

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 PENGERTIAN DAN TUJUAN PERAWATAN

Dalam suatu dunia industri, mesin merupakan suatu bagian yang penting dari sistem operasi secara keseluruhan. Hal ini karena merupakan alat bantu utama manusia yang dapat melakukan apa yang manusia tidak dapat lakukan.

Untuk menjamin kesiapan dan keandalan mesin agar kegiatan proses dapat berjalan dengan lancar, maka dibutuhkan kegiatan perawatan mesin itu sendiri. Perawatan sangat penting dalam proses produksi karena dengan perawatan yang baik maka kegiatan produksi dapat berjalan dengan efisien dan efektif.

2.1.1 Pengertian Perawatan

Berdasarkan hasil kajian pustaka yang diperoleh dari beberapa sumber ada beberapa definisi atau pengertian dari perawatan, antara lain :

1. Perawatan dapat diartikan sebagai suatu kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas, atau penyesuaian, atau

penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi atau produksi yang sesuai.[Heizer., 1991, hal. 312]

2. Perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang ditujukan untuk mempertahankan suatu sistem, atau memperbaiki dan mengembalikannya pada suatu kondisi yang dapat diterima. [Antony Coder., 1992, hal. 56]

Berdasarkan definisi tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa kegiatan perawatan adalah meliputi tindakan pencegahan dan perbaikan terhadap suatu mesin/peralatan yang digunakan. Dengan adanya kegiatan perawatan maka kesiapan fasilitas dapat terjamin karena kemungkinan-kemungkinan kemacetan/kerusakan yang disebabkan tidak baiknya kondisi mesin/peralatan telah hilang atau berkurang, sehingga proses produksi dapat berjalan lancar seperti yang direncanakandalam penjadwalan.

2.1.2 Tujuan Perawatan

Adapun tujuan dilakukannya perawatan terhadap fasilitas-fasilitas produksi, 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 penyimpanan di luar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang telah ditentukan oleh perusahaan.
4. Untuk mencapai tingkat biaya perawatan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menghindari kegiatan perawatan yang dapat membahayakan keselamatan pekerja.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi lainnya dari suatu perusahaan untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan atau return of investment yang sebaik mungkin dan total biaya yang rendah.

2.2 PROGRAM PERAWATAN DALAM PERUSAHAAN

Perawatan adalah salah satu fungsi penting dalam suatu perusahaan. Tetapi justru 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 [Schonberger., 1985, hal. 166].

Akibat dari tidak adanya perawatan yang baik memang tidak dapat dirasakan langsung seperti tidak terdapatnya sumber daya input lainnya (misalnya bahan baku atau tenaga kerja). Ketiadaan bahan baku atau tenaga kerja akan berakibat langsung terhadap proses produksi, yakni terganggunya bahkan terhentinya proses produksi. Namun tidak demikian halnya dengan perawatan.

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 dapat dirasakan secara langsung saat itu juga, maka fungsi perawatan kurang diperhatikan.

2.2.1 Fungsi Perawatan Dalam Perusahaan

Pentingnya fungsi perawatan merupakan faktor yang dominan dalam industri. Tujuan menjalankan suatu industri adalah mendapatkan keuntungan. Untuk mendapat keuntungan selain dengan memperbanyak produk yang dihasilkan juga harus dapat tetap bersaing di pasaran yang tentunya produk tersebut memenuhi syarat untuk memenangkan dalam persaingan yaitu :

1. Mempunyai kualitas yang baik.

2.2.2 Pengertian Program Perawatan

Program perawatan adalah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan umum mengenai perawatan fasilitas industri. Adapun gagasan pokok-pokok pikiran dalam perawatan adalah :

1. Apa yang harus dirawat ?
2. Bagaimana cara merawatnya ?
3. Kapan pelaksanaan perawatannya ?

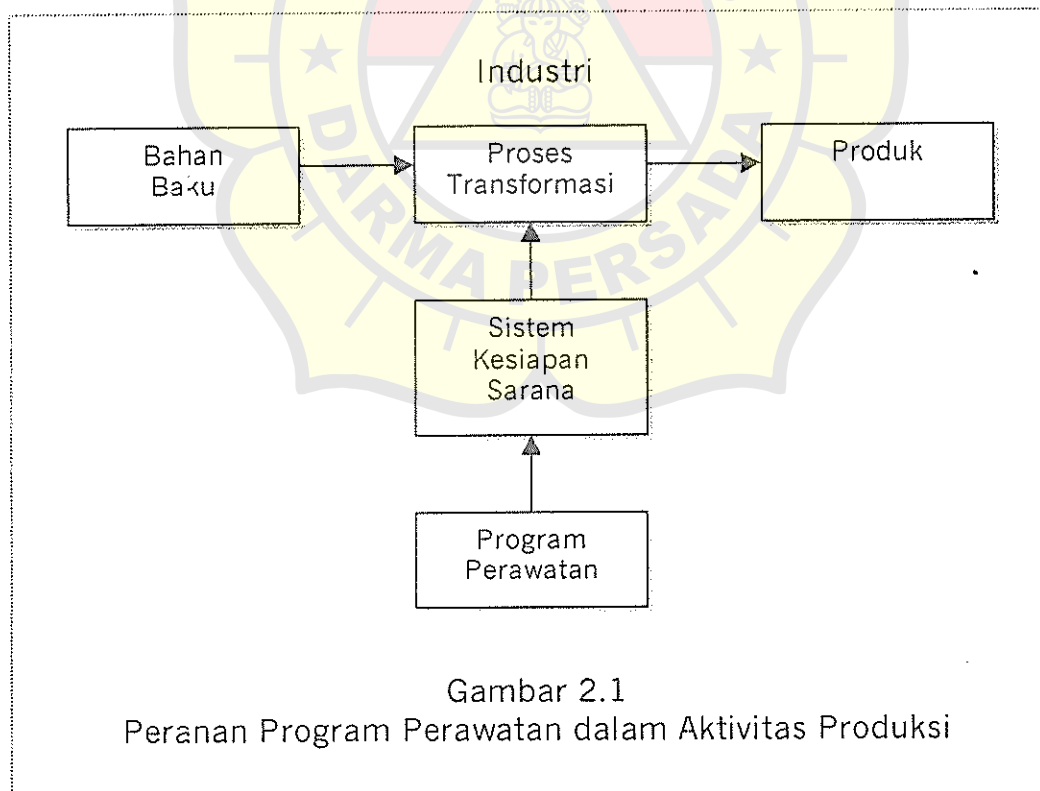
Dasar-dasar pemikiran yang sehat dan logis merupakan persyaratan terbaik dalam mengorganisasi kegiatan perawatan. Pengorganisasian ini mencakup penerapan dari metode manajemen dan memerlukan perhatian yang sistematis. Hal ini merupakan pekerjaan yang harus dipertimbangkan dalam mengatur semua perlengkapan,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

2.2.3 Tujuan Program Perawatan

Beberapa tujuan umum program manajemen perawatan industri dalam menunjang aktivitas dalam bidang perawatan, adalah :

merugikan dapat dikurangi menjadi seminim mungkin. Sedangkan perawatan yang tidak memadai dapat mengakibatkan kehancuran (kerusakan) mesin dan fasilitas yang berakibat sangat merugikan, tidak hanya dalam biaya perbaikan yang mahal, tetapi juga biaya kerugian produksi.

Dengan meningkatnya kompleksitas sistem produksi, maka fungsi perawatan merupakan suatu bagian yang tak terpisahkan dari sistem produksi. Kelancaran bagian produksi akan bergantung kepada ketrampilan dan organisasi bagian perawatan yang baik. Untuk kepentingan tersebut maka diperlukan sistem manajemen perawatan yang baik.



Gambar 2.1
Peranan Program Perawatan dalam Aktivitas Produksi

2. Mempunyai harga yang pantas.
3. Diserahkan ke konsumen tepat pada waktunya.

Untuk mencapai hal 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-mesin adalah kebutuhan ekonomis.

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

Program perawatan ini harus direncanakan dengan baik sehingga waktu terhentinya aktivitas produksi (down time) yang

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

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

1. Penetapan kebijakan dan tujuan.
2. Penjabaran tanggung jawab dan wewenang.
3. Perencanaan tindakan.
4. Penentuan organisasi pekerjaan perawatan.
5. Penentuan susunan tenaga kerja dan pengadaan latihan.
6. Mengatur pencatatan akuntansi dan prosedur anggaran.
7. Menjamin keamanan pengontrolan dana.

8. Mengadakar tujuan pelaksanaan dan evaluasi.

2.3 JENIS-JENIS PERAWATAN

Kegiatan perawatan yang dilakukan dalam suatu perusahaan dapat dibedakan atas 2 macam, yaitu perawatan terencana (planned maintenance) dan perawatan tak terencana/perawatan darurat (emergency maintenance).

2.3.1 Perawatan Terencana

Perawatan terencana didefinisikan sebagai perawatan yang diorganisasi dan dilakukan dengan pemikiran ke masa depan, pengendalian, dan pencatatan sesuai dengan rencana yang telah ditentukan sebelumnya.

Secara umum perawatan terencana dapat dibagi menjadi 2 kegiatan, yaitu :

1. Perawatan Pencegahan (Preventive Maintenance)

Perawatan pencegahan adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan pada proses produksi.

Dengan demikian semua fasilitas yang mendapatkan perawatan pencegahan akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi atau keadaan yang siap digunakan untuk setiap operasi atau proses produksi pada setiap saat. Sehingga dapatlah dimungkinkan pembuatan suatu rencana dan schedule pemeliharaan atau perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat. Perawatan pencegahan sangat penting karena kegunaannya yang sangat efektif di dalam menghadapi fasilitas-fasilitas produksi yang termasuk ke dalam golongan critical unit, yaitu sebuah fasilitas atau peralatan produksi yang bersifat :

- Kerusakan fasilitas atau peralatan tersebut akan membahayakan kesehatan dan keselamatan para pekerja.
- Kerusakan ini akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
- Kerusakan tersebut dapat mengakibatkan macetnya keseluruhan proses produksi.
- Modal yang ditanamkan dalam fasilitas tersebut atau harga diri fasilitas ini adalah cukup besar dan mahal.

Dalam prakteknya perawatan pencegahan yang dilakukan oleh suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas :

a. Perawatan Rutin (Routine Maintenance)

Yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin setiap hari. Contohnya pembersihan mesin, pelumasan, pengecekan tekanan uap, dsb.

b. Perawatan Berkala (Periodic Maintenance)

Perawatan berkala adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara periodik atau jangka waktu tertentu, misalnya satu minggu sekali, satu bulan sekali, dsb. Perawatan periodik juga dapat dilaksanakan berdasarkan lamanya jam kerja, misalnya seratus jam kerja, du ratus jam kerja, dsb.

Sebelum.
2. Perawatan Perbaikan (Corrective Maintenance)

Perawatan pencegahan adalah kegiatan perawatan yang dilakukan setelah terjadi suatu kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Kegiatan ini sering disebut kegiatan perbaikan atau reparasi. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya perawatan preventif ataupun telah dilakukan perawatan preventif tetapi pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan produksi yang ada, hal ini dilakukan untuk mengembalikan mesin pada keadaan standar atau normal yang diperlukan.

2.3.2 Perawatan Tak Terencana (Emergency Maintenance)

Pemeliharaan tak terencana didefinisikan sebagai pemeliharaan yang perlu segera dilakukan untuk mencegah akibat yang serius. Pemeliharaan darurat mempunyai derajat desakan yang sangat positif untuk mengatasi suatu keadaan yang berbahaya dan berguna untuk mengembalikan produksi kepada kondisi normal.

Pekerjaan memperbaiki kerusakan hampir selalu memakan biaya lebih banyak daripada pekerjaan pencegahan. Rusaknya mesin dapat menyebabkan biaya terbesar yaitu biaya akibat berhenti beroperasi karena perbaikan. Perbaikan/reparasi mesin akan menghentikan aktivitas produksi selama beberapa saat, para pekerja dan mesin-mesin menganggur, produksi hilang dan permintaan tidak dapat dipenuhi sesuai jadwal. Perawatan pencegahan merupakan usaha untuk memperhitungkan kesulitan-kesulitan yang akan timbul jauh sebelum kesulitan tersebut terjadi. Perawatan preventif dilakukan berdasarkan pengalaman masa lalu, bahwa bagian-bagian penting yang digunakan memerlukan penggantian sesudah melampaui jangka waktu normal.

Kegiatan perawatan pencegahan sebagai perawatan terencana akan lebih menguntungkan daripada kegiatan perawatan korektif terutama pada fasilitas yang termasuk kritikal unit. Karena itulah,

pada penelitian tugas akhir ini akan diterapkan teknik perawatan terencana jenis kegiatan perawatan pencegahan terhadap Gear box turbin.

2.4 METODE ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

Berikut ini adalah kajian tentang dasar-dasar teori statistika dan teori keperawatan yang digunakan dalam pengolahan data penelitian.

2.4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dan diolah diambil dari waktu antar kerusakan mesin dan waktu perbaikan dan waktu perawatan yang digunakan pada saat melakukan perawatan pencegahan.

Berdasarkan Identifikasi masalah dan model perawatan pencegahan yang akan dilakukan, maka data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Jenis kerusakan yang terjadi pada Gear Box Turbin.
2. Interval waktu antar kerusakan komponen.
3. Data waktu perbaikan mesin.
4. Data waktu perawatan mesin.

2.4.2 Pengujian Keseragaman Data

Setelah mendapatkan data dari perusahaan, maka diperlukan pengujian keseragaman data, untuk mengetahui apakah data yang ada tersebut dapat diterima untuk diolah lebih lanjut sesuai dengan hipotesa dalam perhitungan statistik.

Pengujian keseragaman data dilakukan dengan menggunakan test statistik Kruskal Wallis. Penggunaan metode ini memudahkan untuk mengetahui pola kerusakan, karena dalam penelitian ini menggunakan beberapa sample yang sejenis. Ada beberapa langkah-langkah yang harus dilakukan, yakni :

1. Tentukan hipotesa nol (H_0) : bahwa rata-rata antara kerusakan mesin mempunyai pola kerusakan yang sama dan berasal dari populasi yang sama pula.
2. Tentukan hipotesa alternatif (H_a) : bahwa rata-rata waktu antara kerusakan mesin berasal dari populasi yang berbeda dan mempunyai pola kerusakan mesin yang berbeda pula.
3. Tentukan taraf signifikansi $\alpha = 5 \%$
4. Tentukan keseragaman data waktu antar kerusakan.

$$h = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{r_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

5. Bandingkan h dari perhitungan dengan $h(k-1;0,05)$ dari tabel statistik.
6. Kaidah keputusannya yaitu bila h jatuh dalam wilayah kritik $h > X^2_{\alpha}$ dengan $v=k-1$ derajat bebas, maka H_0 ditolak pada taraf nyata α ; sedangkan bila jatuh diluar wilayah kritik, terimalah H_0 .

2.4.3 Distribusi Frekuensi dan Histogram

Data hasil suatu pengamatan perlu disederhanakan ke dalam bentuk yang mudah dimengerti serta berguna bagi tujuan penelitian. Penyederhanaan data tersebut dilakukan dengan membuat distribusi frekuensi dan ditampilkan dalam histogram. Perhitungan distribusi frekuensi dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan jumlah kelas interval (k)

Sebagai pedoman untuk menentukan jumlah kelas (k) yang sebaiknya digunakan untuk pengelompokan data adalah dengan menggunakan metode Sturges yang diformulasikan dengan :

$$k = 1 + 3,3 \log n$$

Dimana :

k = jumlah kelas

n = jumlah data pengamatan

2. Menentukan nilai kisaran (r)

Kisaran (range) adalah selisih antara data maksimum dengan data minimum. Formulasi yang digunakan adalah :

$$r = x \text{ mak} - x \text{ min}$$

Dimana :

r = kisaran

x maks = data maksimum

x min = data minimum

3. Menentukan panjang interval kelas.

Besarnya interval kelas adalah nilai kisaran dibagi dengan jumlah kelas.

$$i = \frac{r}{k}$$

Dimana : i = panjang kelas

r = kisaran

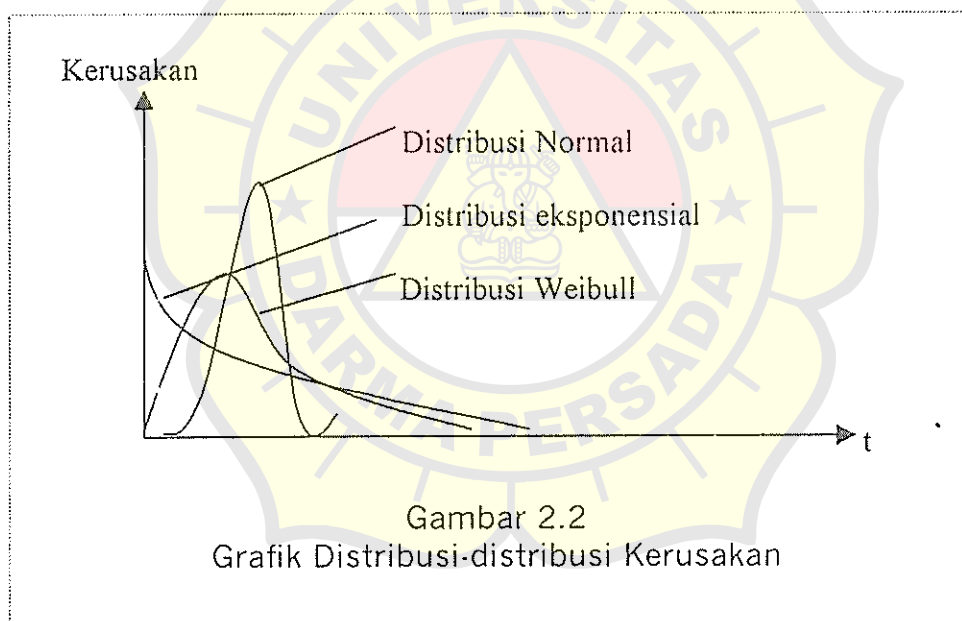
k = interval kelas

Dengan diketahui panjang kelas interval maka data disajikan dalam distribusi frekuensi.

2.4.4 Pengujian Kesesuaian Distribusi

Untuk menguji distribusi kerusakan normal, eksponensial atau weibull dapat digunakan metode uji Chi Square Goodness of Fit Test atau uji kebaikan suai.

Pengujian yang dilakukan terhadap waktu kerusakan adalah pengujian terhadap distribusi normal, eksponensial atau weibull didasarkan atas data apakah lebih cenderung normal, eksponensial atau weibull, ini dapat dilihat dari grafik data kerusakan. Berikut merupakan gambar-gambar distribusi kerusakan.



Adapun langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

1. Tentukan hipotesa.

H_0 = menyatakan bahwa waktu kerusakan mengikuti distribusi x.

H_1 = Menyatakan bahwa waktu kerusakan tidak mengikuti distribusi x .

2. Menentukan nilai statistik uji kesesuaian (X^2) dengan rumus :

$$X^2 = \sum \frac{(F_e - F_o)^2}{F_o}$$

3. Menentukan nilai selang kepercayaan $\alpha = 0,005$ dan derajat bebas ($v=2$)

4. Menentukan nilai $X^2_{(\alpha,v)}$ dari tabel distribusi statistik Chi Square.

5. Uji Hipotesa :

Jika nilai $X^2 \leq X^2_{(\alpha,v)}$ maka H_0 diterima

Jika nilai $X^2 \geq X^2_{(\alpha,v)}$ maka H_0 ditolak

2.5 KEANDALAN

Keandalan dapat diartikan secara sederhana sebagai probabilitas suatu sistem atau produk akan dibuat menjadi memuaskan (performance memuaskan) untuk periode waktu tertentu. Definisi tersebut ditekankan pada unsur-unsur probabilitas, penapilan, bentuk memuaskan, waktu dan kondisi kerja tertentu. Keempat unsur ini sangat penting, karena masing-masing berperan penting dalam menjelaskan keandalan produk/sistem.

Keandalan suatu produk adalah kemungkinannya akan berfungsi dalam batas-batas tertentu yakni untuk suatu periode tertentu pada kondisi lingkungan tertentu. Keandalan suatu sistem atau produk cenderung pada lamanya waktu perbaikan. Untuk itu, landasan terpenting dalam mempelajari keandalan adalah distribusi waktu kegagalan, yakni distribusi waktu untuk suatu komponen mengalami kegagalan/kerusakan pada kondisi lingkungan kerja tertentu.[Irwin Miller., 1981, hal. 132]

Untuk itu ada beberapa variabel yang biasa digunakan untuk mengukur besar keandalan, antara lain adalah : [A.K.S Jardine., 1973, hal. 13]

2.5.1 Fungsi Kepadatan Kemungkinan (Probability Density Function)

Fungsi kepadatan kemungkinan berguna untuk menggambarkan karakteristik kegagalan peralatan. Probabilitas suatu kegagalan yang terjadi antara waktu t_x dan t_y ditunjukkan dalam persamaan berikut :

$$\int_{t_x}^{t_y} f(t) dt = 1$$

2.5.2 Fungsi Distribusi Komulatif (Cumulative Distribution Function)

Fungsi distribusi komulatif yaitu probabilitas terjadi kegagalan sebelum waktu t , dan hal ini ditunjukkan oleh persamaan berikut :

$$F(t) = \int_0^t f(t) dt$$

Dimana :

t adalah waktu

$F(t)$ adalah kesatuan fungsi

2.5.3 Fungsi Kandalan (Reliability Function)

Kebalikan dari fungsi distribusi komulatif adalah fungsi keandalan (reliability), yaitu fungsi yang menunjukkan tingkat kemampuan hidup (umur) suatu mesin dalam jangka waktu tertentu. Persamaan untuk fungsi keandalan ini adalah :

$$R(t) = \int_0^{\infty} f(t) dt$$

Atau

$$R(t) = 1 - F(t)$$

Dimana :

t adalah waktu, $R(t)$ mendekati 0

2.5.4 Laju Kegagalan (Failure Rate)

Laju kegagalan seringkali digunakan untuk menentukan karakteristik statistik mesin. Laju kegagalan pada interval dt ditunjukkan oleh persamaan berikut :

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

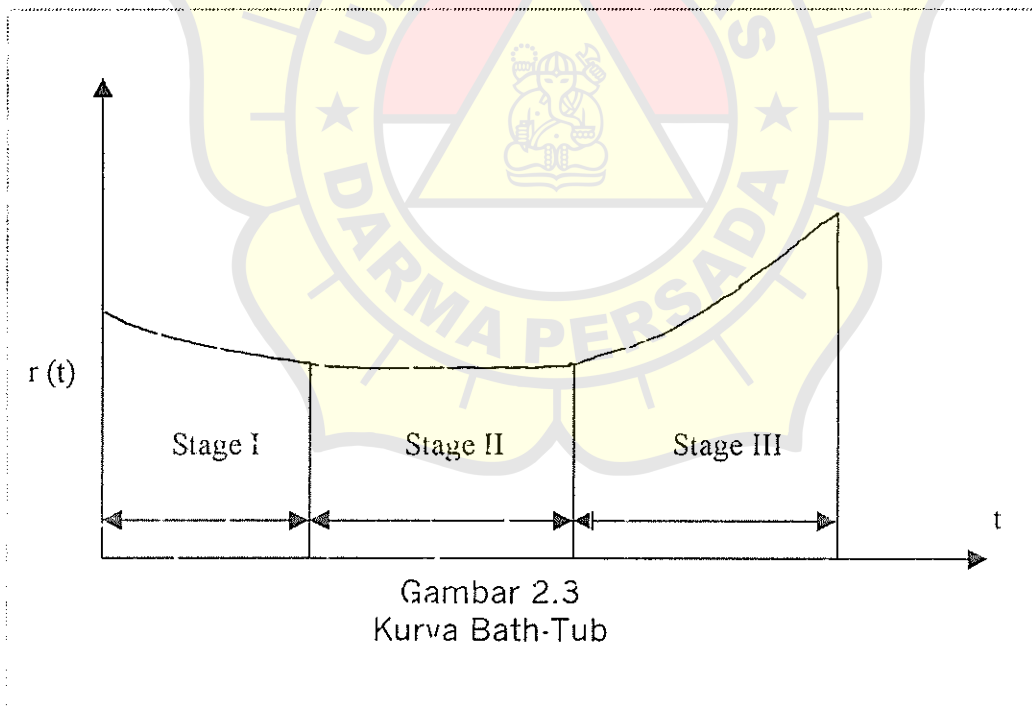
$r(t)$ adalah laju kegagalan (daya kerusakan) = laju kegagalan darurat

2.5.5 Kurva Bath-Tub

Untuk menjelaskan lajukegagalan selama masa operasi komponen, dibuat sebuah kurva mengenai perubahan statistik dari fungsi laju kegagalan untuk teori keandalan yang telah diuraikan di atas. Kurva ini mewakili 3 karakteristik tingkat kehidupan yang berbeda, dan oleh karena bentuknya yang menyerupai bak mandi (bath-tub) maka kurva ini disebut kurva Bath-Tub. Adapun penjelesan kurva ini adalah sebagai berikut :

1. Pada tingkat pertama operasi, laju kegagalan/kerusakan akan tinggi tetapi akan menurun seiring waktu. Kegagalan pada tingkat ini disebut Infant Mortality (kegagalan awal). Pada akhir tingkat ini kegagalan komponen menjadi berkurang.

- II. Pada tingkat kedua disebut Useful Life Periode (periode hidup), dimana komponen yang tersisa akan memiliki laju kegagalan konstan untuk periode pertambahan/perpanjangan waktu. Sebab kegagalan pada tingkat ini tidak jelas dan kegagalan-kegagalan diasumsikan random.
- III. Tingkat akhir ini disebut Wear Out Stage (tingkat kehilangan). Selama periode waktu ini, laju kegagalan mulai meningkat karena komponen telah melewati masa operasinya. Secara umum, peralatan kritis dan komponen-komponen kembali berfungsi sebelum memasuki wear out.



2.6 FUNGSI-FUNGSI DISTRIBUSI KERUSAKAN

Setiap kerusakan mempunyai karakteristik tersendiri dan berbeda-beda berdasarkan lingkungan pengoperasian. Oleh karena itu setiap kerusakan mempunyai distribusi masing-masing berdasarkan type kerusakan mesin tersebut. Ada beberapa distribusi peluang kontinu yang umum digunakan untuk menyatakan waktu kegagalan/kerusakan mesin dan peralatan. Berikut merupakan distribusi-distribusi kerusakan yang lazim digunakan.

2.6.1 Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan distribusi terpenting dalam statistik, yang menjadi dasar bagi banyak teori statistika induktif. Distribusi ini digunakan untuk komponen dengan variansi random independen, dan pemakaiannya untuk situasi bila beberapa kegagalan wajib dipakai.

Fungsi padat peubah acak normal x , dengan rata-rata μ dan variansi σ^2 ialah :

$$f(x, \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{(x-\mu)}{\sigma}\right]^2}$$

Dimana :

$$\pi = 3,14159$$

$e = 2,71828$

Berikut merupakan fungsi-fungsi statistik distribusi normal yang perlu diperhatikan dalam menjawab masalah kerusakan/kegagalan suatu produk atau komponen.

1. Fungsi kepadatan kemungkinan

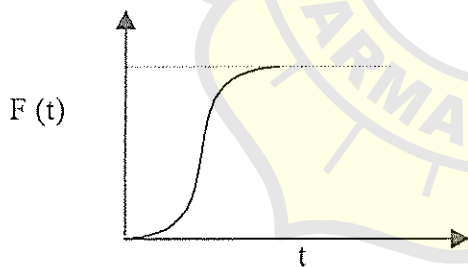
$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right]$$

Dimana : $-\infty \leq t \leq \infty$

μ adalah distribusi rata-rata

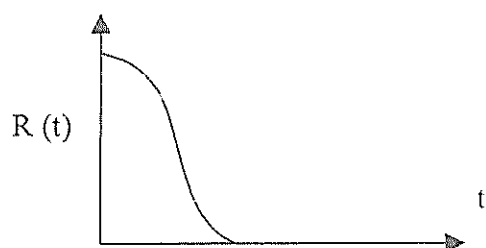
σ adalah deviasi standar

2. Fungsi distribusi kumulatif



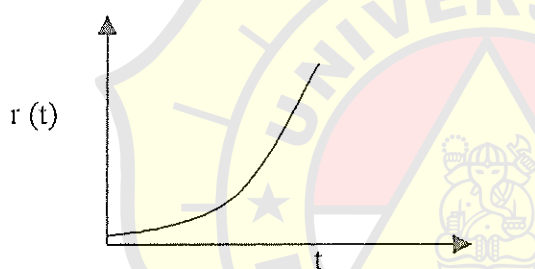
$$F(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^t \exp\left[-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] dt$$

3. Fungsi keandalan



$$R(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int^{\infty} \exp\left(\frac{-(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) dt$$

4. Laju kegagalan



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

2.6.2 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial banyak digunakan dalam bidang statistik terutama teori keandalan dan waktu tunggu (teori antrian).

Distribusi ini digunakan untuk menentukan kegagalan mesin yang disebabkan oleh kegagalan/kerusakan salah satu komponennya.

Fungsi peubah acak kontinu x berdistribusi eksponensial dengan parameter β ialah :

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-x/\beta}$$

Jika : $x > 0$ dan $\beta > 0$

Berikut merupakan fungsi-fungsi statistik distribusi eksponensial yang perlu diperhatikan dalam menjawab masalah kerusakan/kegagalan suatu produk atau komponen.

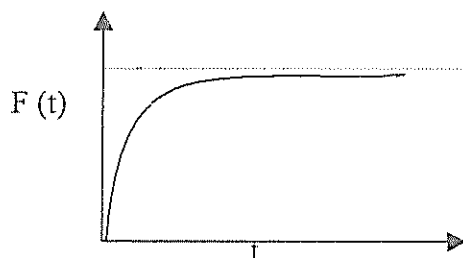
1. Fungsi kepadatan kemungkinan

$$f(t) = \lambda \cdot \exp(-\lambda \cdot t)$$

Dimana : $t \geq 0$

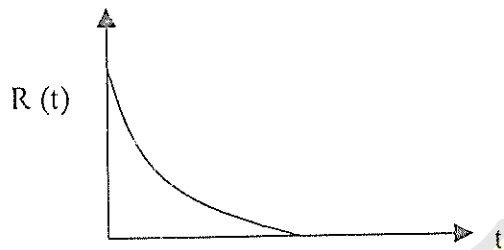
λ adalah laju kerusakan rata-rata

2. Fungsi distribusi komulatif



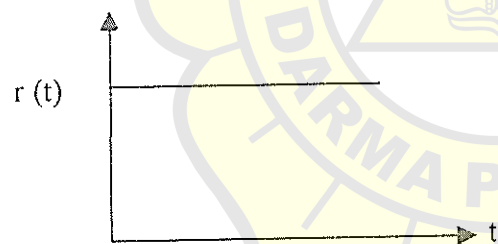
$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda \cdot t)$$

3. Fungsi keandalan



$$R(t) = \exp(-\lambda \cdot t)$$

4. Laju kegagalan



$$r(t) = \lambda$$

2.6.3 Distribusi Weibull

Distribusi Weibull digunakan untuk menangani banyak masalah keandalan dan uji umur komponen. Distribusi ini untuk menunjukkan karakteristik kegagalan mesin yang sangat besar (kompleks) dan sifatnya dapat dibuat mendekati secara tepat kejadian observasi.

Fungsi padat peubah acak kontinu T berdistribusi Weibull dengan parameter α dan β ialah :

$$f(x) = \alpha \cdot \beta \cdot x^{\beta-1} \cdot e^{-\alpha x^\beta}$$

Jika : $x > 0, \alpha > 0, \beta > 0$

Berikut merupakan fungsi-fungsi statistik distribusi Weibull yang perlu diperhatikan dalam menjawab masalah kerusakan/kegagalan suatu produk atau komponen.

1. Fungsi kepadatan kemungkinan

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta-1} \cdot \exp \left\{ - \left(\frac{t}{\alpha} \right)^\beta \right\}$$

Dimana : $t \geq 0$

α adalah parameter skala/perbandingan

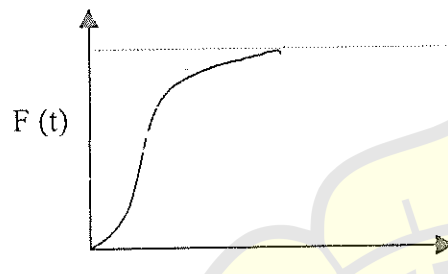
α dan β bernilai positif

Jika :

$\beta = 1 \implies$ Weibull ekuivalen dengan distribusi eksponensial

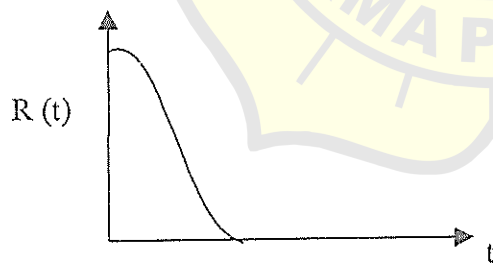
$\beta > 1 \implies$ Weibull ekuivalen dengan distribusi normal

2. Fungsi distribusi kumulatif



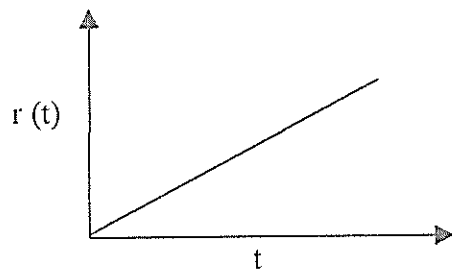
$$F(t) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right)$$

3. Fungsi keandalan



$$R(t) = \exp\left(-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right)$$

4. Laju Kegagalan



$$r(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha} \right)^{\beta-1}$$

5. Perhitungan parameter distribusi Weibull dengan menggunakan metode kuadrat terkecil dengan aturan Cramer, yaitu :

$$Y = a + bx$$

$$Y = \alpha + \beta x$$

$$Y = \ln \cdot \ln [1/R(t)]$$

$$R(t_i) = \exp [-(t/\alpha)^\beta]$$

$$R(t_i) = \frac{\gamma - 1 + 0,7}{n + 0,4}$$

$$a = \frac{(\sum x^2)(\sum y) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

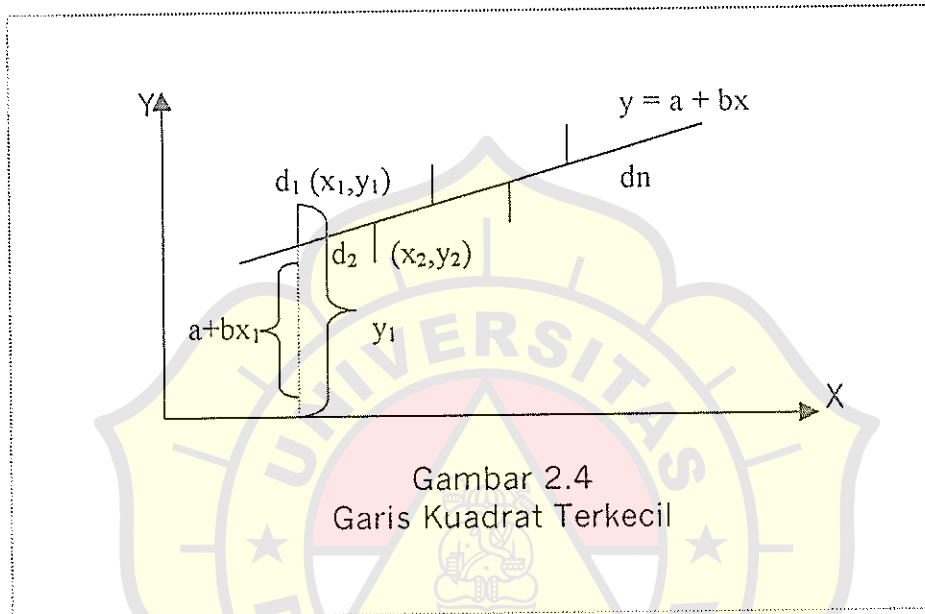
Dimana :

$$b = \beta$$

$$a = -\beta \ln \alpha$$

$$\alpha = \exp (-a/\beta)$$

$$X = \ln t$$



2.7 AVAILABILITY

Ada beberapa faktor yang bukan merupakan bentuk langsung dari keandalan tetapi mempunyai hubungan yang erat. Faktor-faktor ini antara lain adalah availability (kesediaan/kesiapan), efektifitas, waktu rata-rata pada kegiatan pemeliharaan, dan sebagainya.

2.7.1 Manfaat Availability

Untuk meminimumkan waktu operasi yang hilang, penting sekali untuk mempertahankan/memelihara persediaan bahan dan peralatan atau untuk menjaga kegunaannya.

Availability yaitu mengukur adanya penyimpangan atas kegagalan pada operasi suatu sistem dan hal itu menunjukkan seberapa sering suatu sistem akan mampu bekerja saat dibutuhkan. Availability merupakan suatu parameter perencanaan penting yang sangat bergantung pada keandalan, dan sistem pemeliharaan. Pada perencanaan sistem, sangatlah penting untuk menjaga agar pemeliharaan sistem dapat dilakukan dengan mudah dan murah.[Atila Ertas dan Jesse C., hal. 156].



A (t)

t

Gambar 2.5
Fungsi Availability

Keterangan : kurva fungsi availability diatas adalah yang umumnya terjadi dalam sistem reparasi. Kurva tersebut menggambarkan bahwa distribusi kerusakan dan reparasi tidak berubah oleh waktu. [Lawrence M. Leemis., hal. 65]

Availability dapat dijelaskan sebagai suatu probabilitas/kemungkinan dimana komponen yang diteliti akan mampu beroperasi pada waktu t yang ditentukan.

Availability dapat dibagi menjadi tiga macam bentuk, yaitu :

1. Inherent Availability (A_i)

Adalah probabilitas suatu sistem atau peralatan, bila digunakan pada kondisi tertentu dalam lingkungan yang mendukung (misalnya : tenaga kerja, suku cadang, peralatan yang siap pakai) akan bekerja dengan baik pada saat diperlukan. Jenis ini tidak mencakup kegiatan pemeliharaan terencana atau pemeliharaan pencegahan serta waktu menunggu.

2. Achieved Availability (A_a)

Adalah probabilitas suatu sistem atau peralatan, bila digunakan pada kondisi tertentu dalam lingkungan yang mendukung (misalnya : tenaga kerja, suku cadang, peralatan yang siap pakai) akan bekerja dengan baik setiap saat. Definisi ini hampir sama dengan A_i , kecuali bahwa pemeliharaan pencegahan tidak

termasuk di dalamnya. Jenis ini juga tidak mencakup waktu menunggu.

3. Operational Availability (Ao)

Adalah probabilitas suatu sistem atau komponen peralatan, bila digunakan dalam lingkungan kerja nyata akan dapat bekerja dengan baik pada saat diperlukan.

2.7.2 Availability (Kesiapan) Dalam Interval Perawatan

Biaya pemeliharaan yang minimum akan diperoleh pada tingkat availability (kesiapan) yang cukup tinggi, dan availability peralatan yang maksimum akan dicapai pada interval inspeksi yang optimal. [A.K.S Jardine., 1973, hal. 110]

Untuk mendapatkan availability yang cukup tinggi pada interval inspeksi yang optimal, Nilai availability persatuan waktu merupakan fungsi dari interval inspeksi t_p yang disimbolkan dengan $A(t_p)$.

$$A(t_p) = \frac{\text{Availability yang diharapkan persiklus}}{\text{Panjang siklus yang diharapkan}}$$

Atau dengan rumus :

$$A(t_p) = \frac{t_p R(t_p) + \int_0^{\infty} t f(t) dt}{[(t_p + T_r) \cdot R(t_p)] + \int_0^{\infty} t f(t) dt + T_r [1 - R(t_p)]}$$

Dimana :

$A(t_p)$ = Availability persatuan waktu

T_t = Waktu pemeriksaan

T_r = Waktu perbaikan

$R(t_p)$ = Keandalan alat sampai waktu t_p

$\int_0^{\infty} t f(t) dt$ = waktu rata-rata terjadinya kerusakan

2.8 BIAYA PEMELIHARAAN

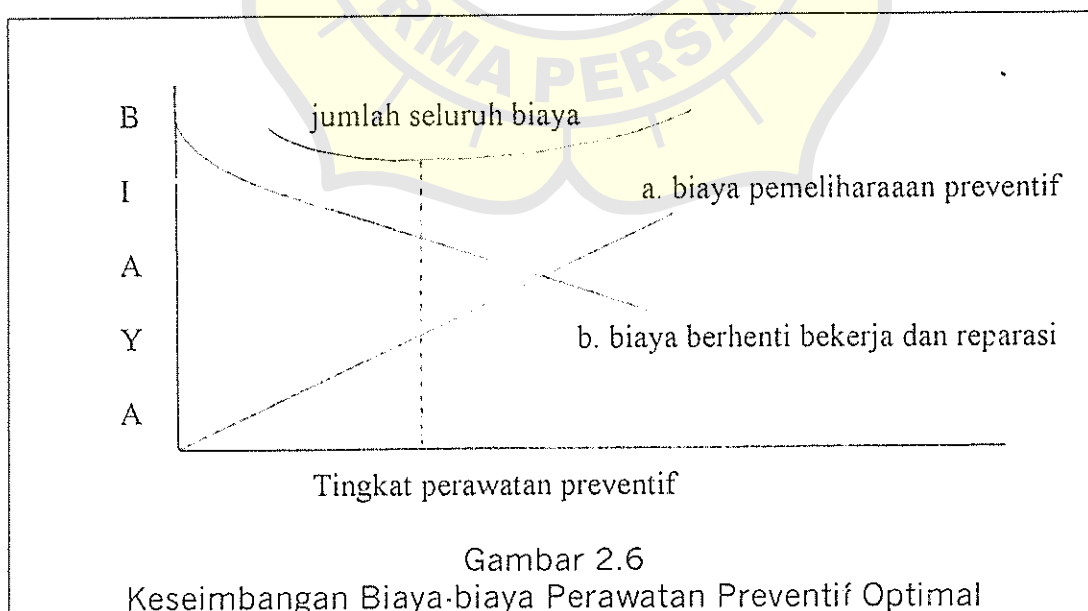
Pemeliharaan adalah suatu aktivitas yang mahal yang merupakan salah satu biaya tidak langsung yang besar dalam perusahaan, dengan demikian hal tersebut harus mendapatkan perhatian yang besar dalam manajemen.

Seperti tujuan yang ingin dicapai dalam menyelesaikan permasalahan Tugas Akhir ini yaitu meminimumkan biaya pemeliharaan, maka perlu diperhatikan faktor ekonomis yang melibatkan masalah biaya dalam kegiatan pemeliharaan yang dilakukan, khususnya pemeliharaan pencegahan.

Pada dasarnya biaya (ongkos) dalam kegiatan pemeliharaan dapat dibagi menjadi 2 macam, yakni biaya inspeksi dan biaya akibat kerusakan atau penggantian komponen. Elemen-elemen biaya yang diperlukan yaitu antara lain ; upah tenaga tenaga kerja produksi, upah tenaga kerja maintenance, depreciasi mesin, dan

peralatan serta keuntungan produksi yang hilang akibat tenaga kerja produksi menganggur pada saat terjadi kerusakan mesin dan penggantian komponen karena pemeliharaan darurat.

Berikut ini akan diuraikan keseimbangan biaya-biaya yang menentukan kebijaksanaan pemeliharaan preventif (pencegahan) yang optimal dimana kebijaksanaan optimalnya ditentukan oleh minimumnya kurva tersebut. Pada kurva a, kenaikan biaya yang terjadi sebanding dengan kenaikan tingkat pemeliharaan preventif. Sedangkan kurva b, penurunan biaya reparasi dan biaya akibat kerusakan mesin disebabkan karena kenaikan tingkat pemeliharaan preventif. Hal ini berarti bahwa dengan melakukan jadwal inspeksi dengan pemeliharaan preventif (pemeliharaan pencegahan), akan dapat mengurangi resiko pengeluaran biaya yang lebih besar akibat kerusakan kritis mesin dan komponen.



Untuk meminimumkan biaya inspeksi pada kegiatan perawatan pencegahan Gear box turbin, perhitungan yang akan dilakukan yaitu untuk mendapatkan nilai ekspektasi total ongkos inspeksi persatuan waktu adalah sebagai berikut :[AKS. Jardine., 1973, hal. 93].

$$C(tp) = \frac{[C_p.R(tp)] + C_f[1-R(tp)]}{[(tp+T_p).R(tp)] + [\int_0^{tp} tp \cdot f(t)dt] + T_f [1-R(tp)]}$$

Dimana :

$R(tp)$ = keandalan komponen pada saat tp

C_p = ongkos inspeksi persatuan waktu

C_f = ongkos akibat kerusakan/penggantian komponen

tp = interval inspeksi

T_p = waktu rata-rata inspeksi

T_f = waktu rata-rata penggantian komponen/perbaikan