

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Manfaat perawatan pencegahan sudah dibuktikan dari beberapa penelitian yang dilakukan dilakukan oleh :

1. Bambang Trimardianto (2003) dengan penelitian berjudul Penentuan Waktu Standar Pada Pekerjaan Preventive Maintenance Peralatan di PT PLN Unit Pembangkit Listrik Jawa-Bali, Gresik yang menggunakan waktu perawatan pencegahan sebagai waktu standar perencanaan. Variabel yang digunakan untuk analisis adalah variabel keandalan ( $R(t)$ ), Waktu standar operasi (WS) sebagai waktu operasi mesin sampai mesin mengalami kerusakan (MTTF).
2. Tanti Oktavia, Ronald E. Stok dan Yenny Amelia (2001) dalam Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Industri UK. Petra Surabaya volume 3 nomer 1, Juni 2001 dengan penelitian berjudul Implementasi Total Productive Maintenance di Departemen Non Jahit PT. Kerta Rajasa Raya Sidoarjo. Penelitian ini menyimpulkan bahwa peran perawatan korektif harus diganti ke arah perawatan pencegahan dengan cara pembuatan jadwal perawatan secara teratur. Variabel yang digunakan untuk analisis adalah variabel keandalan ( $R(t)$ ), Waktu operasi mesin sampai mesin mengalami kerusakan (MTTF).

#### **2.2. Dasar Teori**

##### **2.2.1. Reach Stacker**

*Reach stacker* merupakan salah satu tipe pesawat pengangkat dimaksudkan untuk keperluan mengangkat dan memindahkan barang dari suatu

tempat ketempat yang lain yang jangkauannya relatif terbatas. *Reach stacker* merupakan peralatan pemindah bahan yang paling flexibel yang dioperasikan pada terminal pelabuhan kecil maupun sedang. *Reach stacker* dapat mengangkat kontainer dalam jarak dekat dengan relatif cepat dan juga dapat menyusun kontainer pada berbagai posisi tergantung ruang gerak yang ada. *Reach stacker* terlihat pada lampiran 12 dan 13 dapat mengangkat beban hingga 40 ton. Terdapat beberapa keterbatasan dalam pengoperasian sudut lengan pengangkat.

### 2.2.2. Komponen-Komponen *Reach Stacker*

Terdapat 2 komponen utama pada *Reach stacker* yaitu :

#### 1. *Spreader*

*Spreader* berfungsi untuk menjepit peti kemas. Pada *spreader* inilah terdapat komponen *Twist lock* yang berguna untuk mengunci peti kemas sebelum diangkat *spreader*

#### 2. Lengan/ boom

Lengan berfungsi sebagai pengangkat / penyangga beban agar dapat menjangkau tempat yang tinggi

Untuk keperluan penelitian, penulis mengambil data teknik yang dibutuhkan melalui survey data di lapangan. Spesifikasi teknik yang dibahas meliputi spesifikasi pada *reach stacker* dan spesifikasi peti kemas.

#### 1. Spesifikasi *Reach Stacker*

Daya, putaran =246 kW, 2000 rpm

Tipe boom =2 seksi teleskopik

$M_{maks}$  = Berat kendaraan=68400 kg

$W$  = Beban maksimal= 392000 N

U	= Jarak maksimum spreader dari tanah = 15 m
L	= Wheel base = 5,9 m
M	= Panjang lengan/boom (pendek/panjang) = 9,3/16,06 m
n/q	= Tinggi keseluruhan,min/max= 4,7/18,1 m
o	= Lebar keseluruhan,20feet/40feet = 6,04/12,17 m
p	= Panjang Keseluruhan dengan lengan = 11,5 m
r	= jarak roda terluar = 4,2 m
s	= panjang mobil= 8 m
t	= jarak titik berat beban ke roda depan = 1,9 m

### 2.2.3. Cara Kerja *Reach Stacker*

Reach stacker bekerja dengan mekanisme angkat dengan cara memanjang(boom out), meninggikan lengan pengangkat (lift) lalu memindahkan petikemas dengan mekanisme memobilisasi ke tempat lain. Adapun cara kerja dari reachstacker ini dapat dibagi atas tiga gerakan yaitu:

#### 1. Gerakan Mobil

Gerakan mobilisasi ini adalah gerakan reachstacker untuk pindah dari suatu tempat ketempat lain. Reach stacker bergerak seperti gerakan mobil pada umumnya. Reachs tacker memiliki 6 buah ban karet yang terdiri dari 2 buah ban pada bagian belakang dan 4 buah ban dibagian depan. Roda pada reachstacker digerakkan oleh putaran yang berasal dari mesin. dimana Kecapatan maksimum dari gerakan mobil ini mencapai 25 km.

## 2. Gerakan Lengan/Boom

Gerakan lengan/boom ini adalah gerakan angkat (lift) dan turun lengan (lower) serta gerakan memanjang (boom out) dan memendek lengan (boom in) secara bersamaan sehingga lengan dapat mengangkat dan menurunkan peti kemas sampai pada ketinggian tertentu. Gerakan lengan ini memiliki sudut tertentu terhadap bidang datar yang diperbolehkan sehingga reachstacker tidak terbalik sewaktu mengangkat beban. Gerakan lengan/boom pada saat memanjang dan memendek.

## 3. Gerakan Trolley

Gerakan trolley (swing atau rotator) adalah gerakan untuk memutar spreader dan menyeimbangkan petikemas agar selalu dalam keadaan tegak, yang berarti memutar peti kemas sehingga peti kemas dapat dengan tepat disusun secara bertingkat. Gerakan trolley yang memutar spreader kekiri dan kekanan

## 4. Gerakan Spreader

Gerakan spreader ini adalah gerakan untuk memanjang dan memendekkan spreader sehingga dapat disesuaikan untuk mengangkat peti kemas. Spreader dapat memanjang dengan menggunakan daya hidrolik. Spreader dapat memanjang dengan panjang 40 feet dan 20 feet disesuaikan dengan standar internasional ukuran peti kemas.

### **2.2.4. Pengertian Manajemen Perawatan**

Secara alamiah barang, peralatan atau fasilitas produksi yang digunakan suatu saat pasti akan rusak. Tapi usia kegunaannya dapat diperpanjang dengan

melakukan kegiatan perbaikan secara berkala, yang dikenal sebagai kegiatan perawatan.

Perawatan didefinisikan sebagai suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima (Corder, 1988). Berdasarkan definisi tersebut terdapat beberapa alasan betapa pentingnya melakukan perawatan, yaitu :

1. Agar fasilitas selalu siap pakai pada saat yang diperlukan
2. Seiring dengan waktu, tentunya kondisi dari suatu fasilitas yang mengalami pemakaian, kemampuan kinerjanya semakin lama akan semakin menurun. Bila tanpa dilakukan kegiatan perawatan, maka fasilitas tersebut tidak lagi mempunyai kemampuan kerja secara teknis maupun secara ekonomis
3. Diharapkan dapat memperpanjang usia pakai dari suatu fasilitas tersebut.

Beberapa kerusakan pada suatu peralatan produksi tidak hanya berakibat berhenti sebagai alat produksi, tapi juga peralatan produksi lainnya akan ikut berhenti. Oleh karena itu untuk menghasilkan suatu keberhasilan perawatan harus dilakukan perawatan secara terencana.

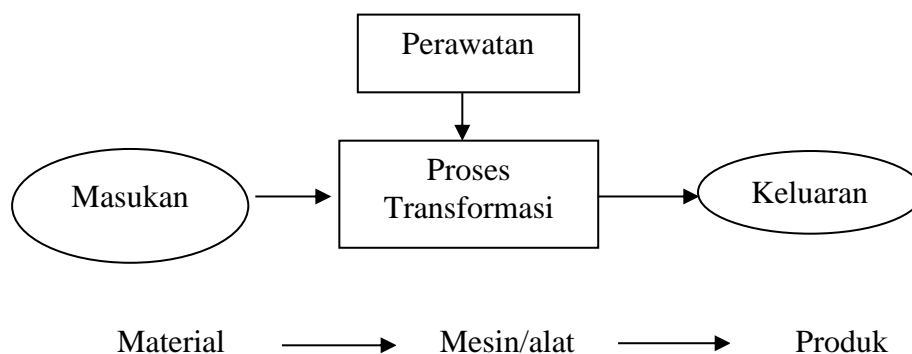
Pada perawatan terencana, suatu peralatan akan mendapat giliran perbaikan sesuai dengan selang waktu yang telah ditentukan. Dengan demikian kerusakan yang lebih besar dapat dihindari. Selang waktu perbaikan ditentukan berdasarkan beban dan derajat kerumitan dari peralatan. Jadi dengan perawatan terencana diharapkan dapat memperpanjang umur pakai dari peralatan dan dapat mengurangi kerusakan yang tidak diharapkan.

Untuk mencapai tujuan dan harapan tersebut, industri, bengkel-bengkel kerja atau unit-unit kerja lain tidak hanya ditunjang oleh fasilitas dan teknik pemeliharaan saja, tapi juga diperlukan manajemen perawatan. Pengertian manajemen perawatan adalah organisasi pemeliharaan yang sesuai dengan kebijaksanaan yang disetujui. (Corder, 1988). Kebijaksanaan yang disetujui harus jelas dan tidak meragukan. Kebijaksanaan ini juga harus mendefinisikan perawatan yang diterima.

### 2.2.5. Peranan Perawatan Serta Hubungannya Dengan Sistem Produksi

Dalam industri dikenal istilah produk yang merupakan hasil dari suatu proses secara terputus maupun secara berkesinambungan, proses tersebut membuat suatu sistem yang saling terkait. Sistem tersebut dinamakan sistem produksi yang merupakan sarana untuk mengubah sumber daya seperti manusia, peralatan menjadi barang atau jasa yang bermanfaat.

Untuk memenuhi keluaran yang diinginkan, fasilitas produksi harus digunakan seoptimal mungkin supaya kegiatan produksi dapat berjalan lancar. Untuk menjaga kelancaran kegiatan produksi diperlukan kegiatan perawatan.



Gambar 2.1. Hubungan antara perawatan dengan sistem produksi

Peranan kegiatan perawatan tidak hanya untuk menjaga agar sistem tetap bekerja, tapi juga produk dapat dihasilkan dan diserahkan kepada konsumen tepat waktu serta kualitas yang sesuai dengan harapan. (Sudrajat, 1998). Peranan ini biasanya baru diingat bila telah terjadi kerusakan dan kemacetan. Seandainya kegiatan perawatan dilakukan secara menyeluruh dan benar, akan berguna untuk menjamin kesinambungan proses produksi dari kemacetan yang timbul dari kerusakan fasilitas produksi. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan, bahwa :

1. Fungsi perawatan berhubungan dengan fungsi produksi
2. Kegiatan perawatan sebagai pendukung proses produksi
3. Hasil dari perawatan terhadap fasilitas produksi adalah fasilitas produksi tersebut dapat digunakan secara terus menerus sampai batas usia penggunaannya tercapai
4. Kegiatan perawatan selalu berhubungan dengan peralatan, mesin dan fasilitas lain serta harus selalu diawasi dan dikendalikan.

#### **2.2.6. Tujuan Perawatan**

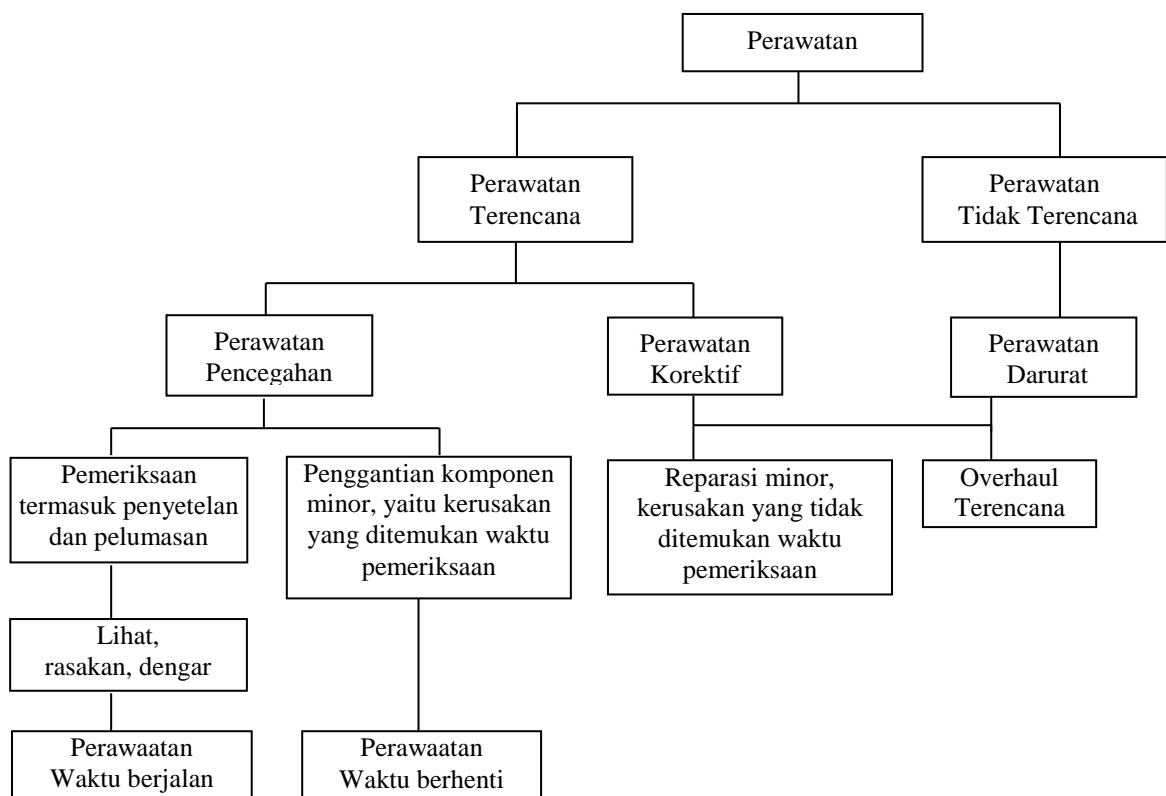
Tujuan utama perawatan adalah untuk :

1. Memperpanjang usia kegunaan fasilitas produksi
2. Menjamin adanya persediaan peralatan produksi yang optimal pada saat dibutuhkan
3. Menjamin kesiapan operasional seluruh peralatan pada saat dibutuhkan
4. Menjamin keselamatan kerja bagi yang menggunakan fasilitas produksi tersebut

### 2.2.7. Hubungan Antara Berbagai Bentuk Perawatan

Kegiatan perawatan dapat berupa terencana dan tak terencana. Hanya ada satu bentuk perawatan tak terencana, yaitu perawatan darurat. Perawatan darurat adalah tindakan perawatan yang harus dilakukan untuk mencegah akibat yang sangat serius, misalnya hilangnya produksi, kerusakan besar pada peralatan atau untuk alasan keselamatan kerja.

Perawatan terencana terbagi menjadi dua kegiatan utama, yaitu perawatan pencegahan dan perawatan korektif. Bagian utama dari perawatan pencegahan meliputi pemeriksaan yang berdasarkan lihat, rasakan dan dengarkan dan penyesuaian minor (penyetelan minor) pada selang waktu yang ditentukan serta penggantian komponen minor yang ditemukan rusak pada saat pemeriksaan..



Gambar 2.2. Hubungan antara berbagai bentuk perawatan (Corder, 1988)



Perawatan korektif meliputi perbaikan minor, terutama untuk rencana jangka pendek, yang mungkin timbul di antara waktu pemeriksaan, juga overhaul terencana misalnya overhaul tahunan atau dua tahunan, suatu perluasan yang direncanakan dalam rincian untuk jangka panjang sebagai hasil pemeriksaan pencegahan

Perawatan pencegahan adalah suatu rangkaian kegiatan perawatan yang berguna memperpanjang umur suatu fasilitas dan mengidentifikasi bahwa fasilitas sudah dalam keadaan tidak bekerja normal seperti yang diharapkan (kritis) dan akan mengalami kerusakan. (Levitt, 1997).

#### **2.2.8. Keandalan**

Keandalan (R) didefinisikan sebagai peluang suatu unit atau sistem berfungsi normal, jika digunakan kondisi operasi tertentu untuk suatu periode tertentu. Saat ini teori keandalan sangat membantu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan manajemen perawatan, yaitu untuk memperkirakan keandalan suatu peralatan sehingga dapat ditentukan waktu untuk perawatannya. 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  $R(t) = P \{ \text{peralatan beroperasi pada saat } t \}$ . 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  $F(t)$  merupakan fungsi distribusi kumulatif (cdf) umur peralatan. Fungsi kepadatan probabilitas dari peralatan tersebut (pdf) merupakan turunan cdf, yaitu

$$: f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{-d(1-R(t))}{dt} = \frac{-dR(t)}{dt}$$

$$R(t) = 1 - \int_0^t f(t)dt = \int_t^{\infty} f(t)dt$$

Keandalan sering dinyatakan dalam angka ekspektasi masa pakai yang dinotasikan dengan  $E(t)$  dan sering disebut dengan MTTF (*Mean Time to Failure*)

$$E(t) = \int_{-\infty}^{\infty} t \cdot f(t)dt$$

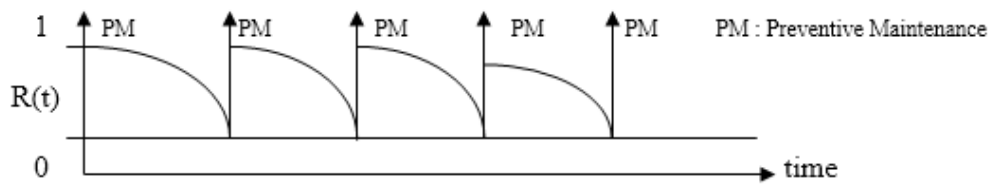
Kalau  $t$  selalu positif, maka persamaan menjadi :

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

Mean Time To Failure (MTTF) adalah waktu rata-rata suatu fasilitas bekerja dengan normal hingga mengalami kerusakan. MTTF ini didapatkan dari rata-rata tingkat kerusakan fasilitas dengan pendekatan distribusi probabilitas tertentu. (Mitra, 1993).

### **2.2.9. Model Age Replacement**

Dua model untuk penentuan interval waktu yang optimal bagi penggantian pencegahan yang umum digunakan adalah model Age Replacement dan model Block Replacement (Jardine, 1987). Untuk penelitian ini digunakan model Age Replacement dengan kriteria minimasi biaya.



Gambar 2.3. model Age Replacement (Jardine, 1978)

Dalam model ini saat untuk dilakukan penggantian pencegahan adalah tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan adalah dengan menetapkan kembali interval penggantian pencegahan berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan jika terjadi kerusakan yang menuntut dilakukan penggantian.

Ada beberapa asumsi dari penggunaan model ini, yaitu :

- a. Laju kerusakan komponen bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian yang terjadi pada mesin.
- b. Peralatan yang telah dilakukan penggantian komponen akan kembali pada kondisi semula.
- c. Tidak ada permasalahan dalam penyediaan suku cadang.

Pada model Age Replacement terdapat dua macam siklus penggantian, yaitu :

1. Siklus pertama yang ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur penggantian ( $t$ ) sesuai dengan yang telah direncanakan.
2. Siklus kedua ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum mencapai waktu penggantian yang ditetapkan sebelumnya.

Dari kedua model yang dikemukakan Jardine akan dipilih model yang sesuai dengan karakteristik permasalahan yang nyata dihadapi.

Permasalahan penggantian komponen pada unit *Reach Stacker* (RS) sesuai dengan siklus penggantian yang kedua. Alasan memilih model *Age Replacement*, adalah :

1. Pertimbangan sifat non-repairable dari komponen

Terhadap komponen yang rusak tidak dapat dilakukan penggantian per bagian yang rusak saja, melainkan harus dilakukan penggantian seluruh bagian komponen, setelah mencapai umur pakainya.

2. Pertimbangan harga komponen

Komponen yang diganti merupakan komponen yang mahal, sehingga dengan model ini dapat dihindari interval penggantian pencegahan penggantian komponen yang relatif berdekatan.

3. Pertimbangan kemampuan menyediakan suku cadang (*availability performance*). Unit *Reach Stacker* (RS) merupakan alat yang sangat berperan pada proses bongkar muat kapal, sehingga total down time karena penggantian kerusakan komponen maupun penggantian pencegahan komponen dipisahkan

Pada model *Age Replacement*, bila terjadi kerusakan maka akan dilakukan kembali penentuan waktu penggantian komponen berikutnya. Sehingga didapat total biaya perawatan per satuan waktu :

$$C_t = \frac{C_m.R(t) + C_r.(1 - R(t))}{MTBR}$$

dimana :

$C_r$  : Biaya penggantian komponen

$C_m$  : Biaya perawatan pencegahan kerusakan

$R(t)$  : Keandalan

$t$  : Interval waktu penggantian pencegahan

$C_t$  : Total biaya pemeliharaan per satuan waktu

$$C_t = \frac{\text{Ekspektasi jumlah biaya } \textit{penggantian}}{\text{Ekspektasi panjang siklus (MTBR)}}$$

### 2.2.10. Model Distribusi

Dalam analisa keandalan ada beberapa distribusi statistik yang digunakan, yaitu distribusi normal, eksponensial, distribusi weibull dan distribusi gamma (Law, 1991).

#### Distribusi Eksponensial

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

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

Parameter :  $\beta$

Rata – rata ( Mean ) :  $\beta$

Varians :  $\beta^2$

#### Distribusi Weibull

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 :  $(\frac{\beta^2}{\alpha}) \{ 2 \Gamma(\frac{2}{\alpha}) - (\frac{1}{\alpha}) [\Gamma(\frac{1}{\alpha})]^2 \}$

#### 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 :  $\alpha\beta^2$

### **Distribusi Normal**

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

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 :  $\sigma^2$

### **2.2.11. Uji Kesesuaian Model 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**

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

Untuk data sampel berukuran  $n$ , data pengamatan yang dihasilkan diatur kembali dengan cara diurutkan dari kecil ke besar, sedemikian hingga  $t_1 < t_2 < \dots < t_n$ . Dalam uji ini diperoleh  $D_n = \text{Max}\{D_n^+, D_n^-\}$ , yaitu probabilitas terbesar yang diperoleh dari perbedaan nomer sampel yang sudah diurutkan

dengan fungsi distribusi teoritis dengan data hasil penelitian sebagai masukan.

Sedangkan  $D_n$  didapat dari perbandingan antara :

$$D_n^+ = \text{Max}\left\{\frac{i}{n} - F(t_i)\right\} \text{ dan } D_n^- = \text{Max}\left\{F(t_i) - \frac{i-1}{n}\right\}, \text{ dimana } i = 1, 2, \dots, n$$

Dengan ketentuan jika nilai hitung statistik dengan  $D_n$  sebagai masukan lebih kecil dibandingkan dengan taraf kesalahan yang disyaratkan, maka distribusi data hasil penelitian sesuai dengan distribusi yang diasumsikan, sebaliknya bila lebih besar maka distribusi data hasil penelitian tidak sesuai dengan distribusi yang diasumsikan.

Tabel 2.1. Nilai kritis untuk uji K-S ( $C_{1-\alpha}$ ,  $C'_{1-\alpha}$ ,  $C''_{1-\alpha}$ )

Kasus	Uji Statistik	1 - $\alpha$				
		0.85	0.90	0.95	0.975	0.99
1	$\left(\sqrt{n} + 0.12 + \frac{0.11}{\sqrt{n}}\right) D_n$	1.138	1.224	1.358	1.480	1.628
2	$\left(\sqrt{n} - 0.01 + \frac{0.85}{\sqrt{n}}\right) D_n$	0.775	0.819	0.895	0.955	1.036
3	$\left(D_n - \frac{0.2}{n}\right) \left(\sqrt{n} + 0.26 + \frac{0.5}{\sqrt{n}}\right)$	0.926	0.990	1.094	1.190	1.308

Tabel 2.2. Nilai kritis uji K-S untuk Weibull ( $C^*_{1-\alpha}$ )

n	1 - $\alpha$			
	0.900	0.950	0.975	0.990
10	0.760	0.819	0.880	0.944
20	0.779	0.843	0.907	0.973
30	0.790	0.856	0.922	0.988
~	0.803	0.874	0.939	1.007