsung, maka akibat dari kebijaksanaan *corrective maintenance* akan jauh lebih parah dari *preventive maintenance*.

Yang termasuk *corrective maintenance* adalah: *Shut down* dan *break down maintenance*.

- a) *Shut down maintenance* adalah suatu pekerjaan pemeliharaan yang hanya dilakukan bila fasilitas atau alat yang bersangkutan sedang tidak bekerja.
- b) *Break down* adalah pekerjaan pemeliharaan yang dilakukan berdasarkan perencanaan sebelumnya atas suatu alat atau fasilitas yang diduga telah mengalami kerusakan.

Selain pemeliharaan terencana (*planned maintenance*) ada juga pemeliharaan tidak terencana (*unplanned maintenance*) yang salah satu jenisnya adalah:

*Emergency maintenance*: adalah perawatan yang tidak direncanakan yang bersifat perbaikan terhadap kerusakan yang tidak diduga sebelumnya. Pada kejadian *emergency maintenance*, kerusakan yang terjadi secara mendadak sulit diduga penyebabnya, sehingga untuk memperbaikinya perlu pemeriksaan terlebih dahulu.

**2.1.3 Kegiatan-kegiatan Pemeliharaan**

Semua fungsi atau kegiatan pemeliharaan dapat digolongkan ke dalam satu dari lima tugas pokok yang berikut:

**1. Inspeksi (*Inspection*)**

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana

serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan-laporan dari hasil pengecekan atau pemeriksaan tersebut. Maksud kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan pabrik selalu mempunyai peralatan/fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

## 2. Kegiatan Teknik (*Engineering*)

Kegiatan teknik meliputi kegiatan percobaan atas peralatan yang baru dibeli, dan kegiatan-kegiatan pengembangan peralatan atau komponen peralatan yang perlu diganti, serta melakukan penelitian-penelitian terhadap kemungkinan perkembangan tersebut.

## 3. Kegiatan Produksi

Kegiatan produksi ini merupakan kegiatan pemeliharaan yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan.

## 4. Pekerjaan Administrasi (*Clerical work*)

Pekerjaan administrasi merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan kegiatan pemeliharaan dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan pemeliharaan.

## 5. Pemeliharaan Bangunan (*House keeping*)

Kegiatan pemeliharaan bangunan merupakan kegiatan untuk menjaga agar bangunan gedung tetap terpelihara dan terjamin kebersihannya.

#### 2.1.4 Efisiensi Dalam Pemeliharaan

Dalam melaksanakan kegiatan pemeliharaan terdapat dua persoalan yang dihadapi oleh suatu perusahaan pabrik yaitu persoalan teknik dan persoalan ekonomis. Adapun yang merupakan persoalan teknis dalam hal ini adalah persoalan yang menyangkut usaha-usaha untuk menghilangkan kemungkinan-kemungkinan timbulnya kemacetan yang disebabkan karena kondisi fasilitas atau peralatan produksi yang tidak baik. Tujuan yang akan dicapai dalam mengatasi persoalan teknis ini adalah untuk dapat menjaga atau menjamin agar produksi pabrik dapat berjalan lancar. Adapun yang merupakan persoalan ekonomis dalam hal ini adalah persoalan yang menyangkut bagaimana usaha yang harus dilakukan supaya kegiatan pemeliharaan yang dibutuhkan secara teknis dapat efisien. Jadi dalam persoalan ekonomis yang ditekankan adalah efisiensi, dengan memperhatikan besarnya biaya yang terjadi, dan tindakan alternatif yang dipilih untuk dilaksanakan adalah yang menguntungkan perusahaan.

#### 2.2 KEANDALAN

Keandalan merupakan ukuran dari tingkat sukses *performance* suatu obyek, yaitu probabilitas suatu mesin atau alat yang tampil secara memuaskan dalam suatu periode waktu dan kondisi tertentu.

Suatu peralatan dikatakan dapat diandalkan apabila peralatan tersebut mempunyai mutu yang baik dan tahan lama. Apabila pengertian keandalan suatu perawatan dikaitkan dengan keadaan acak didalamnya, maka dalam

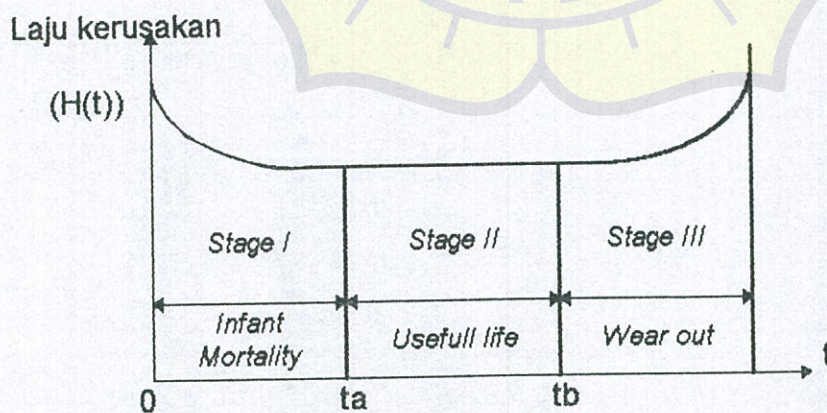
10

pengertian keandalan akan terkandung nilai kemungkinan sampai sejauh mana sistem itu dapat diandalkan.

Konsep keandalan timbul karena perkembangan teknologi modern. Hingga saat ini konsep keandalan banyak membantu dalam pemecahan masalah-masalah yang berhubungan dengan manajemen. Misalnya dalam suatu industri, apabila manajemen dapat memperkirakan tingkat keandalan peralatan, maka dapat diketahui kapan sebaiknya dilakukan penggantian komponen tersebut, disamping itu konsep keandalan juga dipergunakan untuk mengatasi masalah persediaan suku cadang.

### 2.2.1 Kurva Laju Kerusakan Sesaat (Kurva *Bath-Tub*)

Kurva *Bath-Tub* adalah kurva yang menunjukkan pola laju kerusakan sesaat yang umum bagi suatu item. Pada kebanyakan kasus laju kerusakan suatu item berubah-ubah seiring dengan bertambahnya waktu, maka kurva pada gambar berikut digunakan untuk menyatakan laju kerusakan sesaat produk.



Gambar 2.1 Kurva kerusakan *Bath-Tub*

(Sumber: Jardine, 1973, hal 22)

Kurva ini terdiri atas tiga daerah dengan pola laju kerusakan yang berbeda yaitu:

1. Daerah I: Fasa kerusakan awal

Dalam fasa ini laju kerusakan sesaat item terus menurun, yang diawali dengan tingkat kerusakan sesaat yang cukup tinggi pada saat awal operasi ( $t_0$ ) dan terus menurun sampai mencapai saat ( $t_a$ ). Beberapa alasan yang menyebabkan terjadinya fasa kerusakan awal adalah:

- a. Pengendalian kualitas tidak memadai
- b. Metode *manufacturing* yang tidak memadai
- c. Performansi material dan tenaga kerja dibawah standar
- d. Kesalahan pemasangan dan *set up*
- e. Kesulitan manusia dan pemrosesan

2. Daerah II: Fasa kegunaan umur pakai

Daerah ini ditandai dengan laju kerusakan sesaat yang konstan. Hal ini berarti bahwa laju kerusakan sesaat tidak akan bertambah walaupun umur peralatan terus bertambah sampai saat  $t_b$ , dan probabilitas rusak alat pada setiap saat adalah sama. Akibatnya adalah kerusakan mendadak yang merupakan keadaan diluar kebiasaan, sehingga dikenal dengan kerusakan acak. Beberapa alasan penyebab timbulnya kerusakan pada fasa ini adalah:

- a. Kerusakan yang tidak dapat dijelaskan penyebabnya
- b. Kesalahan manusia dan kerusakan alamiah
- c. Kerusakan cacat yang tidak terdeteksi

### 3. Daerah III: Fasa pengoperasian melebihi umur pakai

Dalam daerah *wear out*, laju kerusakan sesaat mulai terus bertambah dari  $t_b$ . Peningkatan ini menunjukkan akhir dari umur pakai item mulai akan dipertanyakan saat terjadinya sejalan dengan semakin memburuknya kondisi item. Bila suatu alat telah memasuki fasa ini, sebaiknya dilakukan perawatan untuk mengurangi probabilitas rusak yang lebih fatal pada masa mendatang. Beberapa penyebab kerusakan pada fasa ini adalah:

- a. Perawatan yang tidak memadai
- b. Kelelahan karena aus akibat pemakaian
- c. Kelelahan karena umur pakai
- d. Kesalahan *overhaul*

Dari gambar kurva *bath-tub* apabila dibandingkan dengan gambar fungsi-fungsi distribusi yang sering digunakan akan terlihat bahwa:

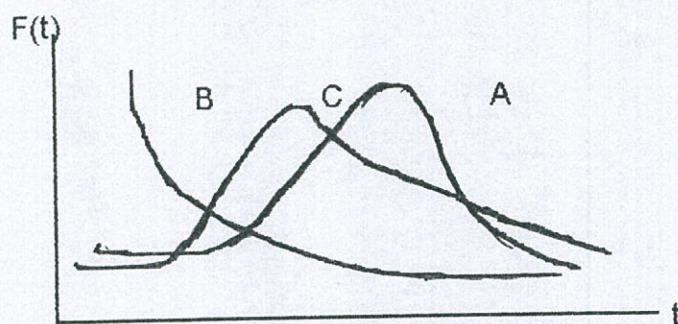
1. Daerah I dipenuhi oleh distribusi weibull
2. Daerah II dipenuhi oleh distribusi weibull dan eksponensial
3. Daerah III dipenuhi oleh distribusi weibull dan normal

Dari ketiga fasa diatas, maka distribusi weibull adalah distribusi yang paling sesuai untuk pengujian distribusi kerusakan karena telah memenuhi dari ketiga fasa tersebut.

## 2.2.2 Distribusi Waktu Kerusakan

Dalam masalah pemeliharaan, bentuk distribusi waktu kerusakan biasanya mengikuti suatu pola distribusi tertentu, yang mana distribusi tersebut dapat memperlihatkan frekuensi kemampuan (*performance*) mesin terhadap waktu operasinya. Distribusi waktu kerusakan biasanya dikembangkan dari suatu distribusi waktu mesin berjalan (*running time*) sebelum mengalami kerusakan dan inipun tergantung pada keadaan peralatan tersebut.

Pada umumnya, dalam teori keandalan dipakai variabel acak kontinyu seperti waktu, jarak, putaran, dan temperatur. Jika variabel acak yang digunakan adalah diskrit, maka laju kegagalannya tidak dapat ditentukan. Distribusi variabel acak kontinyu yang sering dijumpai dalam analisis kerusakan suatu mesin adalah distribusi normal, distribusi eksponensial, distribusi weibull. Dalam prakteknya distribusi waktu kerusakan (*breakdown time distribution*) dapat didekati dengan distribusi-distribusi standard. Distribusi-distribusi standard yang sering digunakan diantaranya adalah: distribusi eksponensial, distribusi weibull, distribusi normal, distribusi hyper-eksponensial.



- a. distribusi normal
- b. distribusi eksponensial
- c. distribusi weibull

Gambar 2.2 Beberapa bentuk distribusi kerusakan mesin

## **2.3 TEKNIK PENAKSIRAN FUNGSI KEANDALAN**

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

### **2.3.1 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. 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.

### **2.3.2 Metode Non Parametrik**

Penaksiran fungsi keandalan dari umur percontohan acak dapat dilakukan dengan pendekatan yang menganggap bahwa variabel acak adalah waktu terjadinya kerusakan atau waktu antar kerusakan. Pada waktu setiap kerusakan yang terjadi, diharapkan persentasi dari yang tetap beroperasi dapat diketahui. Pendekatan ini disebut metode harga rata-rata.

Pendekatan penaksiran harga  $R(t)$  dapat dinyatakan:

$$R(t_i) = \frac{N - i + 1}{N + 1}, \quad i = 1, 2, \dots, N$$

dimana:

$i$  = terjadinya kerusakan ke- $i$

$t_i$  = waktu terjadinya kerusakan ke- $i$  ( $t_i$  disusun dari nilai terkecil ke nilai terbesar)

Prosedur tersebut dapat digunakan untuk menyatakan fungsi keandalan yang cukup teliti, karena ekuivalen jika berhubungan dengan ukuran sampel yang besar.

Pendekatan yang lain adalah metode harga tengah atau median. Metode ini paling cocok untuk penelitian dengan sampel yang kecil, data tidak lengkap, atau distribusi kerusakannya tidak simetris. Penyusunan data mulai dari nilai terkecil ke nilai terbesar dan penaksiran fungsi keandalannya adalah:

$$R(t_i) = \frac{n - i + 0,7}{n + 0,4}$$

dimana  $n$ : jumlah pengamatan

Metode harga tengah ini digunakan untuk menaksir harga parameter pada distribusi weibull.

Penentuan parameter-parameter pada distribusi weibull yang disesuaikan dengan penaksiran fungsi keandalannya adalah dengan metode linier regresi, dengan rumus:

$$b = \frac{N \cdot \sum X_i Y_i - (\sum X_i) (\sum Y_i)}{N \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$a = \frac{(\sum X_i^2) - (\sum Y_i) - (\sum X_i) (\sum X_i Y_i)}{N \cdot \sum X_i - (\sum X_i)^2}$$

dimana:

$$X_i = \ln t_i$$

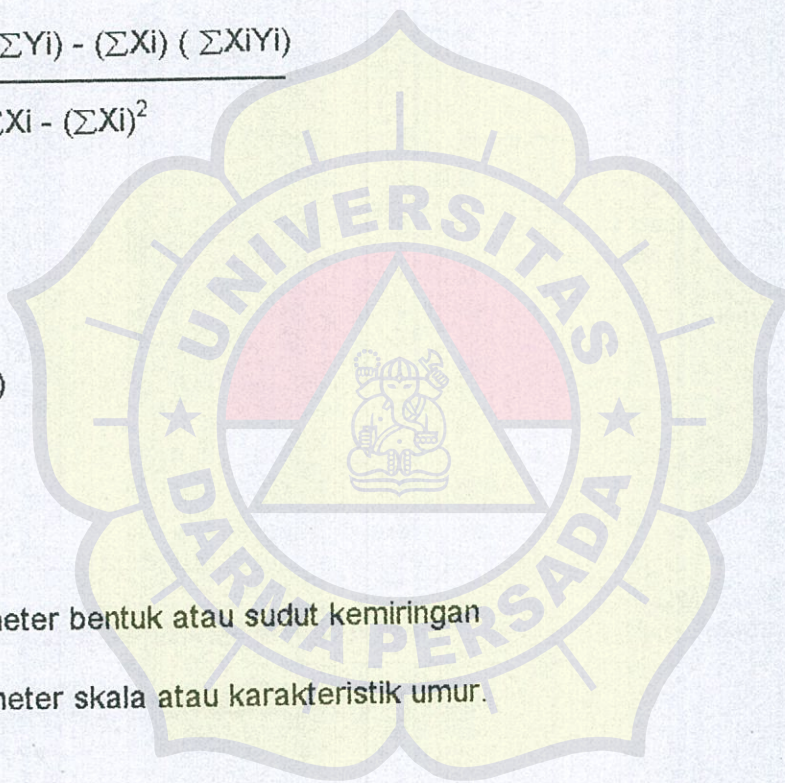
$$Y_i = \ln (-\ln 1/R(t))$$

$$\beta = b$$

$$\alpha = \exp^{-a/b}$$

$\beta$  adalah parameter bentuk atau sudut kemiringan

$\alpha$  adalah parameter skala atau karakteristik umur.



## 2.4 ORGANISASI PEMELIHARAAN

Di dalam pengembangan suatu organisasi untuk diterapkan pada teknik pemeliharaan mesin, sebaiknya suatu hal yang kiranya perlu untuk dijadikan falsafah bahwa takkan terdapat satu-satunya organisasi yang terbaik yang bisa dipakai dalam semua persoalan. Ada beberapa prinsip dasar untuk dipakai sedemikian di dalam memantapkan organisasi dalam rangka mengefektifkan aktivitas kelompok. Beberapa konsep dari organisasi yang baik harus didasari pemikiran:

- a) Adanya deskripsi kerja yang jelas dan hindari tumpang tindih, hal ini perlu untuk menghindari konflik-konflik.
- b) Konsistensi kekuasaan, dalam hubungan ini hindari asisten yang terlampau banyak dengan tanpa tugas yang jelas.
- c) Batasi banyaknya orang dalam kepengawasan.
- d) Kejelasan personal yang terlibat di dalam organisasi.

Dua kekuatan pokok yang ada di dalam organisasi pemeliharaan mesin, yaitu:

- 1) Susunan umum organisasi pemeliharaan.
- 2) Siapa-siapa yang terlibat di dalam organisasi tersebut.

Tujuan utama dari pemeliharaan juga menyangkut semua dari pengawasan, reparasi, *overhaul* dan mengkonstruksi untuk menciptakan kondisi siap operasi dari suatu mesin. Pekerjaan-pekerjaannya terdiri dari fungsi perencanaan pemeliharaan dan perancangan bagian-bagian mesin yang perlu dipengaruhi atau diganti.

Lebih dari itu semua aktivitas ini dilaporkan kepada manajemen yang lebih tinggi.

Dalam industri manufaktur, fungsi pemeliharaan biasanya merupakan tanggung jawab sampingan dari direktur pabrik ataupun manajer produksi, manajer produksi mungkin dibantu oleh mandor pelaksana pemeliharaan. Tetapi dalam kondisi ini pekerjaan pemeliharaan jarang direncanakan dan sering dilakukan berdasar keadaan darurat (*emergency*), dan tim pemeliharaan bekerja dari satu krisis ke krisis berikutnya dengan cara yang terbiasa.

Tentu saja, besar kecilnya perusahaan sangat mempengaruhi struktur organisasi yang dipakai. Jika suatu perusahaan berkembang, strukturnya harus berubah untuk menampung perubahan yang diperlukan oleh manajemen. Manajer pemeliharaan harus bertanggung jawab terhadap lima fungsi pokok:

1. Pemeliharaan pabrik, melaksanakan seluruh aktivitas.
2. Perencanaan dan pengendalian pemeliharaan, yang meliputi pengendalian biaya dan penganggarnya, yang dalam melaksanakan fungsi ini ia dibantu oleh pengendali pemeliharaan terencana.
3. Pelayanan umum bagi pabrik, yang meliputi distribusi segala persediaan bahan bakar dan daya ke seluruh bagian pabrik, misalnya listrik, minyak, gas, udara, ventilasi air, dan lain-lain.

## 2.5 PELATIHAN

Faktor yang harus dipertimbangkan dalam persiapan tenaga kerja menyangkut dua hal yaitu jumlah dan kemampuan yang dimiliki. Menghitung jumlah tenaga kerja yang diperlukan merupakan hal yang tidak sulit, kita tinggal mengacu pada program tahunan, kemudian menghitung jam kerja yang diperlukan dan membaginya dalam jam kerja perorang dalam sehari. Tenaga kerja yang dimiliki perusahaan sebenarnya merupakan aset yang tinggi nilainya, sehingga untuk meningkatkan kemampuan karyawannya setiap perusahaan senantiasa mengadakan pelatihan secara sistematis. Pelatihan yang terorganisasi dengan baik akan menghasilkan pekerja yang berkualitas dan dapat diandalkan. Dengan pelatihan akan membantu personil untuk mengenal apa yang seharusnya dipelajari sehingga arah kemampuan yang harus dikuasainya sesuai dengan bidang pekerjaannya.

## 2.6 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

Dalam perkembangan kegiatan pemeliharaan yang semakin maju, banyak sekali konsep-konsep pemeliharaan yang diterapkan, salah satunya adalah TPM dimana konsep ini berusaha untuk mengoptimalkan usaha pemeliharaan sehingga hasil yang diinginkan dapat optimal pula.

### 2.6.1 Sejarah TPM

Perusahaan pertama yang memperkenalkan pentingnya peningkatan pemeliharaan adalah Nippondenso, yang juga mendirikan sistem manajemen pemeliharaan bersama dengan orang-orang dari *Japan Institute of Plant Maintenance*, sistem inilah yang membentuk TPM.

TPM berkembang pesat pada bidang industri fabrikasi dan perakitan dan secara luas digunakan oleh perusahaan-perusahaan seperti mobil, fabrikasi listrik, dan lain-lain. TPM juga sudah dikenal di industri proses seperti baja, makanan, logam, gas, semen. Ada tiga alasan utama mengapa TPM berkembang cepat di industri-industri di Jepang yaitu: TPM memberikan hasil yang memuaskan, TPM merubah sebuah perusahaan secara keseluruhan kearah yang lebih baik, TPM memberikan sesuatu untuk maju kedepan.

### **2.6.2 Filosofi TPM**

Filosofi dari TPM adalah memperbaiki orang (pekerja), memperbaiki peralatan industri (mesin), memperbaiki perusahaan secara keseluruhan (Tokutaro Suzuki, 1992, hal 17).

#### ***Memperbaiki orang (pekerja)***

Salah satu tujuan TPM adalah memperbaiki orang (pekerja). Sebelum adanya manajemen pemeliharaan, pekerja pabrik selalu mengawasi peralatan mereka secara konstan, memeriksa kondisi peralatan serta mencari ketidak normalan yang terjadi pada mesin, kebiasaan ini hampir hilang dengan diperkenalkannya manajemen pemeliharaan. Ide yang berkembang selama ini yaitu masalah pemeliharaan dapat ditangani oleh departemen pemeliharaan sepenuhnya. Sebagai hasilnya kebudayaan "*run it, you fix it*" menjadi berkembang, maka TPM berusaha untuk memperbaiki hal tersebut.

### ***Memperbaiki peralatan***

Konsep dasar TPM yang kedua adalah memperbaiki peralatan atau mesin. Hal ini berarti memperbaiki karakter peralatan dengan tujuan menghilangkan kerugian pada peralatan. Pada industri fabrikasi dan perakitan kerugian ini lebih dikenal dengan 6 kerugian besar (*six big losses*), yang terdiri dari: kerusakan alat, kehilangan waktu karena *set up* dan pengaturan, *idle* dan *delay* operasi, cacat produksi, penurunan hasil. Maka TPM berusaha menghilangkan kerugian tersebut dengan perbaikan pada peralatan.

### ***Memperbaiki perusahaan***

Pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*), sistem pemeliharaan merupakan pelaksanaan untuk menerapkan tujuan dasar TPM dan semua kegiatan tersebut membantu untuk menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan menyenangkan.

### **2.6.3 Pengertian dan Tujuan TPM**

*Total Productive Maintenance* (TPM) adalah suatu pendekatan untuk mengatur harta fisik (peralatan atau mesin) dengan mengutamakan pentingnya keterlibatan operator dalam rangka memberikan keandalan pada peralatan atau mesin (John Dixon Campbell, 1995, hal 123).

Manajemen selalu melibatkan operator untuk menghasilkan produk, selain itu orang tersebut juga harus bertanggung jawab pada kualitas produk. Beberapa faktor berpengaruh pada seberapa baik yang akan dicapai, termasuk cara dimana tempat kerja diorganisir sebaik keefektifan

peralatan. Ketika beberapa orang terlibat, kualitas produk tergantung pada tim kerja.

*Total Productive maintenance* (TPM) didesain untuk memaksimalkan efektivitas dari peralatan dengan menerapkan pemeliharaan secara komprehensif terhadap mesin sepanjang masa pakainya. TPM yang bersifat "*company wide*" melibatkan operator dalam kegiatan pemeliharaan (Seiji Tsuchiya, 1992, hal 4). Pada jenis pemeliharaan lainnya operator tidak dilibatkan untuk melakukan kegiatan pemeliharaan padahal operator adalah orang yang paling mengerti tentang kondisi mesin yang ditanganinya. Oleh karena itu operator harus mempunyai tanggung jawab dan rasa memiliki terhadap peralatan yang mereka jalankan sehingga mereka ikut menjaga dan memeliharanya.

Dalam pengertiannya TPM meningkatkan segala aspek yang mendukung pemeliharaan agar total pemeliharaan yang dicapai dapat optimal, seperti:

- a) *Total effectiveness*, yaitu menunjukkan bahwa TPM bertujuan untuk efisiensi ekonomi dan untuk mencapai keuntungan. Dalam menerapkan TPM maka efektivitas dalam melakukan setiap tahap kegiatan dan juga dalam pengoperasian mesin menjadi sangat efektif karena seluruh kegiatan sebelumnya sudah direncanakan dan diatur sedemikian rupa.
- b) *Total preventive maintenance*, yaitu dalam sistem pemeliharaan TPM mempunyai prinsip-prinsip yang harus dilakukan setiap pekerja dan mempunyai langkah-langkah untuk mengatasi permasalahan pemeliharaan seperti pemeliharaan perbaikan dan pemeliharaan

pengecehan dimana sistem yang diterapkan mengacu pada upaya meningkatkan mampu pelihara pada mesin dan peralatan.

- c) *Total participation*, bahwa dalam TPM kegiatannya mengikutsertakan seluruh jajaran pada setiap level mulai dari manajemen puncak sampai operator.

Tujuan TPM:

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

Dari definisi TPM secara menyeluruh meliputi lima elemen, yaitu:

- a) TPM mempunyai sasaran untuk meningkatkan efektivitas peralatan (*Overall Effectiveness*).
- b) TPM menetapkan suatu sistem yang berdasarkan dari *preventive maintenance* peralatan secara berkesinambungan.
- c) TPM dilaksanakan oleh berbagai departemen.
- d) TPM menyertakan setiap karyawan, dari manajemen puncak sampai pekerja bawahan.

- e) TPM didasari atas pengenalan melalui *preventive maintenance* melalui manajemen motivasi: kemandirian kegiatan kelompok kecil (*autonomous small activities*).

Sasaran atau target dari semua kegiatan *improvement* dalam suatu pabrik adalah untuk meningkatkan produktivitas dengan cara mengurangi *input* dan memperbesar *output*. Hubungan antara *input* dan *output* dapat digambarkan sebagai berikut:

Input Output	Money			Management Method
	Man	Machine	Material	
Production (P)				Production control
Quality (Q)				Quality control
Cost (C)				Cost control
Delivery (D)				Delivery control
Safety				Safety and pollution control
Morale (M)				Human relation
Method	Man Power Allocation	Plant Engineering & Maintenance	Inventory Control	Output ----- = Productivity Input

Gambar 2.3 Hubungan *input* dengan *output* dalam aktivitas produksi

TPM membuat operator dan grupnya menemukan tujuan utama yaitu produk yang berkualitas. TPM didasari oleh 3 prinsip:

1. *Maintenance engineering*, peralatan dan mesin untuk tujuan tertentu menjadi sangat kompleks dengan desain tertentu. *Maintenance engineering* (teknik pemeliharaan) merupakan sub unit dari bagian

teknik umum, yang mengatur peralatan dari perencanaan asset melalui desain dan konstruksi, pengoperasian serta pemeliharaan. Beberapa karakteristik teknis kegiatan proaktif dari teknik pemeliharaan yaitu:

- a) Pemeliharaan terencana (preventif)
- b) Pemeliharaan produktif dan pengurangan biaya memaksimalkan performansi peralatan melalui perbaikan reliabilitas dan maintainabilitas, analisis kegagalan.
- c) Pemeliharaan prediktif mengurangi pemeliharaan tetap dan mengandalkan kondisi peralatan untuk menentukan kegiatan pemeliharaan.
- d) Manajemen data peralatan: konfigurasi peralatan, *bill of materials*.
- e) *Life cycle costing*: biaya lengkap peralatan dari desain dan spesifikasi melalui konstruksi sampai pengoperasian.

2. *Total Quality Management* (TQM), konsep kualitas total yang diadopsi dari manufaktur Jepang untuk memperbaiki pandangan umum tentang produk. Dalam kegiatan ini semua karyawan berkontribusi perbaikan pada kualitas produk pada setiap proses. Grup kecil karyawan di bagian produksi, *marketing*, akunting, sistem informasi, staf dan departemen lain menggunakan identifikasi masalah dan peralatan untuk mencapai kualitas terbaik. Tujuan utama dari TQM adalah cacat nihil (*zero defect*). Tipe manajemen dari TQM adalah partisipasi, kepercayaan dan fokus pada masalah perbaikan dan kecacatan pada produk.

3. *Just In Time* (JIT), mempunyai tujuan menghilangkan semua yang tidak berguna seperti dalam hal waktu, buruh (tenaga kerja), material,

persediaan (*inventory*), dan lain-lain. Konsep dasar JIT adalah pengurangan waktu siklus, fokus pada waktu proses dan mengurangi waktu pada proses yang berpengaruh pada pengurangan persediaan, waktu siklus, dan lain-lain.

#### 2.6.4 TPM Pada Industri

TPM sangat berpengaruh pada industri proses, diantaranya:

##### A. Peningkatan kualitas dan diversifikasi produk

Saat ini adalah masa diversifikasi pasar dimana keinginan konsumen berubah setiap waktu. Hal ini menghasilkan umur produk yang pendek, dan peningkatan kebutuhan produk.

Maka departemen produksi menunjukkan kemajuan pesat untuk mengatasi keinginan pasar terhadap produk baru dengan kualitas yang lebih baik. Semua ini berarti aktivitas tertentu dibentuk untuk meningkatkan kualitas sangatlah diperlukan.

##### B. Kecanggihan peralatan

Industri proses selalu melibatkan sedikit manusia pada setiap kegiatan operasi dan hal ini semakin menjadi ciri dari otomatisasi pada proses produksi dan meningkatkan penggunaan komputer. Hasilnya, ada kebutuhan penting untuk membangun manusia agar mampu memelihara peralatan.

#### 2.6.5 Fungsi TPM Pada Industri Proses :

Fungsi TPM pada industri proses adalah untuk memperkenalkan TPM sebagai aktivitas baru yang akan menjadi sangat kuat. TPM sangat

perubahan pada sistem pemeliharaan yang lemah sehingga mengakibatkan keburukan pada semua item.

### 2.6.6 Syarat Penerapan TPM

Sebagai suatu sistem yang baru, penerapan 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 bisa diterima.

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 memaksimalkan keefektifan dalam pengoperasian peralatan. Kemudian dengan lingkungan kerja yang harmonis akan mendukung program kerja penerapan TPM.

Tujuan utama penerapan TPM pada sebuah perusahaan adalah dicapainya kerusakan nihil (*zero breakdown*) dan cacat nihil (*zero defect*) yang dapat ditempuh dengan melaksanakan program-program pada TPM.

Keuntungan dari penerapan TPM ini adalah:

- a) Terjadinya pembaharuan dalam sikap pada operator dan seluruh pekerja dalam hal pemeliharaan dan juga meningkatkan keahlian pekerja.
- b) Meningkatkan kemampuan mesin dan teknologi
- c) Membuat sistem yang efisien.

### 2.6.7 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

Penerapan dan prosedur 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. Metodologi dasar dari implementasi TPM dapat terlihat seperti pada tabel 2.1,

	I. Stabilitas Jarak Waktu Kerusakan (MTBF)	II. Memperpanjang Umur Peralatan	III. Memperbaiki/Memulihkan Kemunduran secara Periodik	IV. Meperkirakan Umur Peralatan
<b>Autonomous maintenance (Operator)</b>	Mempercepat pemulihan kemunduran/kerusakan yang terjadi dengan pembersihan, pelumasan dan pengencangan, serta memeriksa cacat nyata.	Mempelajari tentang mekanisme dan fungsi peralatan; meningkatkan keterampilan	Melaksanakan pemeriksaan mandiri; mengatur area kerja	Mengatur operasi dan peralatan yang digunakan sehari-hari; periksa secara teratur, laksanakan perbaikan kecil dan penggantian
<b>Equipment Improvement</b>	Pencegahan terjadinya kerusakan dengan perbaikan pada: a) Sumber kontaminasi kontrol b) Utamakan pembersihan, pemeriksaan dan pelumasan	a) Periksa kelemahan desain dan fabrikasi b) Pencegahan terhadap operasi dan perbaikan yang salah c) Eliminasi kegagalan (kerusakan) d) Perbaiki <i>maintanability</i> dan kemampuan operasi		a) Perpanjang umur dengan menggunakan material dan teknologi baru b) Pelajari teknik analisis kegagalan terbaru.
<b>Planned Maintenance</b>	a) Mempersiapkan data peralatan b) Membantu operator untuk melakukan inspeksi harian dan standar pelumasan c) Memperkenalkan kontrol visual d) Mengklarifikasi kondisi operasi, hubungkan dengan kondisi yang digunakan	a) Urutkan kegagalan/kerusakan, prioritaskan pekerjaan <i>planned maintenance</i> b) Standarisasi aktivitas pemeliharaan rutin c) Buat data sistem manajemen untuk memonitor kerusakan, peralatan, <i>spare part</i> , dan biaya.	a) Perkirakan umur dan pelajari tanda awal dari keburukan/kemunduran b) Atur standar untuk inspeksi periodik dan penggantian komponen c) Perbaiki efisiensi dari inspeksi terencana, pekerjaan pemeliharaan dan perbaiki kontrol dari data komponen-komponen	a) Gunakan teknik monitor <i>condition based</i> untuk memprediksi umur peralatan b) Lakukan perbaikan periodik berdasarkan umur yang telah diprediksi
<b>Quality maintenance</b>	Klarifikasi hubungan antara kualitas dan metode manusia, material dan metode		Membangun dan menjaga kondisi kontrol terhadap peralatan	Membangun kontrol <i>quality maintenance</i> pada tahap perencanaan
<b>Maintenance Prevention</b>	Definisikan persyaratan data sistem dan mulai memperbaiki dokumentasi peralatan	Memasukan data dari perbaikan peralatan sekarang kedalam spesifikasi desain peralatan yang baru		

Tabel 2.1 Implementasi TPM

## 2.7 PEMELIHARAAN KUALITAS (*QUALITY MAINTENANCE*)

Perusahaan dalam mencapai kualitas tidak dengan mengecek atau memeriksa hasil atau cacatnya, tetapi dengan menjamin bahwa tidak ada cacat yang dihasilkan pada setiap prosesnya.

### 2.7.1 Pengertian Mutu/Kualitas

Sasaran dalam pemeliharaan kualitas adalah mutu atau kualitas yang baik, sebelum membahas mengenai pemeliharaan kualitas sebaiknya diketahui apa arti dari mutu itu sendiri.

Mengenai arti mutu dapat berbeda-beda tergantung dari rangkaian perkataan atau kalimat dimana istilah mutu ini dipakai, dan orang-orang yang mempergunakannya. Dalam perusahaan pabrik, istilah mutu diartikan sebagai faktor-faktor yang terdapat dalam suatu barang/hasil yang menyebabkan barang/hasil tersebut sesuai dengan tujuan untuk apa barang/hasil itu dimaksudkan atau dibutuhkan (Sofyan Assauri, 1995, hal 267).

Pengertian mutu seperti yang disebutkan di atas menimbulkan persoalan, yaitu siapakah yang akan menentukan atau mendefinisikan tujuan untuk apa hasil tersebut dimaksudkan. Dalam banyak hal, pembeli atau konsumenlah yang membuat keputusan terakhir tentang tujuan untuk apa hasil tersebut dimaksudkan.

### 2.7.2 Arti dan Tujuan Pengawasan Mutu

Pengawasan mutu adalah kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu (standar) dapat tercermin dalam hasil akhir.

Dengan perkataan lain pengawasan mutu merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.

Maksud dan tujuan pengawasan mutu:

- 1) Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar mutu yang telah ditetapkan.
- 2) Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
- 3) Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
- 4) Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

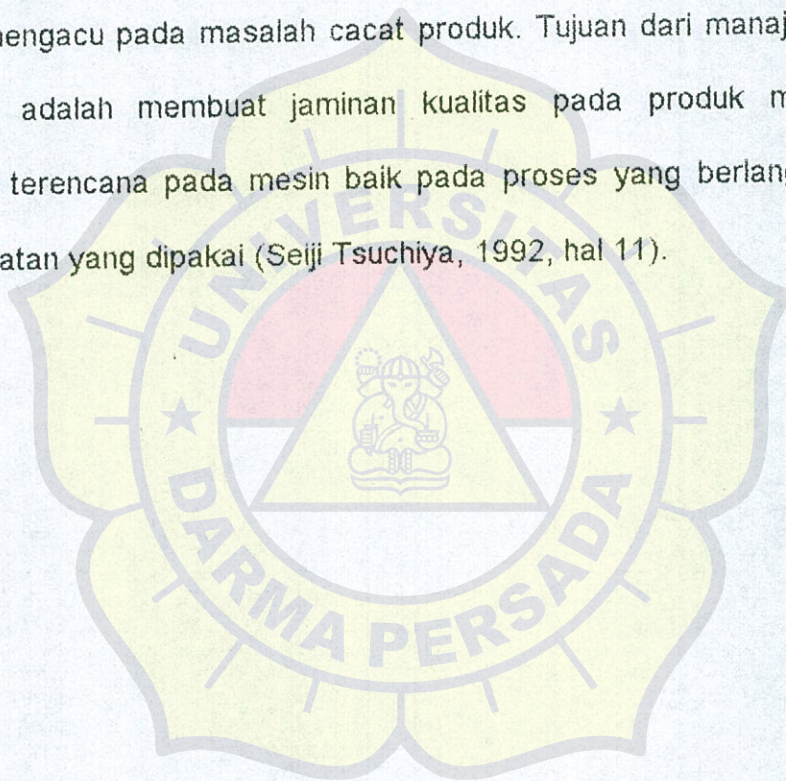
### 2.7.3 Manajemen MQP (*Machine, Quality and People*)

Pemeliharaan kualitas dikenal juga sebagai manajemen MQP yaitu pemeliharaan yang mengatur tentang mesin, kualitas dan orang-orang yang ada didalamnya (Tsuchiya Seiji, 1992, hal 11).

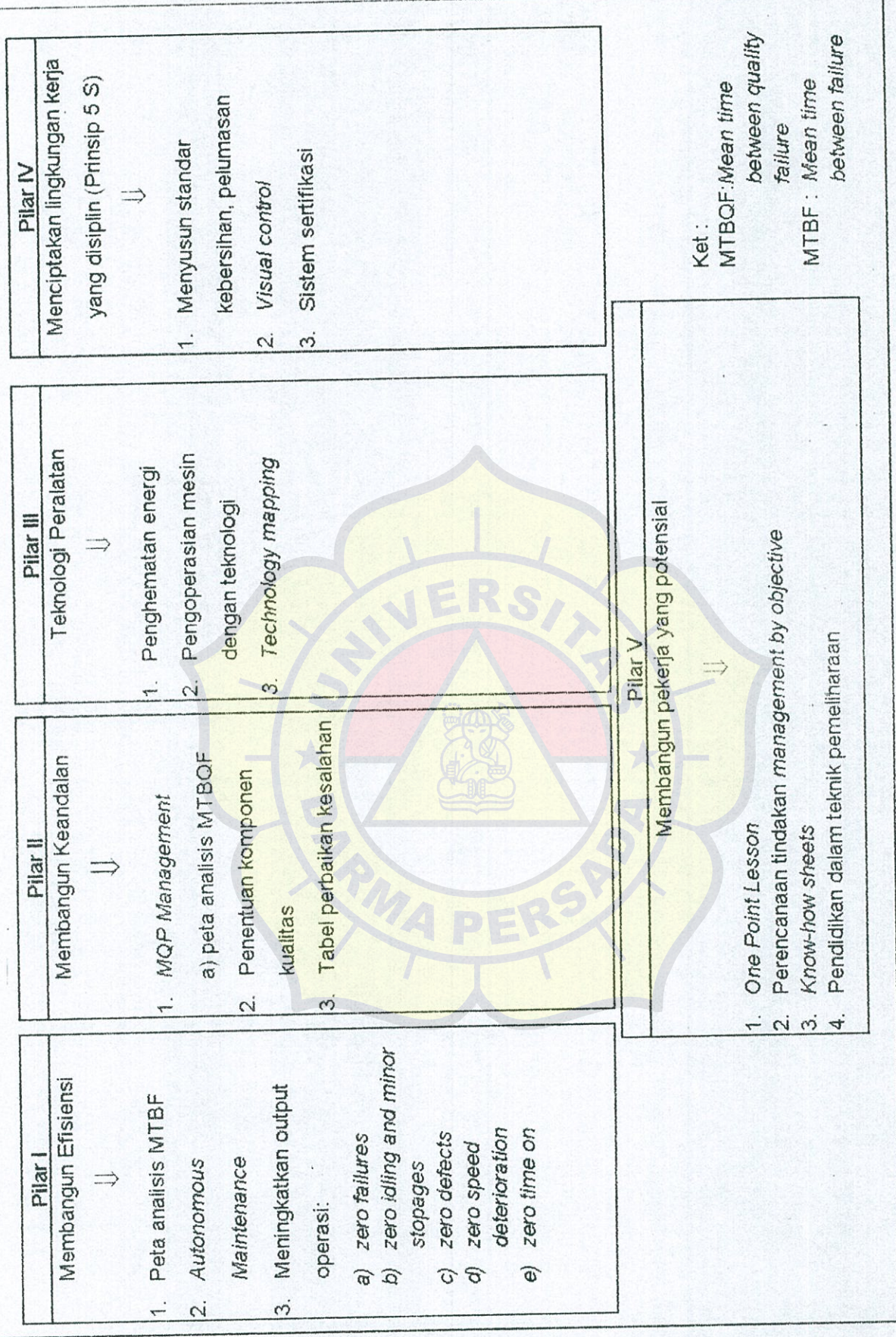
Pemeliharaan kualitas adalah suatu metode khusus yang membangun kualitas melalui proses dan peralatan (Tokutaro Suzuki, 1992, hal 86).

Pemeliharaan Kualitas (manajemen MQP) adalah kegiatan mengklarifikasi hubungan antara kualitas dan peralatan, manusia, material, metode (John Dixon Campbell, 1995, hal 132).

Manajemen MQP merupakan salah satu pilar dari TPM seperti pada gambar 2.4, dan penerapannya mengutamakan kualitas pada produk dengan menggunakan analisa dan catatan-catatan pemeliharaan pada mesin yang mengacu pada masalah cacat produk. Tujuan dari manajemen MQP sendiri adalah membuat jaminan kualitas pada produk melalui pemeliharaan terencana pada mesin baik pada proses yang berlangsung maupun peralatan yang dipakai (Seiji Tsuchiya, 1992, hal 11).



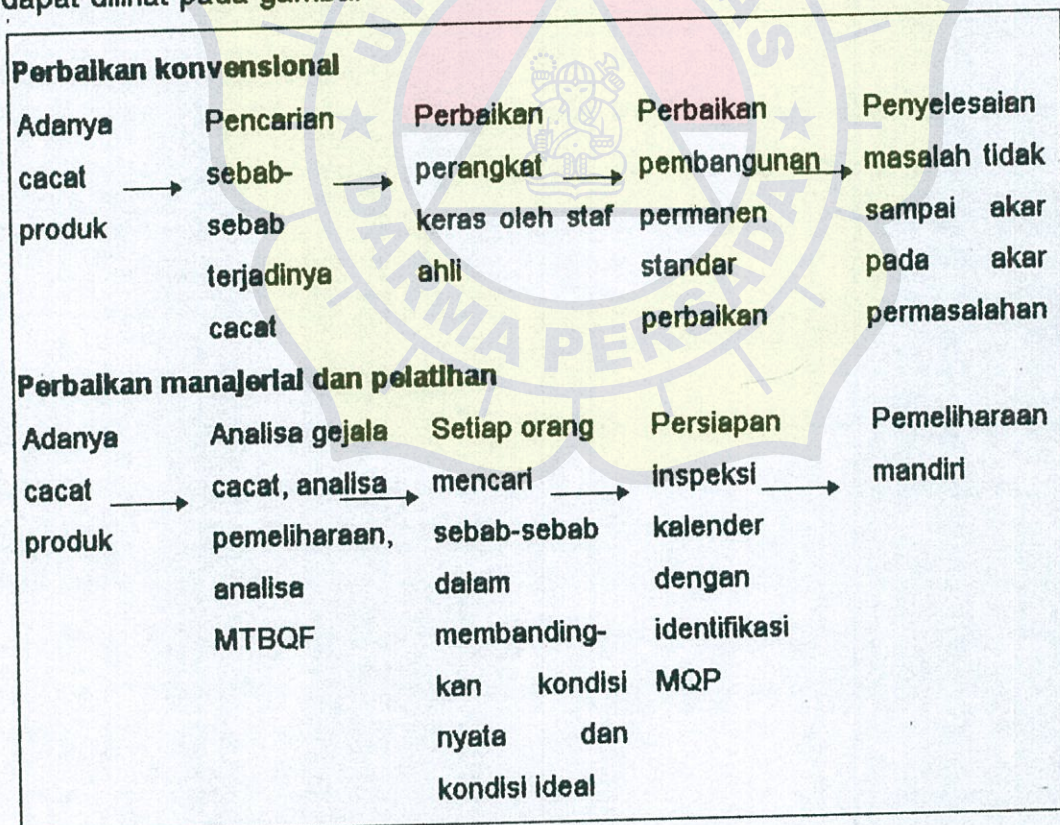
PILAR TPM



Gambar 2.4 Pilar TPM

### 2.7.4 Persiapan Penerapan Manajemen MQP

Untuk menerapkan manajemen MQP dengan baik harus dilaksanakan terlebih dahulu persiapan-persiapan guna tercapai hasil yang optimal. Pada tahap persiapan dibuat suatu organisasi untuk memperkenalkan dan mengawasi berjalannya penerapan pemeliharaan kualitas agar berjalan dan berfungsi sebagaimana mestinya, dan dibentuk sebuah tim yang akan melaksanakan tahap-tahap penerapan pemeliharaan dan juga pemeliharaan mandiri (*autonomous maintenance*) dimana pemeliharaan mandiri merupakan suatu kondisi dasar agar penerapan pemeliharaan kualitas dapat mencapai target yang diinginkan. Manajemen MQP merupakan *improvement* dari sistem konvensional yang telah ada, perbedaannya dapat dilihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Perbedaan pemeliharaan konvensional dan manajerial

### 2.7.5 Penerapan Manajemen MQP

#### **Langkah 1. Menganalisa dan menguji kondisi dari cacat kualitas produk.**

Menganalisa dan menguji keadaan sekarang dengan mengetahui jenis cacat yang terjadi dan berapa banyak jumlahnya serta proses penanganan cacat yang harus dilakukan lebih dahulu.

Kemudian perjelas hubungan antara kualitas yang diinginkan dan kontrol karakteristik dan plot ke dalam *chart* atau matrik proses cacat produk.

Jika topik sudah dipilih selanjutnya topik tersebut dianalisa dan dipelajari secara mendalam, melalui pengamatan secara langsung maupun melalui data-data seperti data cacat produk, perintah kerja, standar kerja, dan kalender pemeliharaan.

#### **Langkah 2 Membuat tabel analisa Mean Time between Quality Fallure (MTBQF)**

Tujuan langkah ini adalah untuk mengidentifikasi kecenderungan yang terjadi dari kejadian cacat produk dengan menggunakan data beberapa bulan sebelumnya dan mengolahnya dengan menggunakan tabel. Tabel analisa MTBQF memuat *layout* gambar proses kerja beserta mesin-mesinnya, dan cacat produk yang terjadi, data cacat tersebut dikelompokkan berdasarkan penyebabnya.

***Langkah 3 Memonitor, Survey, dan Melakukan Pengukuran di tempat kerja.***

Tujuan dari langkah ini adalah mengetahui prinsip-prinsip, fungsi dan mekanisme dimana proses berada. Hal ini dicapai dengan mengumpulkan hasil yang diperoleh dari langkah-langkah sebelumnya, katalog, materi pemeliharaan mandiri, pesanan produksi, dan lain-lain. Informasi ini digunakan sebagai dasar pengamatan dimana mesin diproses dan kondisi dari mesin saat itu.

***Langkah 4 Mempersiapkan Tabel Analisa Identifikasi dan MQP***

Apabila sistem telah dimengerti tentang hubungan antara fenomena cacat dan kekurangan dalam proses dan juga kondisi peralatan yang menyebabkan cacat, maka data tersebut dicatat pada analisa MQP dan tabel identifikasi untuk memecahkan masalah tersebut. Pada analisis MQP dicatat semua penurunan efisiensi dalam proses dan kondisi mesin yang menyebabkan cacat.

***Langkah 5 Perincian analisa MQP dan tabel identifikasi***

Tujuan dari langkah ini untuk mendapatkan kondisi optimum produksi dan mencari kondisi yang ideal, dengan melakukan penelitian dan percobaan di tempat kerja yang tidak tercatat pada analisa MQP dan tabel identifikasi lalu. Untuk melanjutkan proses diatas mesin harus dimatikan dan peninjauan kerja serta percobaan-percobaan harus didasarkan pada kunci cacat nol (*zero defect*).

Menentukan standar kendali yang cocok untuk kondisi proses dan toleransi akurasi untuk kualitas komponen dan membedakannya dengan metode inspeksi, berikan tingkatan kendali seperti A, B, C, D.

Beberapa kunci untuk mencapai "zero defect":

1. Pemeliharaan mandiri harus dijalankan selangkah demi selangkah dan operator harus tertarik dengan mesinyang ditanganinya.
2. Batas-batas kendali untuk kondisi proses harus telah diatur dan kondisi-kondisi harus berada dalam batas-batas itu.
3. Kualitas-kualitas komponen dan ketepatan toleransinya harus teridentifikasi dengan jelas dan harus berada dalam batas-batas kendali pada saat operasi dan berhenti.
4. Semua pengaturan kerja harus diidentifikasi dan diusahakan untuk menghilangkan keadaan mesin yang memburuk.
5. Mesin, peralatan dan barang-barang lain harus sedekat mungkin ditinjau dari sudut-sudut pandang yang bervariasi.
6. Perhatikan akurasi pada faktor-faktor seperti temperatur, tekanan eksentrisitas dan lain-lain.
7. Memahami fungsi-fungsi mesin dan mekanismenya.

#### ***Langkah 6 Mempersiapkan sebuah tabel MQP***

Tujuan langkah ini yaitu untuk memilih dari analisa MQP dan tabel identifikasi suatu kondisi-kondisi proses dan kualitas komponen yang dikendalikan, maksudnya yaitu untuk menentukan faktor-faktor seperti metode inpeksi dan standar-standar, jumlah, klasifikasi kendali, frekuensi inspeksi, dan lain-lain

### ***Langkah 7 Tinjau ulang kalender pemeliharaan dan pelaksanaan pendidikan***

Tujuan langkah ini adalah untuk mempersiapkan kalender-kalender untuk pemeliharaan mandiri dan merencanakan kualitas pemeliharaan yang dibarengi dengan pelaksanaan pendidikan pada setiap karyawan.

### ***Langkah 8 Konfirmasi hasilnya***

Apabila langkah 1 sampai langkah 7 sudah dilakukan, periksa hasilnya. Apabila targetnya belum tercapai, ulangi langkah awal.

### **2.7.6 Prinsip Lima S**

Prinsip 5S mencakup prinsip dasar tindakan yaitu panca-k (kebersihan diri, kebersihan lingkungan, kerapihan pengaturan, kerapihan penempatan dan kebersihan moral) yang cakupannya lebih luas dan merupakan salah satu dasar penerapan TPM. Adapun langkah-langkah 5S yaitu:

- a. Seiri (ringkas)
- b. Seiton (rapi)
- c. Seisho (resik)
- d. Seiketsu (rawat)
- e. Shitsuke (rajin)

Tujuan dari prinsip Lima S adalah:

1. Merubah sikap dan perhatian pekerja terhadap pemeliharaan
2. Menciptakan lingkungan kerja yang disiplin
3. Mengembangkan pekerja yang kompeten terhadap mesin dan peralatan

4. Meyakinkan pelanggan akan kuantitas dan menciptakan pabrik yang handal. Dengan diterapkannya prinsip-prinsip dasar, yaitu prinsip lima S yang harus dimengerti oleh setiap pekerja dari setiap tingkatan manajemen, terutama pada manajemen pemeliharaan dan produksi, dapat dilakukan pemeliharaan mandiri.

### **2.7.7 Pemeliharaan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)**

Pemeliharaan mandiri adalah salah satu kegiatan yang paling penting pada TPM. Pada pemeliharaan ini operator dilibatkan secara aktif melakukan kegiatan pemeliharaan. Keterlibatan operator dikarenakan mereka adalah orang yang paling mengerti kondisi mesin atau alat yang mereka gunakan. Oleh karena itu operator harus dimotivasi agar mempunyai tanggung jawab dan rasa memiliki terhadap mesin atau alat yang mereka tangani. Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan operator pada pemeliharaan mandiri terbatas pada kegiatan yang sederhana dan mudah sehingga tidak mengganggu aktivitas mereka secara keseluruhan. Pengalokasian sedikit jam operasi untuk keperluan pemeliharaan mandiri oleh operator akan jauh lebih baik bila dibandingkan dengan beberapa jam hilang akibat terjadinya kerusakan. Kegiatan yang dapat dilakukan dilakukan operator tersebut antara lain:

- a) Pembersihan, untuk mengambil kotoran dan penghalang lain agar cacat tersembunyi bisa ditemukan.

- b) Pelumasan, untuk mencegah keausan dan terbakar dengan menjaga agar pelumas selalu bersih dan volume yang cukup. Pelumasan merupakan hal yang sangat penting dalam pemeliharaan, mesin yang mengalami *break down* akibat dari kurangnya pelumasan akan sangat mengganggu. Olehkarena itu untuk melaksanakan pelumasan diperlukan persiapan-persiapan seperti: identifikasi mesin-mesin yang akan diberi pelumasan, pelajari berbagai jenis pelumasan yang berbeda dan teknik-teknik pelumasan, persiapkan map pelumasan untuk meyakinkan bahwa mesin-mesin tersebut sudah diberi pelumas.
- c) Pengencangan, untuk mencegah kegagalan fungsi dengan menjaga mur/baut tetap dalam kondisi kencang.

Kegiatan pemeliharaan mandiri lebih difokuskan pada departemen produksi agar pabrik dapat beroperasi sesuai jadwal produksi dan dapat memenuhi target.

Tujuan pemeliharaan mandiri, secara keseluruhan meliputi:

- 1) Mengusahakan peralatan tetap berada pada kondisi optimal.
- 2) Memperlambat kemunduran mesin akibat pengoperasian mesin yang terus menerus.
- 3) Mengupayakan mesin/alat selalu berada pada kondisi dasar yang dibutuhkan.

- 4) Memanfaatkan mesin/alat untuk membentuk motivasi terhadap ide-ide baru.
- 5) Menggunakan mesin/alat untuk mengembangkan cara bekerja dan berfikir.

