

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 MANAJEMEN PERAWATAN

Manajemen perawatan adalah salah satu elemen penting dalam suatu perusahaan terutama dalam perusahaan manufaktur. Sehingga sangat dibutuhkan perawatan dalam tatanan kerja yang baik untuk mencapai tingkat kualitas.

2.1.1 Pengertian Manajemen

Manajemen adalah proses pengaturan dengan cara merencanakan, mengorganisasikan, mengendalikan dan menjalankan untuk mencapai tujuan bersama.

Adapun pengertian Manajemen menurut para ahli, sebagai berikut:

- Manajemen adalah “Seni untuk menggerakkan orang melakukan suatu pekerjaan atau keahlian untuk mencapai hasil tertentu melalui orang lain” (Lawrence A. Appley, *president American Management Association*)
- Manajemen adalah “Suatu proses yang melibatkan kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian yang dilakukan untuk mencapai sasaran perusahaan melalui pemanfaatan faktor produksi yang dimiliki” (M.Fuad, *etal.pengantar Business*)

- Manajemen adalah “Seni dan ilmu perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, pengkoordinasian, dan pengontrolan daripada *human and natural source* untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan terlebih dulu”. (Prof. Oey Liang Lee, Guru Besar Manajemen UI)

2.1.2 Pengertian Perawatan

Berbagai literatur dan industri menggunakan definisi yang berbeda-beda mengenai terminologi perawatan. Hal ini sangat tergantung sekali pada kepedulian dan kephahaman mereka mengenai perawatan. Kata perawatan merupakan kata yang sudah cukup populer, bahkan banyak orang yang tebiasa menggunakannya, sehingga tidaklah sulit untuk mengerti kata perawatan. Perawatan diartikan sebagai “suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaiki sampai suatu kondisi yang bisa diterima” (Antony Corder, 1992) Atau dapat dikatakan pula bahwa “Pemeliharaan adalah kegiatan untuk menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan, penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan” (Sofjan Assauri, 2004).

2.1.3 Definisi Manajemen Perawatan

Manajemen pemeliharaan didefinisikan sebagai “Organisasi pemeliharaan yang sesuai dengan kebijaksanaan yang disetujui” Kebijakan yang disetujui harus sejelas mungkin dan tidak boleh meragukan. Hal ini jelas merupakan tanggung jawab tim manajemen puncak untuk menentukannya. Kebijakan ini juga harus mendefinisikan “Kondisi pemeliharaan yang bisa diterima” dan manajer pemeliharaan harus diberi tau mengenai kebijaksanaan ini.

2.1.4 Tujuan Perawatan

Bentuk akhir dari kegiatan perawatan yang diinginkan adalah perawatan produktif, sehingga kegiatan yang dilakukan akan berhasil dan bermanfaat bagi perusahaan maupun karyawan. Dari definisi diatas dapat diketahui tujuan utama dari fungsi kegiatan perawatan ini adalah:

(Sofjan Assauri, 2004, hal 95)

- Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi
- Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk itu sendiri dan kegiatan produksi yang tidak terganggu.
- Membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang berada diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.

- Mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan perawatan secara efektif dan efisien keseluruhannya.
- Menghindari kegiatan yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
- Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainya dari suatu perusahaan dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan, yaitu tingkat keuntungan *return of infestment* sebaik mungkin dan total biaya yang rendah.

2.1.5 Lingkup Kegiatan Perawatan

Lingkup kegiatan *maintenance* secara garis besar dibagi dua, yaitu:

1. *Maintenance Activities*

Maintenance activities ini adalah suatu kegiatan untuk melindungi alat dari kerusakan yang terdiri dari lima macam kegiatan yaitu:

- a. *Normal operation* adalah dengan menjaga cara pengoprasian mesin sesuai dengan prosedur operasinya.
- b. *Daily maintenance* adalah melakukan kegiatan pemeliharaan harian berupa pembersihan, memeriksa dan menambah pelumasan, melakukan pengencangan baut-baut.
- c. *Periodical maintenance* yaitu melakukan kegiatan pemeliharaan secara periode tertentu terutama ditujukan untuk pengukuran tingkat kerusakan

d. *Predictive maintenance* yaitu merupakan kegiatan pemeliharaan untuk meramalkan keadaan mesin-mesin dengan melihat kecenderungan kerusakan dan dengan melakukan pengecekan,

e. *Breakdown maintenance* adalah suatu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan karena mesin mengalami kerusakan yang tidak terduga sebelumnya untuk mengembalikan ke kondisi semula.

2. *Improvement Activities*

Improvement activities ini merupakan kegiatan pengembangan dan perbaikan termasuk didalamnya adalah:

a. *Corective maintenance* yaitu kegiatan untuk memperpanjang umur mesin dengan memperbaiki keandalanya dan berusaha menghindari kerusakan seperti memperbaiki bahan baku dan mengurangi beban kerja mesin.

b. *Maintainability* yaitu kegiatan untuk peningkatan daya pelihara memeriksa kondisi kerusakan dan perbaikan pekerjaan pemeriksaan untuk mengetahui kerusakan mesin sejak dini.

c. *Maintenance prevention* adalah kegiatan untuk menghilangkan pekerjaan pemeliharaan sehingga menjadi sesedikit mungkin.

2.1.6 Jenis-Jenis Perawatan

Kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas dua macam, yaitu:

(Sofjan Assauri, 2004, hal 96-97)

1. *Preventive Maintenance*

Preventive Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya 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 akan terjamin kelancaran kerjanya, sehingga dapat dimungkinkan pembuatan suatu rencana pemeliharaan dan perawatan yang sangat cermat dan rencana produksi yang lebih tepat.

Preventive Maintenance sangat penting karena kegunaanya yang efektif di dalam menghadapi fasilitas yang termasuk dalam "*Critical Unit*". Fasilitas produksi akan termasuk dalam golongan "*Critical Unit*", apabila :

kerusakan fasilitas peralatan tersebut membahayakan kesehatan dan keselamatan orang lain.

- a. Kerusakan fasilitas ini akan mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan.
- b. Kerusakan fasilitas tersebut akan menyebabkan kemacetan seluruh proses produksi.
- c. Modal yang ditanamkan dalam fasilitas atau harga dan fasilitas ini adalah cukup besar.

2. Corrective atau Breakdown Maintenance

Corrective Maintenance adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan atau kelainan pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik.

Sepintas lalu *Corrective Maintenance* lebih murah biayanya dari pada mengadakan *Preventive Maintenance*. Hal ini adalah benar selama kerusakan belum terjadi pada fasilitas sewaktu proses berlangsung, tetapi sekali kerusakan terjadi pada fasilitas selama proses produksi berlangsung, maka akibat kebijakan *Corrective Maintenance* saja akan jauh lebih hebat dari pada *Preventive Maintenance*.

2.2 METODE PENENTUAN SUKU CADANG KRITIS

Upaya untuk mengetahui suku cadang kritis dalam penelitian ini menggunakan metode pengklasifikasian barang yang sering digunakan adalah analisis ABC atau analisis pareto yang dikembangkan oleh Vilfredo Pareto (1848-1923).

Pendekatan yang dilakukan dengan metode ini yaitu dengan cara melakukan klasifikasi terhadap suku cadang yang memiliki prioritas untuk dikendalikan secara ketat.

Yaitu dengan cara mengelompokkan barang yang memiliki kuantitas sedikit tapi memiliki nilai yang tinggi, sehingga barang yang berkarakter tersebut dinyatakan sebagai kritis dan dikategorikan sebagai A prioritas selanjutnya adalah B dan terakhir C.

Adapun pengklasifikasian dari ketiga kelompok kelas yaitu (Bedworth David. D and Bailey James. E, *Integrated Productions Control System*, 1987, hal179-180):

1. Barang kelas A, yang merupakan barang yang terpenting. Barang ini berjumlah 5% - 10% dari seluruh suku cadang dan menyerap modal atau mempunyai nilai 80% dari seluruh nilai modal yang tertanam.
2. Barang kelas B, yaitu barang dengan derajat kepentingan dibawah kelas A, yang berjumlah 20% - 30% dan menyerap modal atau mempunyai nilai 15% dari seluruh nilai atau modal tertanam.
3. Barang kelas C, yaitu barang yang tidak begitu penting dibandingkan dua jenis barang di atas.

Metode analisis ABC ini dapat dibuatkan dalam suatu diagram dan menghitung jumlah modal yang diserap setiap jenis barang dan nudian mengurutkan dari yang besar ke yang kecil. Kemudian akukan perhitungan kumulatif urutan jumlah modal yang diserap -sebut.

Pengklasifikasian barang bisa dilakukan dengan metode yang lain gantung dari tujuannya. Apabila diinginkan pengendalian suku cadang berdasarkan pemakaiannya maka suku cadang dapat diklasifikasikan berdasarkan frekuensi penggantian yang dilakukan. Suku cadang yang sering mengalami penggantian akan menjadi prioritas utama.

2.3 KONSEP KEANDALAN

Kata keandalan menunjukkan suatu tingkat dimana sesuatu dapat berfungsi dengan handal.

Keandalan dapat diartikan secara sederhana sebagai probabilitas suatu sistem atau produk akan dibuat menjadi memuaskan untuk periode waktu tertentu pada kondisi kerja tertentu.

Dalam konteks kegiatan berproduksi, keandalan didefinisikan sebagai suatu ukuran dari peralatan yang dioperasikan tanpa mengalami kegagalan pada suatu kondisi yang ditetapkan dalam suatu periode tertentu.

Definisi di atas ditekankan pada unsur-unsur probabilitas, fungsi yang diharapkan, waktu dan kondisi operasi.

1. Probabilitas

Setiap item dalam suatu sistem memiliki umur atau waktu hidup yang berbeda-beda, sehingga terdapat sekelompok item yang memiliki rata-rata hidup tertentu. Jadi, untuk mengidentifikasi distribusi frekuensi dari suatu item dapat dicari dengan melakukan estimasi waktu hidup dari item tersebut.

Apabila disebutkan bahwa kemungkinan bertahan suatu sistem yang dioperasikan selama 10 jam adalah 0.75 maka hal ini menunjukkan bahwa harapan sistem tersebut akan beroperasi adalah sebanyak 75 kali dari 100 sesudah dioperasikan selama 10 jam.

2. Fungsi Yang Diharapkan

Dalam hal ini berarti keandalan merupakan suatu karakteristik performansi sistem. Untuk suatu item yang andal, harus menghasilkan Swatu fungsi tertentu secara memuaskan jika dioperasikan.

3. Waktu

Keandalan menyatakan sebagai suatu kemungkinan item-item yang memperformansikan suatu fungsi dinyatakan dalam periode waktu, karena waktu merupakan parameter penting untuk melakukan penilaian kemungkinan sukses tidaknya suatu sistem. Biasanya faktor waktu yang dipergunakan untuk menilai keandalan suatu sistem akan dikaitkan dengan keadaan tertentu, misalnya waktu antara dua kerusakan (MTBF) dan waktu rata-rata antara dua perbaikan (Mean Time Between Maintenance).

4. Kondisi Operasi

Kondisi operasi adalah factor lingkungan yang mempengaruhi jalanya operasi mesin tersebut. Faktor ini dapat berupa suhu, kebersihan, kelembaban, kondisi listrik, getaran, tekanan dan masih banyak faktor lain. Kondisi operasi ini sangat berpengaruh pada tingkat keandalan.

Keandalan suatu sistem atau komponen cenderung tergantung 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 tertentu. Cara yang tepat untuk menentukan distribusi ini adalah dengan menguji laju kegagalan darurat.

Untuk mengembangkan konsep tersebut di atas, ada beberapa variabel yang bisa digunakan untuk mengukur besar keandalan, adalah: (Jardine, *Maintenance Reipacement and Reliability*, 1973, hal 22)

1. Fungsi Kepadatan Kemungkinan

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. Fungsi Distribusi Kumulatif

Fungsi distribusi kumulatif 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

$R(t)$ adalah kesatuan fungsi

3. Fungsi Keandalan

Kebalikan dari fungsi distribusi kumulatif adalah fungsi keandalan, yaitu yang menunjukkan tingkat kemampuan hidup (umur) suatu mesin dalam jangka waktu tertentu.

Persamaan untuk fungsi keandalan ini adalah :

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

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

Dimana: t adalah waktu

$R(t)$ mendekati nol

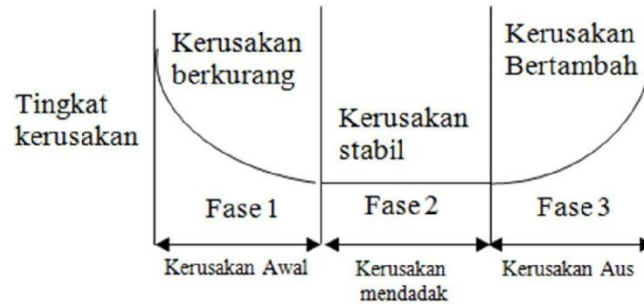
4. Laju Kerusakan

Laju kegagalan sering kali digunakan untuk menentukan karakteristik statistik mesin. Laju kegagalan pada interval di Tunjukkan oleh persamaan berikut:

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

5. Fase kerusakan

Pada dasarnya laju kegagalan (failure rate) atau fase kerusakan akan berubah sepanjang umur dan populasi sistem dan komponen. Dengan demikian laju kegagalan akan tergantung kepada perubahan waktu. Dari hasil percobaan dan pengalaman, akan terbagi menjadi tiga fase kerusakan yang timbul dan masing-masing fase mempunyai karakteristik yang berbeda. Ketiga fase tersebut dapat dilihat pada gambar kurva dibawah ini:



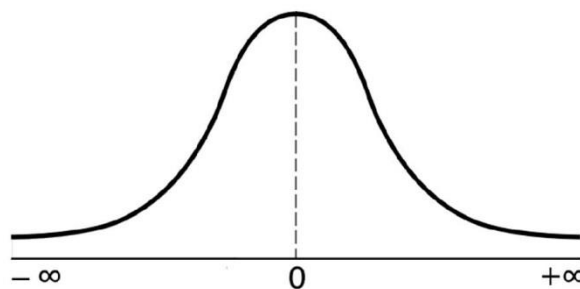
Gambar 2.1 Karakteristik Fase Kerusakan

2.4 FUNGSI-FUNGSI DISTRIBUSI KERUSAKAN

Ada beberapa distribusi peluang kontinu yang umum digunakan untuk menyatakan waktu kegagalan/kerusakan mesin dan peralatan. Contoh distribusi kerusakan dibawah ini akan dijelaskan dalam teori keandalan sebagai berikut: (Irwin Miller & John E. Freund, *Probability and Statistic for Engineers*, 1982 , hal 306-309)

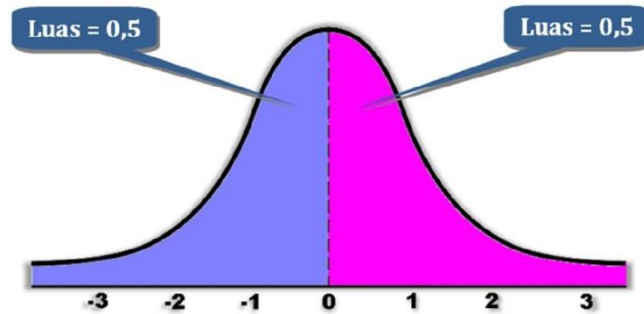
1. Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan salah satu distribusi probabilitas yang penting dalam analisis statistika. Distribusi ini memiliki parameter berupa *mean* dan *simpangan baku*. Distribusi normal dengan $\text{mean} = 0$ dan $\text{simpangan baku} = 1$ disebut dengan distribusi normal standar. Apabila digambarkan dalam grafik, kurva distribusi normal berbentuk seperti genta (*bell-shaped*) yang simetris. Perhatikan kurva distribusi normal normal standar berikut:



Gambar 2.2 Kurva Distribusi Normal

Sumbu X (horizontal) memiliki range (rentang) dari minus takhingga $(-\infty)$ hingga positif takhingga $(+\infty)$. Kurva normal memiliki puncak pada $X = 0$. Perlu diketahui bahwa luas kurva normal adalah satu (sebagaimana konsep probabilitas). Dengan demikian, luas kurva normal pada sisi kiri = 0,5; demikian pula luas kurva normal pada sisi kanan = 0,5.



Gambar 2.3 Keterangan Kurva Distribusi Normal

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

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

Dimana $\pi = 3.14$
 $e = 2.71$

Harga-harga keandalan untuk distribusi normal adalah sebagai berikut :

a. Fungsi kepadatan kemungkinan

$$R(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \int_t^{\infty} \frac{-1}{\sigma} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

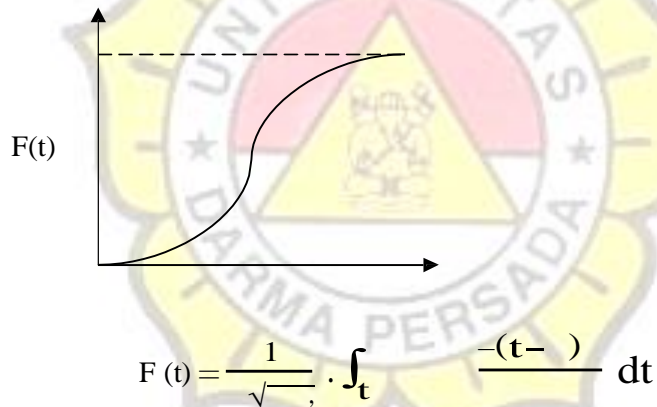
$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \int_t^{\infty} \frac{-1}{\sigma} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

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

μ adalah distribusi rata-rata

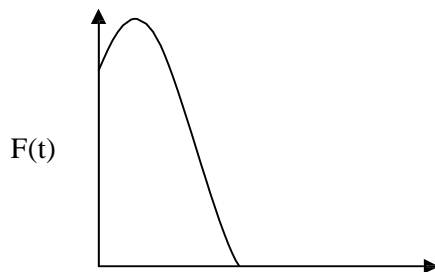
σ adalah standar deviasi

b. Fungsi distribusi kumulatif



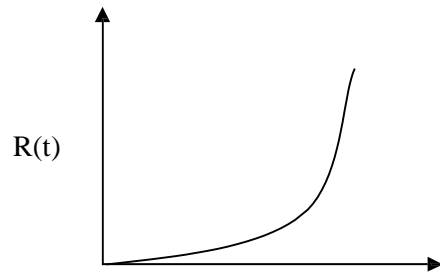
$$F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \int_t^{\infty} \frac{-1}{\sigma} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

c. Fungsi Keandalan



$$R(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \cdot \int_t^{\infty} \frac{-1}{\sigma} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$$

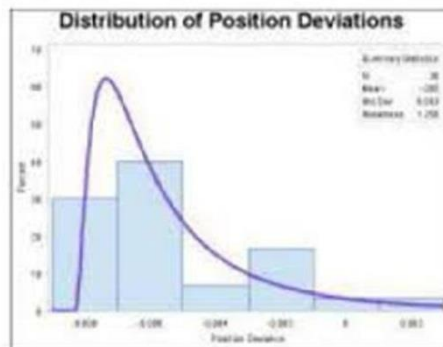
d. Laju Kegagalan



$$R(t) = \frac{\int \left[\frac{(-)}{(-)} \right]}{\int \frac{(-)}{(-)}}$$

2. Distribusi Lognormal

Distribusi lognormal adalah distribusi kemungkinan. Entropi maksimum dari sebuah varian acak X dimana rata-rata dan varian $\ln(X)$ tetap. Distribusi Lognormal mengikuti hukum distribusi normal, karena distribusi lognormal diperoleh dari transformasi peubah acak pada fungsi densitas distribusi Normal. Distribusi lognormal dalam bentuk sederhana adalah fungsi densitas dari sebuah peubah acak yang logaritmanya mengikuti hukum distribusi normal.



Gambar 2.4. Kurva Distribusi Lognormal

Fungsi-fungsi dalam distribusi lognormal adalah:

a . Fungsi Kepadatan Kemungkinan (*Probability Density Fuction*)

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

b. Fungsi Kumulatif Kerusakan (*Cumulstive Density Fuction*)

$$F(t) = \phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)$$

S = Standar deviasi

T_{med} = Nilai tengah waktu kerusakan

c. Fungsi Keandalan (*Reliability Function*)

$$R(t) = 1 - \phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)$$

d. Laju Kerusakan (*Hazard Rate Function*)

$$h(t) = \frac{f(t)}{1 - \phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_{med}}\right)}$$

$$\text{Variansi : } \sigma^2 = t^2_{med} \exp(s^2)[\exp(s^2)-1]$$

3. Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial banyak digunakan dalam bidang statistik terutama teori keandalan dan teori antrian. Distribusi ini digunakan untuk menentukan kegagalan mesin yang disebabkan oleh kegagalan/kerusakan salah satu komponennya.

Fungsi padat peubah acak kontinu x berdistribusi eksponensial dengan parameter β ialah.

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

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

Harga-harga keandalan untuk distribusi eksponensial adalah sebagai berikut :

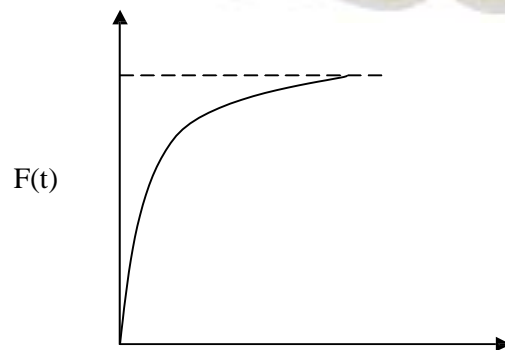
a. Fungsi kepadatan

$$f(t) = \lambda \text{Exp} (-\lambda \cdot t) \text{ dimana } t \geq 0$$

λ adalah laju kerusakan rata-rata

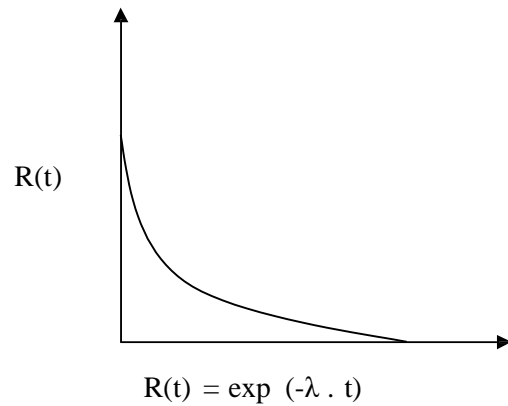
$1/\lambda$ adalah distribusi rata-rata

b. Fungsi distribusi kumulatif

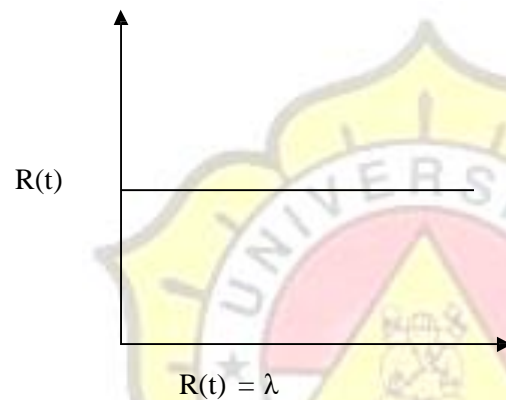


$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda \cdot t)$$

c. Fungsi keandalan



d. Laju kegagalan



4. 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 saatnya dapat dibuat mendekati secara tepat kejadian observasi.

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

$$F(x) = \alpha \cdot B \cdot X^{\beta-1} \cdot e^{-\alpha x^\beta}$$

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

Harga keandalan untuk distribusi weibull adalah sebagai berikut:

a. Fungsi kepadatan kemungkinan

$$f(t) = - \frac{t}{\beta} \beta^{-1} \exp - \frac{t}{\beta}$$

$$f(t) = - \frac{t}{\beta}^{-1}$$

Dimana $t > 0$

α adalah parameter skala perbandingan

α dan β adalah bernilai positif

Jika $\beta = 1$ -> weibull ekivalen dengan distribusi eksponensial

Jika $\beta > 1$ -> weibull ekivalen dengan distttribusi normal

2.5 MEAN TIME TO FAILURE (MTTF)

MTTF Mean Time To Failure adalah waktu rata-rata kegagalan yang terjadi selama beroperasinya suatu sistem. Atau nilai yang diharapkan dari suatu distribusi kerusakan dengan didefenisikan oleh *probability densit function* (pdf)

Perhitungan nilai MTTF untuk masing-msing distribusi adalah

1. Distribusi Normal : $MTTF = \mu$
2. Distribusi Lognormal : $MTTF = t_{med} e^{s^2/2}$
3. Distribusi Eksponensial : $MTTF = 1/\lambda$
4. Distribusi Weibull : $MTTF = \theta \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$

2.6 MODEL PENENTUAN PENGGANTIAN PENCEGAHAN

Dalam masalah perawatan, khususnya berkenaan dengan masalah perawatan pencegahan baik untuk kasus pemeriksaan maupun penggantian komponen, telah ada model standar yang dikembangkan yang diantaranya model matematis yang dikembangkan oleh Jardine.

Pemilihan model standar yang akan digunakan disesuaikan dengan karakteristik permasalahan yang diambil. Begitu pula halnya dengan kriteria yang akan digunakan, yaitu maksimasi keuntungan atau minimasi ongkos, minimasi downtime, ataupun maksimasi availabilitas.

Dalam masalah perawatan, khususnya dengan kasus penggantian komponen, sebenarnya ada banyak model. Diantara model standar yang dikembangkan Jardine, yaitu model age replacement dengan kriteria minimasi downtime dan model group replacement dengan kriteria minimasi ongkos. Model ini banyak digunakan karena model ini didasarkan pada umur pakai peralatan, sehingga dapat menghindarkan terjadinya peralatan yang masih baru dipasang akan diganti dalam waktu relatif singkat, jika terjadi kerusakan.

2.6.1 Age Replacement

Dalam model ini, saat untuk dilakukannya penggantian pencegahan adalah tergantung pada umur dari komponen. Jadi penggantian pencegahan dilakukan dengan menetapkan kembali interval waktu penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan jika terjadi penggantian akibat kerusakan yang terjadi.

Pada model age replacement ini terdapat dua macam siklus penggantian, yaitu:

- Siklus pertama ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur penggantian (t_p) sesuai dengan yang telah direncanakan
- Siklus kedua ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum mencapai waktu penggantian yang telah ditetapkan sebelumnya.

2.6.2 Group Replacement

Penggantian elemen atau item yang sama secara grup sering kali lebih murah dan mudah dilakukan dibandingkan secara satu per satu. Contoh sederhana dari model penggantian secara grup adalah lampu plan, dimana sangat tidak efisien untuk mengganti lampu satu per satu bila ada yang tidak berfungsi atau mati. (Jardine, *Maintenance Replacement and Reliability*, 1973, hal 98).

2.7 ELEMEN WAKTU DAN ONGKOS DALAM PERAWATAN

Dalam kegiatan produksi terdapat berbagai elemen waktu yang dapat dibedakan, masing-masing adalah:

- Waktu Operasi, dimana mesin/fasilitas berfungsi dengan baik dan tidak terdapat gangguan dan dipergunakan oleh sistem untuk melakukan kegiatan.
- Waktu Delay, dimana mesin/fasilitas berfungsi dengan baik dan tidak terdapat gangguan, tetapi tidak dipergunakan oleh sistem.

- Waktu Rintangan, yaitu total waktu dimana sistem tidak dapat dipergunakan.

Waktu rintangan dapat dibagi menjadi dua kelompok besar:

1. Komponen waktu rintangan akibat penggantian pencegahan
 - Waktu Pembongkaran
 - Waktu menyiapkan komponen
 - Waktu pemasangan komponen
 - Waktu pengujian
2. Komponen waktu rintangan akibat penggantian kerusakan
 - Waktu administrasii, pelaporan kondisi mesin yang rusak sampai saat mendapat persetujuan/ perintah untuk mendatangkan teknisi.
 - Waktu pembongkaran
 - Waktu menemukan kerusakan
 - Waktu menunggu kedatangan komponen pengganti
 - Waktu pemasangan komponen
 - Waktu pengujian

Tindakan perawatan, baik yang terencana maupun yang dilakukan mendadak akibat timbulnya kerusakan menimbulkan ongkos bagi perusahaan. Ongkos tersebut dapat berupa ongkos langsung (biaya tenaga kerja perawatan) maupun ongkos tak langsung ongkos menganggur, ongkos kesempatan, dll). Elemen ongkos yaitu:

Ongkos Tetap.

1. Ongkos tenaga kerja perawatan

Tenaga yang melakukan perawatan, baik pada saat perbaikan mesin yang rusak, maupun pada saat perawatan pencegahan, dibayar untuk melakukan pekerjaannya. Upah yang dibayarkan ini menjadi ongkos tenaga kerja perawatan.

2. Ongkos tenaga kerja produksi yang menganggur

Pada saat mesin berhenti berproduksi, dan dilakukan perawatan, perusahaan akan tetap membayar tenaga kerja operator mesin tersebut dan yang berkaitan dengan produksi mesin tersebut.

3. Depresiasi mesin produksi

Investasi tinggi untuk pembelian mesin akan menjadi elemen ongkos depresiasi yang percuma apabila mesin tersebut mengalami kerusakan atau tidak berproduksi.

Ongkos variabel

1. Ongkos pembelian komponen penggantian

Adakalanya suatu komponen tidak dapat diperbaiki lagi, tetapi harus diganti. Ongkos pembelianya merupakan ongkos pembelian komponen penggantian. Jika ternyata komponen tersebut dapat diperbaiki, maka ongkosnya adalah ongkos perbaikan.

2. Ongkos tenaga kerja produksi yang menganggur

Pada saat mesin berhenti berproduksi, dan dilakukan perawatan, perusahaan akan tetap membayar tenaga kerja operator mesin tersebut dan yang berkaitan dengan produksi mesin tersebut

3. Keuntungan yang tidak dapat diperoleh

Merupakan ongkos yang tidak langsung berupa hilangnya kesempatan memperoleh keuntungan sesuai yang direncanakan.

4. Ongkos administrasi dan ongkos lainnya.

Dan terdapat pula biaya yang ada dalam suatu kejadian dimana mesin tidak beroperasi.

□ **Biaya Kerusakan (*cost of failure*)**

Biaya kerusakan adalah biaya yang muncul apabila terjadi kerusakan pada mesin dan menyebabkan mesin tersebut tidak bisa melakukan proses produksi (*off*). Biaya ini terdiri dari biaya tenaga kerja, biaya komponen dan biaya kehilangan produksi.

□ **Biaya Pencegahan (*cost of preventive*)**

Adalah biaya yang timbul karena tindakan pencegahan pada mesin mesin. Biaya ini terdiri dari biaya tenaga kerja dan biaya pembelian komponen.

