

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Konsep Dasar Perawatan

Semua peralatan atau fasilitas produksi pasti akan mengalami kerusakan dikemudian hari, tapi kerusakan itu dapat dicegah dengan melakukan perbaikan berkala agar masa pakai peralatan relatif lebih panjang, kegiatan ini yang disebut dengan perawatan (*maintenance*).

Menurut Ebeling (1997), Perawatan atau *maintenance* adalah aktifitas agar suatu komponen atau sistem yang rusak akan dikembalikan atau diperbaiki dalam suatu kondisi tertentu pada periode tertentu. Keandalan atau *reliability* adalah suatu sistem probabilistik dimana ketika operasi berada pada suatu kondisi lingkungan, sistem akan menunjukkan fungsi yang dimaksud dengan sesuai dalam selang waktu tertentu. Tempat fungsi yang dapat menggambarkan keandalan suatu komponen atau sistem yaitu fungsi keandalan, fungsi distribusi kumulatif, fungsi kepadatan probabilitas, dan fungsi laju kerusakan. Parameter distribusi Weibull adalah  $\theta$  dan  $\beta$ , perhitungan nilai parameter tersebut menggunakan metode *least square*.

Menurut Assauri (2004), *Maintenance* atau pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan, penyesuaian, atau penggantian yang diperlukan agar supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan.

Sedangkan James (1988) berpendapat bahwa *Maintenance* adalah suatu kombinasi dari setiap tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu mesin/alat produksi, atau untuk memperbaikinya sampai, pada suatu kondisi yang bisa diterima. Beberapa kriteria *maintenance* menurut James :

- a. *Preventive Maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya, atau terhadap kriteria lain yang diuraikan dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima.
- b. *Corrective maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan untuk memperbaiki suatu bagian termasuk penyetulan dan reparasi yang telah terhenti untuk memenuhi suatu kondisi yang bisa diterima.
- c. *Predictive maintenance* adalah pemeliharaan pencegahan yang diarahkan untuk mencegah kegagalan suatu sarana dan dilaksanakan dengan memeriksa mesin-mesin tersebut pada selang waktu teratur dan ditentukan sebelumnya, pelaksanaan

- d. tingkat reparasi selanjutnya tergantung pada apa yang ditemukan selama pemeriksaan.
- e. *Emergency maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan seketika mesin mengalami kerusakan yang tidak terdeteksi sebelumnya.

## 2.2 Tujuan Pemeliharaan

Menurut Assauri (2004), tujuan dan fungsi *maintenance* dibagi menjadi 6 yaitu :

1. Kemampuan berproduksi 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 yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijaksanaan perusahaan mengenai investasi tersebut.
4. Untuk mencapai tingkat biaya *maintenance* serendah mungkin, dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien keseluruhannya.
5. Menghindari kegiatan *maintenance* yang dapat membahayakan keselamatan para pekerja.
6. Mengadakan suatu kerja sama yang erat dengan fungsi-fungsi utama lainnya dari suatu perusahaan, dalam rangka untuk mencapai tujuan utama perusahaan yaitu tingkat keuntungan atau *return of investment* yang sebaik mungkin dan total biaya yang rendah.

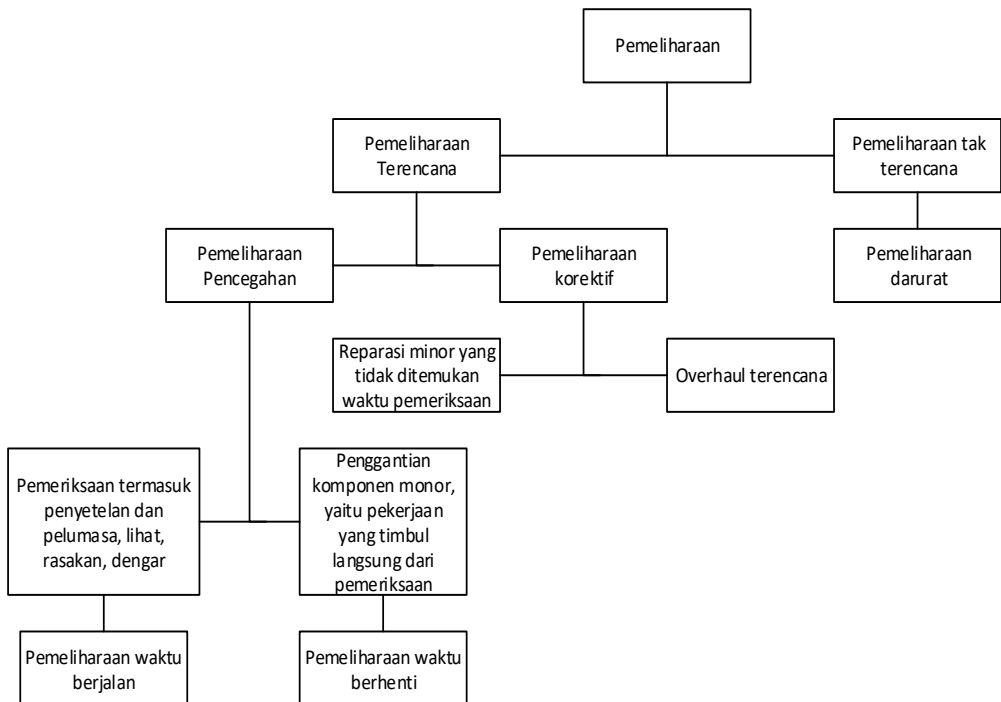
## 2.3 Hubungan Antara Berbagai Bentuk Perawatan

Dalam kegiatan perawatan bisa dikategorikan dalam perawatan terencana dan tidak terencana. Ada dua aktivitas utama kegiatan perawatan terencana yaitu pencegahan dan korektif. Bagian utama dari pemeliharaan pencegahan meliputi pemeriksaan yang berdasar pada lihat, rasakan dan dengarkan, dan penyetelan minor pada selang waktu yang telah ditentukan serta penggantian komponen minor yang ditentukan perlu diganti pada saat pemeriksaan .

Hanya ada satu kegiatan perawatan tidak terencana yaitu perawatan darurat. Perawatan darurat perlu segera dilakukan untuk mencegah akibat yang serius, misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan, atau untuk keselamatan kerja.

Perbaikan korektif meliputi perawatan minor, terutama untuk rencana jangka pendek yang mungkin timbul diantara pemeriksaan, juga *overhaul* tahunan atau dua tahunan, suatu perluasan yang direncanakan dalam rincian untuk jangka panjang

sebagai hasil pemeriksaan pencegahan. Pemeliharaan pencegahan adalah pemeliharaan yang dilakukan pada selang waktu yang ditentukan sebelumnya, atau terdapat kriteria lain yang diuraikan, dan dimaksudkan untuk mengurangi kemungkinan bagian-bagian lain tidak memenuhi kondisi yang bisa diterima.



Gambar 2.1 Hubungan antar berbagai bentuk perawatan (Corder,1988)

## 2.4 Jenis-Jenis *Maintenance*

Menurut Assauri (1980), kegiatan *maintenance* yang dilakukan dalam suatu perusahaan pabrik dapat dibedakan atas dua macam yaitu : *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*.

### 2.4.1 *Preventive Maintenance*

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 waktu 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 setiap saat. Dalam prakteknya *preventive maintenance* yang dilakukan oleh suatu perusahaan dapat dibedakan menjadi : *Routine Maintenance* dan *Periodic Maintenance*.

#### **2.4.2 Corrective Maintenance atau Breakdown Maintenance**

Kegiatan pemeliharaan atau perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelalaian pada fasilitas atau peralatan sehingga tidak dapat berfungsi dengan baik. Perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya *preventive maintenance* ataupun telah dilakukan *preventive maintenance* tetapi pada suatu waktu tertentu fasilitas atau peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini kegiatan maintenance sifatnya hanya menunggu sampai kerusakan terjadi dulu, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan.

### **2.5 Tugas-Tugas Yang Dilakukan Maintenance**

Menurut Assauri (1980), tugas-tugas *maintenance* dapat digolongkan kedalam lima tugas pokok yaitu : Inspeksi, kegiatan teknik, kegiatan produksi, pekerjaan administrasi, pemeliharaan bangunan.

#### **2.5.1 Inspeksi (Inspections)**

Kegiatan inspeksi meliputi kegiatan pengecekan atau pemeriksaan secara berkala (*routine scedule check*) bangunan dan peralatan pabrik sesuai dengan rencana serta kegiatan pengecekan atau pemeriksaan terhadap peralatan yang mengalami kerusakan dan membuat laporan-laporan dari hasil pengecekan tersebut. Adapun maksud dari pada kegiatan inspeksi ini adalah untuk mengetahui apakah perusahaan atau pabrik selalu mempunyai peralatan/fasilitas produksi yang baik untuk menjamin kelancaran proses produksi.

#### **2.5.2 Kegiatan Teknik (Engineering)**

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

#### **2.5.3 Kegiatan Produksi**

Kegiatan produksi ini merupakan kegiatan maintenance yang sebenarnya, yaitu memperbaiki dan mereparasi mesin-mesin dan peralatan. Kegiatan produksi ini dimaksudkan agar kegiatan pengolahan/pabrik dapat berjalan lancar sesuai dengan

rencana, dan untuk ini diperlukan usaha-usaha perbaikan segera jika terdapat kerusakan pada peralatan.

#### 2.5.4 Pekerjaan Administrasi (*Clerical Work*)

Pekerjaan administrasi ini merupakan kegiatan yang berhubungan dengan pencatatan-pencatatan mengenai biaya-biaya yang terjadi dalam melakukan pekerjaan-pekerjaan *maintenance* dan biaya-biaya yang berhubungan dengan kegiatan *maintenance*, komponen atau *sparepart* yang dibutuhkan, *progres report* tentang apa yang telah dikerjakan, waktu dilakukannya inspeksi dan perbaikan, serta lamanya perbaikan tersebut, dan komponen atau *sparepart* yang tersedia dibagian *maintenance*.

#### 2.5.5 Pemeliharaan Bangunan (*House Keeping*)

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

### 2.6 Distribusi Probabilitas

#### 1) Distribusi Normal

Distribusi normal mempunyai laju kerusakan yang naik sejak bertambahnya umur alat, yang berarti probabilitas kerusakan alat atau komponen naik sesuai dengan bertambahnya umur komponen tersebut. Distribusi normal mempunyai dua parameter yaitu rata-rata dan standard deviasi. Adapun fungsi-fungsi distribusi normal dinyatakan sebagai berikut:

Fungsi padat probabilitas :  $f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(t-\mu)^2/2\sigma^2}$ , dengan  $t \in$  bil nyata

Fungsi distribusi kumulatif : diwakili oleh  $z = \frac{t - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$ , dengan  $z \sim N(0,1)$

Parameter : lokasi  $\mu \in (-\infty, \infty)$  dan skala ( $\sigma > 0$ )

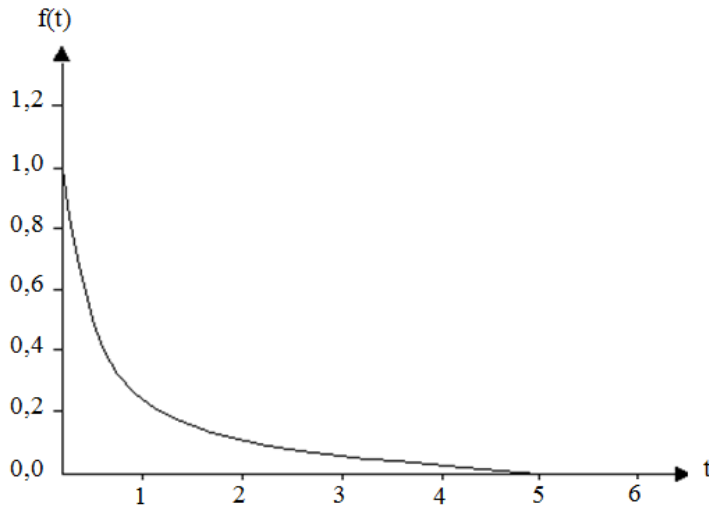
Rata – rata ( Mean ) :  $\mu$

Varians :  $\sigma^2$

#### 2) Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial memiliki laju kerusakan yang konstan, tidak tergantung pada waktu. Dengan demikian probabilitas terjadinya kerusakan pada suatu

komponen atau alat tidak tergantung pada umur alat tersebut. Distribusi eksponensial memiliki satu parameter yaitu  $\beta$ .



Gambar 2.2 Distribusi Exsponensial

Fungsi padat probabilitas :  $f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-x/\beta}$  , dengan  $t \geq 0$

Fungsi distribusi kumulatif :  $F(x) = 1 - e^{-x/\beta}$  , dengan  $t \geq 0$

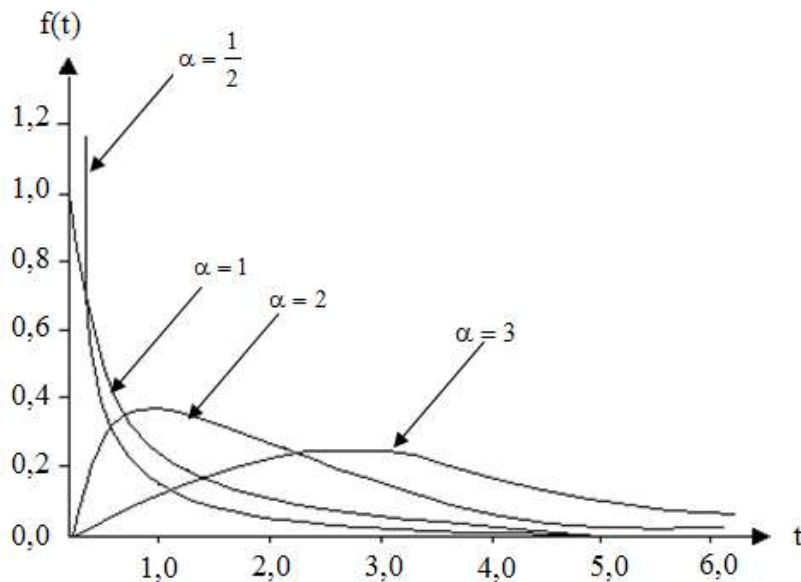
Parameter :  $\beta$

Rata – rata ( Mean ) :  $\beta$

Varians :  $\beta^2$

### 3) Distribusi Gamma

Distribusi ini mempunyai laju kerusakan yang menurun dan menaik dengan bertambahnya umur komponen. Distribusi gamma mempunyai dua parameter yaitu  $\alpha$  dan  $\beta$ .



Gambar 2.3 Distribusi Gamma

Fungsi padat probabilitas :  $f(t) = \frac{\beta^{-\alpha} t^{\alpha-1} e^{-(t/\beta)}}{\Gamma(\alpha)}$ , dengan  $t \geq 0$

Fungsi distribusi kumulatif :  $F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)} \sum_{j=0}^{\alpha-1} \frac{(t/\beta)^j}{j!}$ , dengan  $t \geq 0$

Parameter : bentuk ( $\alpha$ ) dan skala ( $\beta$ )

Rata – rata ( Mean ) :  $\alpha\beta$

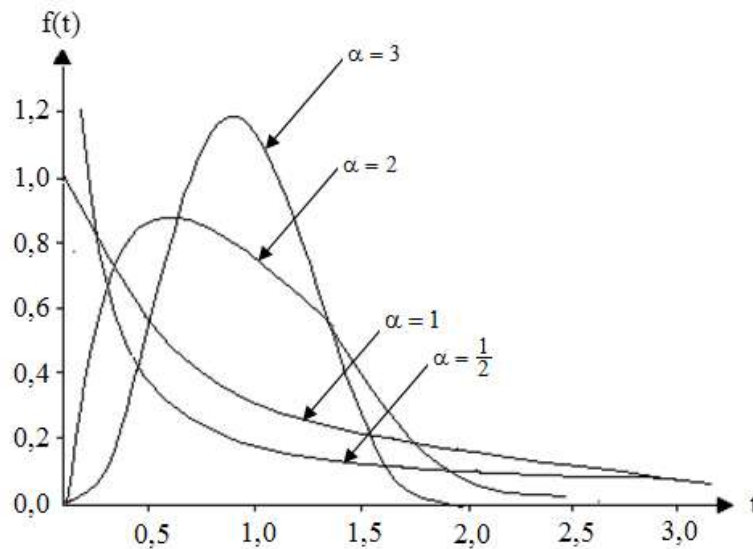
Varians :  $\alpha\beta^2$

#### 4) Distribusi Weibull

Distribusi ini merupakan distribusi yang paling sering digunakan untuk menganalisis data kerusakan, karena distribusi weibull dapat memenuhi beberapa periode kerusakan yang terjadi, yaitu periode awal (*early failure*), periode normal, dan periode pengausan (*wear out*). Periode tersebut tergantung dari nilai parameter bentuk fungsi distribusi weibull. Distribuis weibull mempunyai laju kerusakan menurun untuk  $\beta < 1$ , laju kerusakan konstan untuk  $\beta = 1$ , dan laju kerusakan naik untuk  $\beta > 1$ .

Fungsi padat probabilitas :  $f(t) = \alpha\beta^{-\alpha} t^{\alpha-1} e^{-(t/\beta)^\alpha}$ , dengan  $t \geq 0$

Fungsi distribusi kumulatif	: $F(t) = 1 - e^{-(t/\beta)^\alpha}$ , dengan $t \geq 0$
Parameter	: bentuk ( $\alpha$ ) dan skala ( $\beta$ )
Rata – rata ( Mean )	: $(\frac{\beta}{\alpha}) \Gamma(\frac{1}{\alpha})$
Varians	: $(\frac{\beta^2}{\alpha}) \{ 2 \Gamma(\frac{2}{\alpha}) - (\frac{1}{\alpha}) [\Gamma(\frac{1}{\alpha})]^2 \}$



Gambar 2.4 Distribusi Weibull

## 2.7 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi digunakan untuk mengetahui model distribusi dari suatu kumpulan kejadian. Kejadian tersebut antara lain data lama waktu mesin beroperasi sampai rusak (TTF), data lama waktu tunggu mesin diperbaiki (WTTR), data lama waktu perbaikan mesin (TTR), data lama waktu antar perbaikan mesin (TBR).

### Uji Kolmogorov Smirnov (K-S)

Uji ini melakukan perbandingan antara data hasil penelitian (data empirik) dengan distribusi teoritis yang diasumsikan. Jika perbedaannya cukup besar maka model teoritis yang diasumsikan ditolak.

Pada uji K-S adalah data tidak perlu dikelompokkan (sehingga tidak ada informasi yang hilang) dan berlaku untuk sembarang besaran sampel ( $n$ ).



Uji K-S, didefinisikan fungsi distribusi empirik  $F_n(t)$  dari data  $t_1, t_2, \dots, t_n$  sebagai:

$$F_n = \frac{\text{jumlah } t_i \leq t}{n}, \text{ untuk semua bilangan nyata } t$$

Jadi  $F_n(t)$  merupakan fungsi tangga (kontinyu dari kanan) sedemikian hingga

$$F_n(t_{(i)}) = \frac{i}{n}, i = 1, 2, \dots, n$$

Jika  $\hat{F}(t)$  adalah distribusi yang diasumsikan, maka sebagai statistik uji K-S adalah :

$$D_n = \max\{|F_n(t), \hat{F}(t)|\}, D_n \text{ dapat dihitung dengan : } D_n = \max\{D_n^+, D_n^-\},$$

dimana  $D_n^+ = \text{Max}\left\{\frac{i}{n} - \hat{F}(t_i)\right\}$   $D_n^- = \text{Max}\left\{\hat{F}(t_i) - \frac{i-1}{n}\right\}$

Dalam hal ini ada beberapa kriteria :

- Jika semua parameter F diketahui (tidak dihitung dari sampel), maka asumsi bahwa data atau  $t_1, t_2, \dots, t_n$  sesuai dengan fungsi distribusi  $\hat{F}$  akan ditolak jika  $(\sqrt{n} + 0,12 + \frac{0,11}{\sqrt{n}})D_n > C_{1-\alpha}$ , di mana nilai  $C_{1-\alpha}$  diperoleh dari tabel 2.2.
- Jika distribusi yang diasumsikan adalah  $N(\mu(\sigma^2))$  di mana  $\mu$  dan  $\sigma^2$  tidak diketahui (tapi diduga oleh  $\bar{t}$  dan  $s^2$ ) dan fungsi distribusi  $\hat{F}$  menjadi  $N(\bar{t}, s^2)$  maka asumsi ditolak  $(\sqrt{n} - 0,01 + \frac{0,85}{\sqrt{n}})D_n > C'_{1-\alpha}$ , di mana nilai  $C'_{1-\alpha}$  diperoleh dari tabel 2.2.
- Jika distribusi yang diasumsikan adalah  $E(\frac{1}{\beta})$  dengan  $\beta$  tidak diketahui (tapi diduga dari  $\frac{1}{\bar{x}}$ ) dan fungsi distribusi  $\hat{F} = 1 - e^{-t/\beta}$ , maka asumsi ditolak jika :  $(D_n - 0,2)(\sqrt{n} + 0,26 + \frac{0,5}{\sqrt{n}}) > C''_{1-\alpha}$ , di mana nilai  $C''_{1-\alpha}$  diperoleh dari tabel 2.2.
- Jika distribusi yang diasumsikan adalah Weibull dengan  $\alpha$  dan  $\beta$  tidak diketahui (tapi diduga dari  $\hat{\alpha}$  dan  $\hat{\beta}$ ) dan fungsi distribusi  $\hat{F}(t) = 1 - e^{-(t/\hat{\beta})^{\hat{\alpha}}}$ , maka asumsi ditolak jika :  $D_n > d_{n,1-\alpha}$ , di mana nilai  $d_{n,1-\alpha}$  diperoleh dari tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai-nilai kritis  $C_{1-\alpha}$ ,  $C'_{1-\alpha}$  dan  $C''_{1-\alpha}$  untuk uji K-S

	Statistik Uji	$1-\alpha$				
		0,850	0,900	0,950	0,975	0,990
Semua parameter diketahui	$(\sqrt{n} + 0,12 + \frac{0,11}{\sqrt{n}})D_n$	1,138	1,224	1,358	1,480	1,628
$N(\mu(\sigma^2))$	$(\sqrt{n} - 0,01 + \frac{0,85}{\sqrt{n}})D_n$	0,775	0,819	0,895	0,955	1,035
$E(\frac{1}{\beta})$	$(D_n - 0,2)(\sqrt{n} + 0,26 + \frac{0,5}{\sqrt{n}})$	0,926	0,990	1,094	1,190	1,308

Tabel 2.3 Nilai-nilai kritis  $d_{n,1-\alpha}$  untuk uji K-S distribusi Weibull

N	$1-\alpha$				
	0,800	0,850	0,900	0,950	0,990
10	0,218	0,228	0,240	0,260	0,300
15	0,181	0,190	0,201	0,217	0,251
20	0,158	0,165	0,175	0,191	0,220
25	0,142	0,149	0,157	0,170	0,195
30	0,130	0,136	0,144	0,156	0,179
35	0,121	0,126	0,134	0,146	0,173
40	0,113	0,118	0,125	0,136	0,158

## 2.8 Keandalan (*Reliability*)

### 2.8.1 Definisi Keandalan (*Reliability*)

Menurut Ebeling (1997), keandalan atau *reliability* adalah sistem probabilistik dimana ketika operasi berada pada suatu kondisi lingkungan, sistem akan menunjukkan fungsi yang dimaksud dengan sesuai dalam selang waktu tertentu. Tempat fungsi yang dapat menggambarkan keandalan suatu komponen atau sistem yaitu fungsi keandalan, fungsi distribusi kumulatif, fungsi kepadatan probabilitas, dan fungsi laju kerusakan.

Setiap fungsi *reliability* hanya mempunyai satu fungsi kerusakan yang dapat dibedakan menjadi beberapa distribusi yaitu distribusi eksponensial, distribusi normal, distribusi weibull, Jardine (1973).

### 2.8.2 Parameter Keandalan

Keandalan (R) didefinisikan sebagai peluang suatu unit atau sistem berfungsi normal, jika digunakan kondisi operasi tertentu untuk duatu periode tertentu. Nilai R

adalah antara 0 dan 1, karena merupakan nilai probabilitas. Keandalan juga ditentukan oleh waktu sebagai variabel random, maka diperlukan suatu fungsi keandalan.

Dinotasikan  $R(t)$  = Probabilitas suatu sistem dapat berfungsi dengan baik selama  $(0,t)$ . Sehingga  $R(t) = P$  (peralatan beroperasi pada saat  $t$ ).

Jika  $x$  menyatakan umur suatu alat, maka :

$$\begin{aligned} R(t) &= P(x > t) \\ &= 1 - P(x \leq t) \\ &= 1 - F(t) \end{aligned}$$

Dimana :

$F(t)$  = Probabilitas Kerusakan

$R(t)$  = Fungsi Keandalan

Untuk  $t = 0$ ,  $R(t) = 1$ , sistem dinyatakan dalam keadaan baik

Untuk  $t = \infty$ ,  $R(t) = 0$ , sistem, dinyatakan dalam keadaan rusak

Rumus Keandalan :

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt = \int f(t)dt \dots\dots\dots(2.1)$$

Rumus CDF (*Cumul Distribution Failure*)

$$F(t) = P(x \leq t) \dots\dots\dots(2.2)$$

**2.9 Kajian Hasil Penelitian Terdahulu**

1. Penelitian Eti Kristinawati (2001), dengan judul “Penentuan Interval Perawatan Mesin Produksi Untuk Meningkatkan *Availability* Melalui Analisis Keandalan” menggunakan metode *Reliability* akan menghasilkan interval perawatan mesin *extruder* dan interval pengadaan komponen mesin yang dapat menurunkan biaya perawatan mesin.
2. Penelitian Dyah Retno P dan Haris F (2002), dengan judul “Analisis Keandalan Pada Komponen Mesin Pencetak Koran Webb Offset” menggunakan metode *Reliability* dan *Safety Stock* menghasilkan nilai keandalan setiap komponen yang sering mengalami kerusakan dan interval pemesanan suku cadang yang optimal selama *lead time* serta total *Incrimantal cost* setiap interval pemesanan.
3. Penelitian Budiharjo dan Zulfa Fitri Ikatrinasari (2016), dengan judul “Upaya Perbaikan Keandalan *Roller Mill* Dengan *Root Cause Analysis* Dan Pendekatan *Preventive Maintenance*” menggunakan metode *Root Cause Analysis* dan Pendekatan *Preventive Maintenance* menghasilkan rata-rata waktu dominan *sparepart* yang mengalami kerusakan pada mesin *Roller Mill* sehingga dapat

diketahui kualitas *sparepart* yang terpasang pada mesin dan dengan dilakukannya perbaikan implementasi kegiatan *preventive maintenance* dapat meningkatkan *Operational Availability* (Ao) sehingga dapat memperbaiki nilai keandalan pada mesin *Roller Mill*.