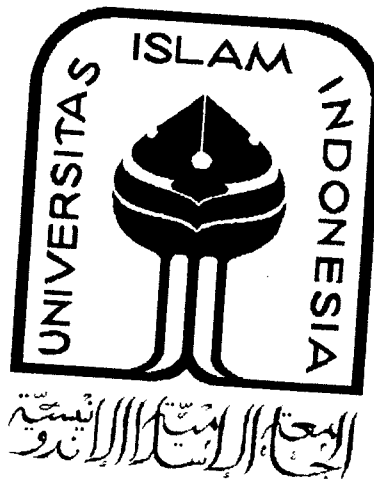


**TUGAS AKHIR**  
**USULAN METODE PREVENTIVE MAINTENANCE**  
**DALAM PENENTUAN KEBIJAKAN PEMELIHARAAN MESIN**  
**(Studi Kasus Di PT. INKA Madiun)**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat**  
**Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1**  
**Teknik Industri**



Oleh:

Nama : Romi Andryan Tanjung  
No. Mhs : 04 522 127

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
2009

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

## USULAN METODE PREVENTIVE MAINTENANCE DALAM PENENTUAN KEBIJAKAN PEMELIHARAAN MESIN

(Study Kasus di PT. INKA Madiun)

### TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : ROMI ANDRYAN TANJUNG

No. Mahasiswa : 04 522 127

Yogyakarta, Maret 2009

Menyetujui,  
Pembimbing Tugas Akhir



(Ali Parkhan, Ir., MT)

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**USULAN METODE PREVENTIVE MAINTENANCE  
DALAM PENENTUAN KEBIJAKAN PEMELIHARAAN MESIN  
(Studi Kasus Di PT. Inka Madiun)**

**TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Romi Andryan Tanjung

No. Mahasiswa : 04522127

**Telah Dipertahankan Di Depan Sidang Penguji  
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1**

**Teknik Industri**

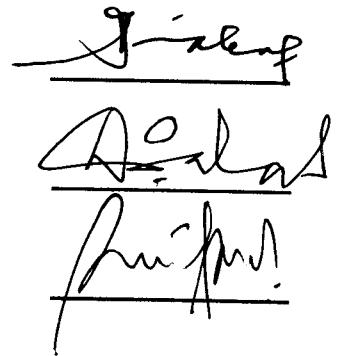
Yogyakarta, Mei 2009

Tim Penguji

Ali Parkhan, Ir., MT  
Ketua

DRS. R. Abdul Djalal, MM  
Penguji 1

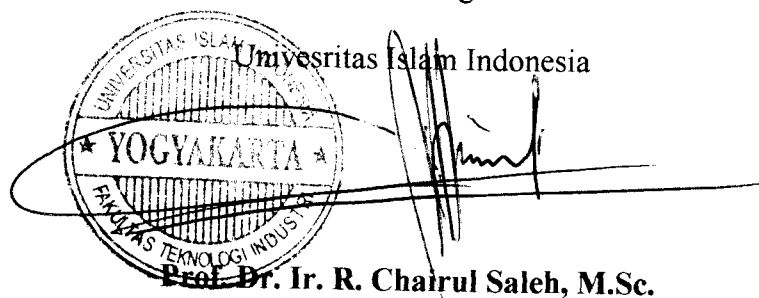
Muhammad Ridwan Andi Purnomo, ST, M.Sc.  
Penguji 2



**Mengetahui,**

Ka. Prodi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri



Universitas Islam Indonesia  
YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
Prof. Dr. Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc.



**INKA**

PT. Industri Kereta Api (Persero)



**SURAT KETERANGAN**

No. : 251/KP.001/PERS/2009

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

Nama : **ROMI ANDRYAN TANJUNG**  
Mahasiswa Universitas Islam Indonesia Yogyakarta  
No. Induk : 04 522 127  
Jurusan : Teknik Industri

Telah selesai melaksanakan Penelitian di PT. Industri Kereta Api (Persero) Madiun

dari tanggal : 14 Januari 2009  
s.d. tanggal : 28 Januari 2009

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Madiun, 23 Pebruari 2009

P.T. INDUSTRI KERETA API (PERSERO)

Asisten Manajer Hubungan Industrial

  
**Ir. DARMAJI**

## LEMBAR PENGAKUAN

Demi Allah, Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika di kemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, Mei 2009



Romi Andriyan Tanjung

04 522 127

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Kupersembahkan karya kecilku ini untuk Papa, Mama dan keluargaku tercinta  
Seluruh Dosen dan Staf pengajar yang telah memberikan ilmu pengetahuannya.

## MOTTO

“Allah memberikan hikmah kepada siapa yang dikehendaki-Nya. Dan barang siapa yang diberi hikmah, sungguh telah diberi kebajikan dan tidak ada yang dapat mengambil pelajaran kecuali orang-orang yang berakal”

(QS. Al-Baqarah : 269)

“Siapapun yang membantu tumbuhnya kebaikan, dia akan menerima bagian pahalanya. Dan siapapun yang membantu tumbuhnya kejahatan, dia akan mendapat balasannya. Allah mahakuasa atas segala sesuatu”

(QS. An-Nissa : 85)

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Segala puji syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan-kekurangan yang masih harus diperbaiki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga kekurangan yang ada dalam Tugas Akhir ini dapat diperbaiki sampai sempurna.

Pada kesempatan ini penulis juga menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir, khususnya kepada:

1. Kedua Orang tuaku, Papa dan Mama yang telah memberikan semangat dan senantiasa selalu mendoakan.
2. Bapak Ali Parkhan, Ir., MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ketua Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Hendro selaku pembimbing pada waktu penelitian di PT. INKA dan Bapak Bambang yang telah mengijinkan penulis untuk melakukan penelitian.
5. Semua pihak serta rekan-rekanku TI 2004 semua yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.



Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahan rahmat dan karunia serta kelapangan hati atas segala kabaikan yang telah mereka berikan.

Diharapkan saran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

*Wassalamu'alaikum Wr, Wb*

Yogyakarta, Maret 2009

Romi Andryan Tanjung

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iii
SURAT KETERANGAN PERUSAHAAN .....	iv
LEMBAR PENGAKUAN .....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
MOTTO .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR PERSAMAAN .....	xvii
ABSTRAKSI .....	xx
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	4

<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1 Pengertian Perawatan .....	6
2.2 Perkembangan Penelitian .....	10
2.3 Fungsi dan Tujuan Perawatan .....	11
2.4 Mesin Kritis Dan Komponen Kritis .....	12
2.5 Keandalan .....	14
2.5.1 Definisi Keandalan .....	15
2.5.2 Fungsi Distribusi Keandalan .....	16
2.5.3 Keandalan Dari Sistem .....	18
2.5.4 Laju Kerusakan .....	18
2.5.5 Karakteristik Fungsi Laju kerusakan .....	19
2.5.6 Kurva Bak Mandi .....	20
2.6 Availability .....	22
2.7 Distribusi Kerusakan .....	22
2.7.1 Distibusi Weibull .....	22
2.7.2 Distribusi Normal .....	23
2.7.3 Distribusi Log Normal .....	23
2.7.4 Distribusi Eksponensial .....	23
2.8 Parameter Untuk Setiap Distribusi .....	24
2.8.1 Parameter Untuk Distibusi Eksponensial .....	24
2.8.2 Parameter Untuk Distibusi Weibull .....	24
2.8.3 Parameter Untuk Distibusi Normal .....	25
2.8.4 Parameter Untuk Distibusi Log Normal .....	26
2.9 Identifikasi Awal Dengan Metode Least Square Curve Fitting .....	27

2.10 Mean Time To Failure .....	28
2.11 Maintainability .....	29
2.12 Frekuensi Pemeriksaan Dan Interval Pemeriksaan Optimal .....	29
2.13 Biaya Ekspektasi Kebijakan Repair dan Preventive maintenance .....	31
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1 Objek Penelitian .....	32
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	32
3.3 Pengolahan Data .....	33
3.4 Pembahasan Data .....	38
3.5 Kesimpulan Dan Saran .....	38
3.6 Flow Chart .....	39
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>41</b>
4.1 Sejarah Perusahaan .....	41
4.2 Sistem Perawatan Mesin Di PT. INKA .....	43
4.3 Proses Produksi .....	44
4.4 Data Frekuensi Kerusakan Dan Stop Hour Mesin .....	48
4.5 Penentuan Mesin Kritis .....	48
4.6 Data Frekuensi Kerusakan Komponen Dan Jumlah Stop Hour Komponen Mesin Kritis .....	49
4.7 Penentuan Komponen Kritis .....	50
4.8 Pengolahan Data .....	50
4.8.1 Perhitungan Waktu Antar Kerusakan (TTR) dan Waktu Antar Kerusakan (TTF) Dari Komponen Kritis .....	50
4.8.2 Perhitungan Data Time To Failure (TTF) .....	53

4.8.3 Perhitungan Time To Repair .....	63
4.8.4 Perhitungan Tingkat Keandalan Komponen Kritis .....	72
4.8.5 Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan .....	72
4.8.6 Biaya Ekspektasi Kebijakan Repair dan Preventive Maintenance .....	74
<b>BAB V PEMBAHASAN .....</b>	<b>76</b>
5.1 Penentuan Mesin Kritis .....	76
5.2 Penentuan Komponen Mesin Kritis .....	76
5.3 Analisa Perhitungan Index Of Fit, Uji Kecocokan Distribusi Dan MTTF Terhadap Data Time To Failure .....	77
5.3.1 Perhitungan Index Of Fit .....	77
5.3.2 Perhitungan MTTF .....	77
5.4 Analisa Perhitungan Index Of Fit, Uji Kecocokan Distribusi Dan MTTR Terhadap Data Time To Repair .....	78
5.4.1 Perhitungan Index Of Fit .....	78
5.4.2 Perhitungan MTTR .....	79
5.5 Analisa Perhitungan Tingkat Keandalan Komponen Kritis .....	79
5.6 Analisa Penentuan Frekuensi atau Interval Waktu Pemeriksaan .....	80
5.7. Biaya Ekspektasi Kebijakan Repair dan Preventive Maintenance .....	80
<b>BAB VI PENUTUP .....</b>	<b>82</b>
6.1 Kesimpulan .....	82
6.2 Saran .....	82

## DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

- Gambar Grafik Distribusi *Weibull* dan Log Normal Komponen *Blade*
- Perhitungan semua komponen Mesin *Gap Shear*
- Data Kerusakan Mesin
- Jumlah Frekuensi Kerusakan, Stop Hour Mesin Dan Komponen Mesin
- Data Kerusakan Dari Komponen *Blade*

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.a Data Frekuensi Kerusakan mesin .....	48
Tabel 4.1.b Data stop hour mesin .....	48
Tabel 4.2.a. Tabel Frekuensi kerusakan komponen mesin Gap Shear .....	49
Tabel 4.2.b. Tabel Stop Hour komponen mesin Gap Shear .....	49
Tabel 4.3. Tabel hasil perhitungan TTR dan TTF .....	51
Tabel 4.4 Tabel Perhitungan Distribusi Weibull TTF .....	53
Tabel 4.5 Tabel Perhitungan Distribusi Normal TTF .....	55
Tabel 4.6 Tabel Perhitungan Distribusi Exponensial TTF .....	57
Tabel 4.7 Tabel Perhitungan Distribusi Log Normal TTF .....	59
Tabel 4.8 Hasil perhitungan Index Of Fit TTF .....	61
Tabel 4.9Tabel Perhitungan Distribusi Weibull TTR .....	63
Tabel 4.10 Tabel Perhitungan Distribusi Normal TTR .....	65
Tabel 4.11Tabel Perhitungan Distribusi Eksponensial TTR .....	67
Tabel 4.12 Tabel Perhitungan Distribusi Log Normal TTR .....	69
Tabel 4.13 Hasil perhitungan Index Of Fit TTR .....	71

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan antara berbagai bentuk perawatan .....	9
Gambar 2.2. Bath Tub Curve (Kurva Bak Mandi).....	20
Gambar 3.1 Diagram alir .....	39
Gambar 4.1. Alur Proses Produksi .....	45



## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan (1) Perhitungan persentase dari frekwensi kerusakan .....	13
Persamaan (2) Perhitungan persentase kumulatif dari persentase frekwensi kerusakan .....	14
Persamaan (3) <i>Cummulative Distribution Function (CDF)</i> .....	17
Persamaan (4) Keandalan sebagai fungsi waktu $t$ .....	17
Persamaan (5) Fungsi keandalan secara umum .....	17
Persamaan (6) Fungsi keandalan jika waktu kerusakan peralatan sebagai variabel acak mempunyai fungsi kepadatan $f(t)$ .....	18
Persamaan (7) Keandalan sistem jika kerusakan konstan .....	18
Persamaan (8) Keandalan sistem jika kerusakan komponen berdistribusi Weibull .....	18
Persamaan (9) Availability .....	22
Persamaan (10) Peubah $x_i$ untuk distribusi Eksponensial .....	24
Persamaan (11) Peubah $Y_i$ untuk distribusi Eksponensial .....	24
Persamaan (12) Plotting Positions Eksponensial .....	24
Persamaan (13) Parameter untuk Didtribusi Eksponensial .....	24
Persamaan (14) Peubah $x_i$ untuk distribusi <i>Weibull</i> .....	24
Persamaan (15) Peubah $Y_i$ untuk distribusi <i>Weibull</i> .....	24
Persamaan (16) Plotting Positions <i>Weibull</i> .....	24
Persamaan (17) Slope .....	25
Persamaan (18) Intersep .....	25
Persamaan (19) Parameter distribusi <i>Weibull</i> .....	25
Persamaan (20) Peubah $x_i$ untuk distribusi Normal .....	25

Persamaan (21) Plotting Positions distribusi Normal .....	25
Persamaan (22) Peubah $Y_i$ untuk distribusi Normal .....	25
Persamaan (23) Slope .....	25
Persamaan (24) Intersep .....	25
Persamaan (25) Estimated .....	25
Persamaan (26) Estimated mean .....	25
Persamaan (27) Peubah $x_i$ untuk distribusi Log Normal .....	26
Persamaan (28) Plotting Positions distribusi Log Normal .....	26
Persamaan (29) Peubah $Y_i$ untuk distribusi Log Normal .....	26
Persamaan (30) Slope .....	26
Persamaan (31) Intersep .....	26
Persamaan (32) Parameter bentuk distribusi log Normal .....	26
Persamaan (33) Parameter lokasi distribusi log Normal .....	26
Persamaan (34) Plotting Position .....	27
Persamaan (35) <i>Index of fit</i> ( $r$ ) .....	28
Persamaan (36) Gradien untuk distribusi Weibull, Normal dan Lognormal .....	28
Persamaan (37) Gradien untuk distribusi Eksponensial .....	28
Persamaan (38) MTTF untuk <i>probability density function</i> $f(t)$ .....	28
Persamaan (39) MTTF Distribusi eksponensial .....	29
Persamaan (40) MTTF Distribusi Weibull .....	29
Persamaan (41) MTTF Distribusi Normal .....	29
Persamaan (42) MTTF Distribusi Log Normal .....	29
Persamaan (43) Laju kerusakan .....	30
Persamaan (44) Nilai konstan dari jumlah kerusakan .....	30
Persamaan (45) Frekuensi pemeriksaan .....	31

Persamaan (46) Biaya Repair .....	31
Persamaan (47) Biaya Preventive .....	31
Persamaan (48) Rata – Rata kerusakan .....	31
Persamaan (49) Biaya Ekspektasi kebijaksanaan Reparasi .....	31
Persamaan (50) Biaya Ekspektasi kebijaksanaan Perawatan Preventive .....	31

## ABSTRAK

*PT. INKA merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan Lokomotif dan gerbong kereta api yang terletak di Jalan Yos Sudarso 71 Madiun, Jawa timur. Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah sering rusaknya mesin produksi yang terjadi secara tiba – tiba. Kerusakan yang terjadi itu dapat menghambat kelancaran proses produksi dan pendistribusian produk. Oleh karena itu salah satu cara mengatasinya adalah dengan melakukan kegiatan Preventive Maintenance komponen mesin produksi untuk merencanakan Frekuensi atau interval waktu pemeriksaan. Metode dalam perhitungan adalah dengan menggunakan penentuan model distribusi pada data. Dari perhitungan didapatkan mesin Gap Shear sebagai mesin kritis dan komponen Blade sebagai komponen kritis, nilai MTTF adalah 69,3755 jam dan nilai MTTR adalah 2,41 jam. Pada saat MTTF (69,3755 jam) diperoleh keandalan sebesar 42,31%, interval atau frekuensi pemeriksaan yang diusulkan adalah 3 kali pemeriksaan perbulan atau setiap 53 jam setelah pemeriksaan terakhir. Adanya Preventive Maintenance yang teratur dengan menggunakan frekuensi atau interval waktu pemeriksaan yang di usulan diharapkan dapat mengurangi atau bahkan menghindarkan mesin dari kerusakan yang terjadi secara tiba-tiba yang bisa mengganggu kelancaran proses produksi.*

***Kata kunci : Preventive Maintenance, MTTF, MTTR.***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pelayanan yang maksimal harus diberikan oleh suatu perusahaan agar kebutuhan konsumen terpenuhi dan mereka merasa puas terhadap pelayanan yang diberikan. Salah satu hal yang mendukung agar tercipta pelayanan yang maksimal adalah kesiapan mesin - mesin produksi dalam melaksanakan tugasnya. Mesin produksi merupakan salah satu dari sumber daya yang ada yang harus dioptimalkan penggunaannya. Untuk menjamin agar mesin bisa beroperasi dengan baik dan optimal diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik. Sistem perawatan yang kurang baik akan menyebabkan mesin mudah rusak dan proses produksi akan terganggu bahkan terhenti, sehingga pelayanan yang maksimal pun tidak akan tercapai.

PT. INKA merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan lokomotif dan gerbong kereta api. Bagi perusahaan mesin merupakan hal yang paling vital yang memegang peranan penting, karena kelancaran proses produksi membutuhkan dukungan mesin-mesin atau peralatan produksi yang berada dalam kondisi yang baik (Adianto, 2005), terutama keandalan dari mesin itu sendiri. Karena hampir semua kegiatan produksi dilakukan dengan mesin. Maka dari itu kegiatan perawatan mempunyai peranan yang sangat penting. Karena selain sebagai pendukung beroperasinya sistem dapat berjalan dengan lancar sesuai yang dikehendaki, kegiatan perawatan juga dapat meminimalkan kerugian yang ditimbulkan karena adanya

kerusakan mesin. Selain itu, kelancaran proses produksi juga dapat dilihat dari downtime mesin maupun komponen kritis pada area produksi.

Sistem perawatan yang diterapkan di PT. INKA adalah *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance*. Perawatan pencegahan dilakukan secara berkala sesuai jadwal yang telah diterapkan oleh perusahaan. Perawatan pencegahan yang ringan biasanya dengan memberi atau mengganti pelumas / oli pada mesin. Sedangkan *Preventive Maintenance* yang lain adalah dengan cara *overhaul*, yaitu melakukan pemeriksaan secara cermat serta melakukan perbaikan dimana dilakukan *set-up* ulang. Perawatan *Corrective* dilakukan dengan cara mengganti komponen dari suatu mesin yang rusak. Walaupun pihak perusahaan telah menerapkan beberapa teknik sistem perawatan pencegahan secara berkala terhadap mesin – mesin produksi seperti mesin *Gap Shear*, namun kerusakan yang terjadi secara tiba – tiba masih sering terjadi. Hal ini lebih sering disebabkan karena belum tepatnya penjadwalan perawatan pencegahan terhadap mesin serta komponen kritis yang dilakukan oleh perusahaan. Oleh karena itu salah satu cara kegiatan perawatan pencegahan mesin produksi dapat dilakukan dengan merencanakan Frekuensi atau interval waktu pemeriksaan yang optimal agar dapat mengurangi kegagalan mesin dalam bekerja.

## 1.2 Perumusan Masalah

Dari penjelasan latar belakang masalah diatas, dapat dirumuskan bahwa yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Mesin dan komponen mesin apa yang sering mengalami kerusakan di PT. INKA ?

2. Berapakah prosentase keandalan, serta waktu rata – rata kerusakan dan waktu rata- rata perbaikan dari komponen mesin kritis ?
3. Berapakah Interval waktu pemeriksaan yang sebaiknya dilakukan ?

### 1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan untuk memfokuskan kajian yang akan dilakukan. Sehingga tujuan penelitian dapat dicapai dengan cepat dan baik sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. INKA di bagian atau divisi Pemeliharaan dan K3LH.
2. Penelitian dilakukan terhadap mesin *Gap Shear*, *Welding Machine*, *Forklift*, *Crane*, dan *Laser Cutting*.
3. Penelitian difokuskan pada mesin dan komponen kritis, dimana pemilihan mesin dan komponen ditentukan berdasarkan jumlah frekuensi kerusakan dan *stop hour* terbesar.
4. Dalam penelitian ini menggunakan penentuan model distribusi.
5. Data yang digunakan adalah data historis tahun 2007 - 2008 dan dianggap cukup untuk mendukung penelitian.
6. Penelitian yang dilakukan tidak merubah tata letak (layout) serta posisi mesin.

### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui mesin dan komponen mesin yang sering mengalami kerusakan di PT. INKA.
2. Mengetahui waktu rata – rata kerusakan dan waktu rata – rata perbaikan serta perawatan pencegahan dapat dilakukan secara optimal.

an pada

roduksi

dengan

n dari

asitas

kan

isa

u

z



3. Mengetahui tingkat keandalan dari komponen mesin.
4. Mengetahui Frekuensi atau Interval Waktu Pemeriksaan yang sebaiknya dilakukan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah diharapkan akan adanya usulan jadwal *Preventive Maintenance* yang dapat mengurangi atau bahkan menghindarkan mesin dari kerusakan yang terjadi secara tiba – tiba.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Pada tugas akhir ini akan disusun sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **BAB II KAJIAN PUSTAKA**

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian di samping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang dilakukan.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, cara penelitian dan data yang akan dikaji.

#### **BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN**

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan analisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Pada sub bab ini merupakan acuan

untuk pembahasan hasil yang akan diterapkan pada sub Bab V yaitu pembahasan hasil.

## **BAB V PEMBAHASAN**

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

## **BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisa yang dibuat dan rekomendasi atau saran – saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian, sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Perawatan

Di bawah ini beberapa definisi tentang perawatan :

1. Perawatan (*maintenance*) merupakan suatu kegiatan yang diarahkan pada tujuan untuk menjamin kelangsungan fungsional suatu sistem produksi sehingga dari sistem itu dapat diharapkan menghasilkan out put sesuai dengan yang dikehendaki. Sistem perawatan dapat dipandang sebagai bayangan dari sistem produksi, dimana apabila sistem produksi beroperasi dengan kapasitas yang sangat tinggi maka lebih intensif (Gasperz, 1992).
2. Perawatan adalah suatu kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang, atau memperbaiki suatu kondisi yang bisa diterima (Corder, 1992).
3. Perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan produksi dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan supaya terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan (Assauri, 1980).
4. Perawatan adalah suatu penggabungan tindakan atau kegiatan yang dilaksanakn untuk mempertahankan, atau memulihkan suatu alat, mesin, bangunan pada kondisi yang dapat diterima (Margono, 2006).

Dari definisi diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa perawatan mempunyai kaitan yang erat dengan tindakan pencegahan dan pembaharuan.

Dalam perawatan, tindakan-tindakan yang dapat dilakukan antara lain :

1. Pemeriksaan, yaitu tindakan yang ditujukan terhadap sistem untuk mengetahui apakah sistem masih berada dalam keadaan yang memenuhi persyaratan yang diinginkan.
2. Penggantian Komponen, yaitu tindakan penggantian komponen sistem yang sudah tidak berfungsi dimana tindakan penggantian komponen sistem dilakukan dapat bersifat terencana dan tidak terencana.
3. *Repair* dan *overhaul*, yaitu melakukan pemeriksaan secara cermat serta melakukan perbaikan dimana dilakukan *set-up* ulang.
4. Penggantian sistem, yaitu tindakan yang diambil apabila tindakan-tindakan yang lain sudah tidak memungkinkan lagi.

Pada dasarnya terdapat dua prinsip utama sistem perawatan, yaitu :

1. Menekan (memperpendek) periode kerusakan (*break down period*) sampai batas minimum dengan mempertimbangkan aspek ekonomis.
  2. Menghindari kerusakan (*break down*) tidak terencana, kerusakan tiba-tiba.
- Pada kenyataannya suatu mesin pasti akan mengalami breakdown pada saat proses produksi berlangsung meskipun telah dilakukan perawatan *preventive* pada mesin tersebut, untuk menangani kerusakan seperti itu diperlukan penanganan secepatnya agar proses produksi tidak terhenti terlalu lama akibat mesin yang rusak tersebut (Prudensy, 2007).

Dalam sistem perawatan terdapat dua kegiatan pokok yang berkaitan dengan tindakan perawatan (Setiyowati, 2004), yaitu :

1. Perawatan yang bersifat *preventif*, Perawatan ini dimaksudkan untuk menjaga keadaan peralatan sebelum peralatan itu menjadi rusak. Pada dasarnya yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak diduga

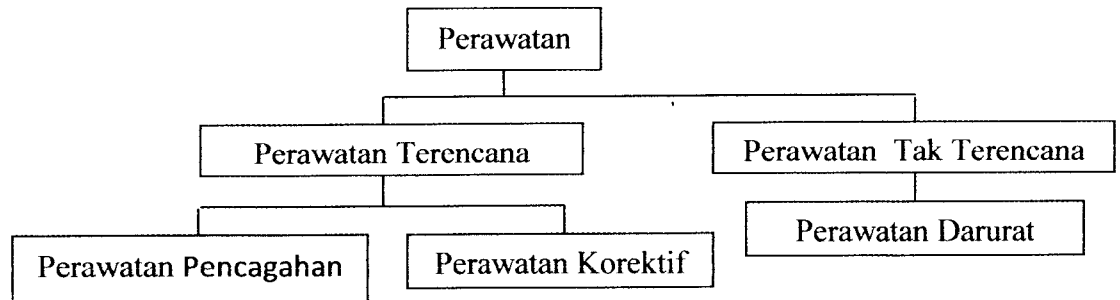
dan menentukan keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produksi mengalami kerusakan pada waktu digunakan dalam proses operasi. Dengan demikian semua fasilitas-fasilitas operasi yang mendapat perawatan *preventif* akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu diusahakan dalam kondisi yang siap digunakan untuk setiap proses waktu. Selain itu kebijakan *preventive maintenance* adalah melakukan pemeriksaan secara intensif dan hasilnya mengurangi biaya perawatan yang besar (Chen, 2005). Hal ini memerlukan suatu rencana dalam jadwal perawatan yang sangat cermat dan rencana yang lebih tepat.

Dalam prakteknya perawatan *preventif* yang dilakukan oleh suatu perusahaan dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. Perawatan rutin, yaitu aktivitas pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin (setiap hari), yaitu dengan pembersihan peralatan, pelumasan, pengecekan oli, pengecekan bahan bakar.
  - b. Perawatan periode, yaitu aktivitas pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara periode atau dalam jangka waktu tertentu. Seperti memeriksa komponen – komponen peralatan.
2. Perawatan yang bersifat korektif, Perawatan ini dimaksudkan untuk memperbaiki perawatan yang rusak. Pada dasarnya aktivitas yang dilakukan adalah pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan setelah terjadinya suatu kerusakan atau kelainan pada mesin tersebut. Perawatan korektif dapat juga didefinisikan sebagai perbaikan yang dilakukan karena adanya kerusakan yang dapat terjadi akibat tidak dilakukannya perawatan *preventif* maupun telah dilakukan perawatan *preventif* tapi sampai pada

suatu waktu tertentu fasilitas dan peralatan tersebut tetap rusak. Jadi dalam hal ini, kegiatan perawatan sifatnya hanya menunggu sampai terjadi kerusakan, baru kemudian diperbaiki atau dibetulkan.

Hubungan antara berbagai jenis perawatan dapat dilihat pada Gambar 2.1 :



Gambar 2.1 Hubungan antara berbagai bentuk perawatan

Perawatan dapat diklasifikasikan menjadi berikut (Sufa, 2007) :

1. *Corrective Maintenance*, merupakan perawatan yang terjadwal ketika suatu sistem mengalami kegagalan untuk memperbaiki sistem pada kondisi tertentu.
2. *Preventive Maintenance*, meliputi semua aktivitas yang terjadwal untuk menjaga sistem / produk dalam kondisi operasi tertentu. Jadwal perawatan meliputi periode inspeksi.
3. *Predictive Maintenance*, sering berhubungan dengan memonitor kondisi program perawatan preventif dimana metode memonitor secara langsung digunakan untuk menentukan kondisi peralatan secara teliti.
4. *Maintenance Prevention*, merupakan usaha mengarahkan *maintenance free design* yang digunakan dalam konsep "*Total Predictive Maintenance (TPM)*". Melalui desain dan pengembangan peralatan, keandalan dan pemeliharaan dengan meminimalkan *downtime* dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya siklus hidup.

5. *Adaptive Maintenance*, menggunakan *software* komputer untuk memproses data yang diperlukan untuk perawatan.
6. *Perfective Maintenance*, meningkatkan kinerja, pembungkusan/ pengepakan/ pemeliharaan dengan menggunakan *software* komputer.

## 2.2 Perkembangan Penelitian Menggunakan Metode Penentuan Model

### Distribusi Pada Sistem Perawatan

Telah banyak penelitian dalam sistem perawatan, diantaranya adalah yang dilakukan oleh Pratiwi (2006), penelitian yang dilakukan untuk menentukan *MTTF*, *MTTR*, dan keandalan pada mesin kritis, tetapi tidak menganalisis biaya dari *preventive* maupun *repair maintenance*. Penelitian juga dilakukan oleh Linawati (2005), penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode pengelompokkan komponen mesin berdasarkan *design modularity* yang bertujuan untuk membandingkan biaya *maintenance* antara desain awal, desain *preventive maintenance*, dan desain *preventive maintenance* yang sudah menggunakan *modularity*. Selain itu, penelitian dalam sistem perawatan juga dilakukan oleh Adianto (2005). Penelitian menggunakan model *preventive maintenance* Smith dan Dekker, yaitu sebuah model yang terdiri dari satu mesin yang beroperasi dan didukung oleh  $(n-1)$  unit mesin cadangan. Metode ini menggabungkan model *availabilitas* dan model perawatan pencegahan dengan memperhatikan *uptime* dan *downtime* dari sistem. Terdapat juga penelitian terhadap sistem perawatan menggunakan metode *Total Productive Maintenance (TPM)* yang dilakukan oleh Halim (2008). Penelitian ini menentukan *OEE (Overall equipment effectiveness)* yang didapat dari *Availability*, *downtime*, *ideal cycle time* dan waktu operasi mesin. Tujuan dari *TPM* ini adalah untuk memperoleh *zero breakdown* dan *zero*

karena Jika breakdown dan defect dapat dikurangi, equipment operation rates meningkat, cost berkurang, inventory minimal, dan sebagai akibatnya produktifitas pekerja naik.

Penelitian sistem perawatan yang sekarang mencoba untuk menentukan jadwal perawatan *preventive* usulan yang didapat dari perhitungan *MTTR* dan *MTTF* berdasarkan distribusi terpilih. Sehingga meminimalkan biaya perawatan yang harus dikeluarkan oleh perusahaan. Penelitian yang sekarang juga akan mencoba untuk menganalisa biaya kebijakan *Repair Maintenance* dan biaya kebijakan *Preventive Maintenance*, sehingga dapat memberikan pertimbangan apakah layak *Preventive Maintenance* dilakukan dari pada *Repair Maintenance*. Untuk perkembangan penelitian selanjutnya, dapat di fokuskan pada jumlah downtime dan uptime, karena dari analisa downtime dan uptime tersebut dapat untuk menentukan umur penggantian komponen dan selang waktu penggantian pencegahan.

### **2.3 Fungsi dan Tujuan Perawatan**

Fungsi perawatan adalah memperbaiki mesin atau peralatan (*Equipment*) yang rusak dan menjaga agar selalu dalam kondisi siap dioperasikan. Perawatan adalah meliputi seluruh kegiatan yang diambil untuk menjaga kondisi mesin yang bisa diterima.

Perawatan mempunyai tujuan utama sebagai berikut (Corder, 1992) :

1. Untuk memperpanjang usia kegunaan aset mesin produksi yang ada di pabrik (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya).





$F$  ke- $n$   
= Frekwensi kerusakan

Perhitungan persentase kumulatif dari persentase frekwensi kerusakan adalah penjumlahan persentase frekwensi kerusakan mesin atau komponen mesin yang dimaksud dengan persentase frekwensi kerusakan sebelumnya. sebagai contoh perhitungan adalah sebagai berikut:

$$Fk_n = Xk_n + Xk(n-1) \quad \dots (2)$$

Dimana :  $Fk_n$  = Kumulatif dari persentase frekwensi kerusakan ke- $n$

$Xk_n$  = Persentase dari frekwensi kerusakan mesin atau komponen ke- $n$  (%)

$Xk(n-1)$  = Persentase dari frekwensi kerusakan mesin atau komponen sebelumnya (kumulatif dari kerusakan mesin atau komponen sebelumnya).

Perhitungan persentase dari *stop hour*, serta persentase kumulatif dari persentase *stop hour* caranya sama dengan yang di atas, Cuma yang membedakan datanya saja, data yang digunakan adalah data jumlah *stop hour*.

## 2.5 Keandalan

### 2.5.1 Definisi Keandalan

Definisi keandalan adalah kemungkinan (*probabilitas*) bahwa suatu item akan tetap memenuhi unjuk kerjanya (*performance*) atas persyaratan fungsional tanpa kegagalan pada suatu kondisi operasi tertentu dan pada suatu periode tertentu.

keandalan adalah probabilitas sebuah komponen atau sistem akan dapat beroperasi sesuai fungsi yang ditetapkan dalam suatu jangka waktu tertentu ketika digunakan dibawah kondisi operasi yang telah ditetapkan. (Ebeling, 1997).

Suatu peralatan atau mesin dapat dikatakan andal apabila peralatan atau mesin tersebut dapat berfungsi secara optimal. Keandalan juga berarti tingkat peluang atau probabilitas suatu piranti menjalankan tugasnya (Wahjudi, 2000).

Dari definisi diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa keandalan berhubungan dengan peluang bersyarat yang diberikan dengan tingkat keyakinan bahwa suatu peralatan atau komponen akan melakukan fungsinya sebagaimana mestinya tanpa mengalami masalah atau kerusakan pada waktu keadaan operasi yang tetap dilaksanakan pada periode waktu yang dipergunakan.

Berdasarkan definisi keandalan dapat diketahui masalah keandalan sangat berhubungan erat dengan empat parameter berikut ini :

### 1. Waktu

Konsep keandalan selalu berpijak pada masalah peluang, dimana suatu peralatan akan berfungsi secara memuaskan selama periode waktu tertentu.

### 2. Standar Performansi

Umumnya menyatakan kemampuan dari suatu peralatan untuk memenuhi tugas yang diberikan. Dalam beberapa hal penurunan performansi masih diijinkan sampai tingkat toleransi tertentu, dimana sebagai pembatas adalah pemenuhan permintaan akan sistem secara keseluruhan.

### 3. Peluang

Parameter ini menunjukkan kuantitas dan kualitas suatu sistem untuk mempertahankan performansi standarnya.

#### 4. Kondisi Lingkungan

Kadang kala suatu peralatan berhadapan dengan faktor-faktor tertentu dari lingkungan yang akan mempengaruhi terjadinya suatu kerusakan seperti temperatur, kelembaban, goncangan, zat kimia dan lain-lain.

Ada beberapa macam usaha yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan dan suatu system (Mugiyarto, 2008), yaitu:

1. Membuat desain sistem dengan komponen-komponen yang mempunyai keandalan yang baik.
2. Membuat desain sistem sedemikian rupa sehingga mudah melakukan perawatan, yaitu untuk perbaikan dan inspeksi.
3. Mempergunakan komponen yang paralel dalam *stage* tertentu.
4. Mempersiapkan persediaan di antara *stage* yang penting.
5. Merencanakan perawatan pencegahan, seperti apakah suatu komponen kritis hanya diperbaiki saja atau perlu diganti sebelum ia mengalami kerusakan yang lebih parah.
6. Menyediakan persediaan *spare parts* dengan maksud memperkecil rata-rata waktu menganggur.

### 2.5.2 Fungsi Distribusi Keandalan

Pada dasarnya statistika sangat berperan didalam teori keandalan. karena keputusan dalam bidang perawatan berhubungan dengan permasalahan peluang. Sementara masa transisi peralatan dari kondisi baik ke kondisi rusak tidak dapat diketahui secara pasti

Para pakar menggambarkan perilaku kerusakan mesin atau peralatan dengan berbagai cara. Salah satunya melalui *Probability Density Function*, (*PDF*), fungsi kepadatan peluang. Fungsi ini menggambarkan besarnya peluang terjadinya kerusakan mesin pada waktu  $t$  yang disimbolkan dengan  $f(t)$ .

Cara lainnya melalui *Cummulative Distribution Function* (*CDF*), fungsi distribusi kumulatif. Fungsi ini sering disebut sebagai ketidakandalan atau fungsi kerusakan peralatan. Makna dari ini adalah peluang terjadinya kerusakan sebelum Waktu  $t$  (Ebeling, 1997).

$$F(t) = \int_{-\infty}^t f(t)dt \quad \dots (3)$$

Apabila variabel  $X$  dikaitkan dengan waktu kerusakan suatu peralatan, maka keandalan sebagai fungsi waktu  $t$  dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P(X > t) = R(t), t \geq 0 \quad \dots (4)$$

Disini  $R(t)$  menggambarkan kemungkinan peralatan dapat berfungsi setelah beroperasi selama  $t$  satuan waktu. Secara matematis fungsi keandalan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R(t) &= 1 - F(t) \\ R(t) &= 1 - P(X \leq t) \end{aligned} \quad \dots (5)$$

dimana  $F(t)$  adalah fungsi distribusi peralatan. Kemudian apabila waktu kerusakan peralatan sebagai variabel acak mempunyai fungsi kepadatan  $f(t)$ , maka :

$$\begin{aligned} R(t) &= 1 - F(t) \\ R(t) &= 1 - \int_{-\infty}^t f(t)dt \end{aligned}$$

$$R(t) = \int_1^{\infty} f(t) dt \quad \dots (6)$$

### 2.5.3 Keandalan Dari Sistem

Komponen dengan suatu sistem mungkin dihubungkan dengan suatu sistem lainya di dalam dua jalur utama, tidak terkecuali serial atau pararael konfigurasi. Dalam series semua komponen harus berfungsi untuk suatu sistem fungsi. Di dalam Pararel atau redundan, konfigurasi, paling sedikit satu komponen harus berfungsi dalam sistem fungsi. Itu berarti, semua komponen diartikan sebagai kritis yang mana fungsinya harus ditunjukkan dalam suatu sistem yang berkelanjutan.

Jika setiap komponen memiliki kerusakan yang konstan ( $\lambda_i$ ), keandalan sistem (Ebeling, 1997), yaitu :

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t) = \prod_{i=1}^n \exp(-\lambda_i t) = \exp\left(-\sum_{i=1}^n \lambda_i t\right) = \exp(-\lambda_s t) \quad \dots (7)$$

Dimana  $\lambda_s = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ . Dari (2.10) jelas sistem juga mempunyai kerusakan yang konstan. Jika kerusakan komponen berdistribusi *Weibull* maka,

$$R_s(t) = \prod_{i=1}^n \exp R_i \left[ -\left(\frac{t}{\theta_i}\right)^{\beta_i} \right] = \exp \left[ -\sum_{i=1}^n \left(\frac{t}{\theta_i}\right)^{\beta_i} \right] \quad \dots (8)$$

### 2.5.4 Laju Kerusakan (*Failure Rate*)

Frekuensi rata – rata dari di dalam beberapa peralatan yang gagal / rusak dinamakan laju kerusakan (Juarez, 2008). Distribusi kerusakan tergantung pada laju rusaknya, yang di gambarkan sebagai probabilitas kerusakan sebelum waktu yang lebih spesifik.

Untuk mengenal laju kerusakan dapat membayangkan sebuah tes atau percobaan yang dilakukan, dimana percobaan tersebut dilakukan dalam jumlah yang besar terhadap komponen-komponen yang identik dioperasikan dan waktu untuk gagal (*time of failure*) setiap komponen dicatat. Perkiraan laju kegagalan setiap komponen untuk titik waktu adalah rasio dari jumlah item yang gagal dalam interval waktu terhadap populasi awal pada waktu operasi dimulai. Maka laju kegagalan sebuah perawatan pada waktu  $t$  adalah peluang peralatan tersebut akan gagal dalam interval waktu selanjutnya dengan syarat peralatan tersebut berfungsi pada waktu awal interval.

### 2.5.5 Karakteristik Fungsi Laju Kerusakan

Sesuai dengan teori tentang fungsi, fungsi laju kerusakan mempunyai karakteristik tertentu. Dikaitkan dengan perubahan waktu, karakteristik ini dapat digolongkan menjadi 3 bagian. Misalnya untuk setiap harga  $t_2 > t_1$ , maka apabila:

1.  $h(t_2) > h(t_1)$ , maka  $h(t)$  adalah monoton naik.
2.  $h(t_2) < h(t_1)$ , maka  $h(t)$  adalah monoton turun.
3.  $h(t_2) = h(t_1)$ , maka  $h(t)$  adalah monoton tetap.

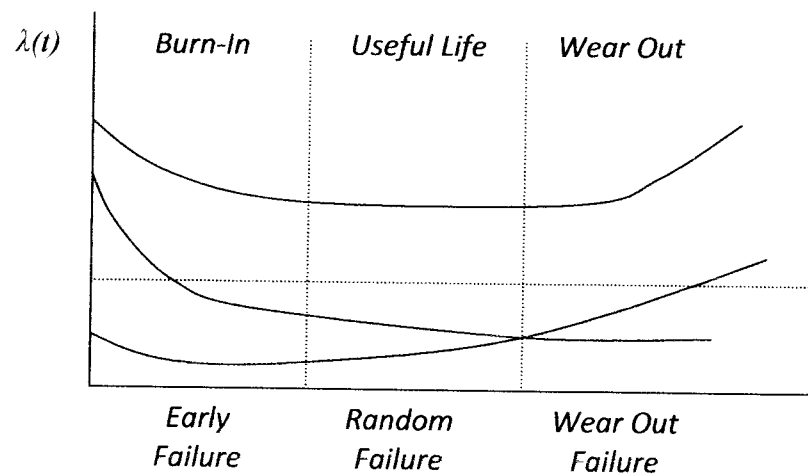
Dengan memperhatikan bentuk kurva fungsi laju kerusakan distribusi Weibull, Normal dan Eksponensial maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Fungsi laju kerusakan berdistribusi *Weibull* dengan  $\beta > 1$  dan fungsi kerusakan berdistribusi normal adalah monoton naik.
2. Fungsi laju kerusakan berdistribusi *Weibull* dengan  $\beta = 1$  dan fungsi kerusakan eksponensial adalah monoton tetap.
3. Fungsi laju kerusakan berdistribusi *Weibull* dengan  $\beta < 1$  monoton turun.

Bagi sistem yang mempunyai fungsi tingkat kerusakan monoton naik berarti dengan bertambahnya waktu, tingkat kerusakan semakin meningkat. Fenomena seperti itu yang menyebabkan mesin perlu dilakukan perawatan untuk mencegah terjadinya kerusakan lebih berat yang tentunya akan memerlukan biaya perawatan yang lebih mahal.

### 2.5.6 Kurva Bak Mandi (*Bath Tub Curve*)

Kurva bak mandi (*Bath Tub Curve*) atau kurva laju kerusakan merupakan suatu kurva yang menunjukkan pola laju kerusakan sesaat yang umum bagi suatu produk. Pada umumnya laju kerusakan suatu sistem selalu berubah sesuai dengan bertambahnya waktu. Bentuk umum dari kurva tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2. *Bath Tub Curve*

#### 1. *Early failures* (kegagalan awal)

Kegagalan ini dapat terjadi pada awal kondisi yang disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya adalah:

- a. Penggunaan material/*part* yang tidak berkualitas.



- b. Tenaga kerja yang bekerja dibawah standar.
- c. Inspeksi yang kurang baik.
- d. Kesalahan-kesalahan yang diakibatkan oleh manusia.

Kegagalan awal ini dapat ditanggulangi dengan melakukan pengujian terlebih dahulu terhadap material/*part* yang diuji memiliki kualitas yang baik, sehingga dapat digunakan sesuai dengan kondisi dan waktu operasi yang telah ditentukan serta tidak sering menimbulkan masalah yang dapat mengganggu kelancaran proses produksi.

### 2. *Random failures* (kegagalan acak)

Kegagalan acak ini dapat terjadi pada saat mesin sedang dalam keadaan operasi. Kegagalan ini terjadi secara acak, karena disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah:

- a. Kerusakan yang disebabkan oleh manusia.
- b. Kerusakan alamiah (lingkungan sekitar pabrik yang berdebu, dll).
- c. Kerusakan yang tidak diketahui penyebabnya.

### 3. *Wear out failures* (kegagalan karena usang)

Kegagalan ini disebabkan oleh umur mesin yang sudah tua, sehingga sering menyebabkan kerusakan sebelum dilakukan penggantian komponen. Laju kerusakan akan cenderung meningkat pada periode waktu. Dengan adanya peningkatan tersebut, menunjukkan bahwa sudah waktunya untuk melakukan penggantian material/*part*, karena umur penggunaan sudah berakhir.

Kegagalan yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah :

- a. Kelelahan yang terjadi diakibatkan aus pada mesin.

- b. Kelelahan akibat umur pemakaian penggunaan.
- c. Kelelahan akibat timbulnya korosi pada peralatan.
- d. Perawatan yang kurang baik.

## 2.6 Availability (Ketersediaan)

Availabilitas merupakan peluang dimana komponen atau sistem dapat melakukan fungsi yang diharapkan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan jika dioperasikan dan dirawat dengan kondisi yang ditentukan.

Secara matematis *availability* merupakan rasio waktu operasional dibagi waktu total, yang merupakan penjumlahan waktu operasional ditambah dengan waktu berhenti.

$$\text{Availabilitas} = \frac{\text{Uptime}}{\text{Uptime} + \text{Downtime}} \quad \dots (9)$$

Dimana :

*Uptime* : Merupakan waktu selama mesin dapat bekerja

*Downtime* : Merupakan waktu dimana mesin tidak dapat melaksanakan pekerjaannya.

## 2.7 Distribusi Kerusakan

Beberapa jenis fungsi distribusi kemungkinan yang sering digunakan untuk menganalisa masalah perawatan, diantaranya :

### 2.7.1 Distribusi *Weibull*

Distribusi *Weibull* merupakan distribusi yang paling banyak di gunakan untuk waktu kerusakan karena distribusi ini dapat digunakan baik untuk laju kerusakan yang meningkat maupun laju kerusakan yang menurun. Dua

parameter yang digunakan dalam distribusi ini adalah  $\theta$  yang disebut dengan parameter scalar dan  $\beta$  yang disebut parameter bentuk.

### 2.7.2 Distribusi Normal

Distribusi normal yang dikenal dengan bentuknya yang seperti genta dan mempunyai dua parameter bentuk yaitu  $\mu$  dan  $\sigma$

Bentuk integral dari fungsi distribusi normal sukar diatasi, tetapi dengan menggunakan bantuan tabel normal. Maka kesulitan tersebut dapat diatasi

### 2.7.3 Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal adalah distribusi yang berguna untuk mendeskripsikan distribusi kerusakan dalam berbagai situasi yang bervariasi. Distribusi ini dimengerti hanya untuk  $t$  positif dan lebih sesuai dari distribusi normal dalam hal kekuasaan. Dua parameter yang digunakan dalam distribusi ini adalah  $t_{med}$  yang disebut dengan parameter lokasi dan  $s$  yang disebut parameter bentuk.

### 2.7.4 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial merupakan distribusi yang paling sering digunakan dalam distribusi keandalan. Distribusi eksponensial sering digunakan untuk menggambarkan distribusi kerusakan komponen dan sangat cocok ketika komponen yang masih digunakan secara statistik masih sebagus ketika baru pertama kali dipakai. Distribusi ini mempunyai laju kerusakan yang tetap terhadap waktu dan tidak tergantung dengan umur komponen

sehingga sangat sesuai digunakan dalam menerangkan peralatan yang terdiri dari beberapa komponen dan menjelaskan kerusakan peralatan yang disebabkan fenomena acak.

## 2.8 Parameter Untuk Setiap Distribusi

### 2.8.1 Parameter untuk distribusi Eksponensial

$$x_i = t_i \quad \dots (10)$$

$$y_i = \ln \left\{ \frac{1}{(1 - F(t_i))} \right\} \quad \dots (11)$$

$$F(t_i) = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)} \quad \dots (12)$$

$$\text{parameter :} \quad \lambda = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \dots (13)$$

Dimana :  $t_i$  = *Time to Failure* (repair ke- $i$ )

$i$  = urutan data kerusakan

$n$  = jumlah data kerusakan

### 2.8.2 Parameter untuk Distribusi Weibull

$$x_i = \ln t_i \quad \dots (14)$$

$$y_i = \ln \ln \left\{ \frac{1}{(1 - F(t_i))} \right\} \quad \dots (15)$$

$$F(t_i) = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)} \quad \dots (16)$$

$$b = \frac{n \sum_i x_i y_i - \left( \sum_i x_i \sum_i y_i \right)}{n \sum_i x_i^2 - \left( \sum_i x_i \right)^2} \quad \dots (17)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad \dots (18)$$

$$\text{parameter: } \theta = \exp^{\frac{-a}{\beta}} \quad \dots (19)$$

dimana:

- $t_i$  = *Time to Failure*
- $i$  = urutan data kerusakan
- $n$  = jumlah data kerusakan
- $\theta$  = parameter skala
- $\beta$  = parameter bentuk

### 2.8.3 Parameter untuk distribusi Normal

$$x_i = t_i \quad \dots (20)$$

$$F(t_i) = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)} \quad \dots (21)$$

$$y_i = Z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)] = \frac{t_i - \mu}{\sigma} \quad \dots (22)$$

$$b = \frac{n \sum_i x_i y_i - \left( \sum_i x_i \sum_i y_i \right)}{n \sum_i x_i^2 - \left( \sum_i x_i \right)^2} \quad \dots (23)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad \dots (24)$$

$$\text{parameter } \sigma = \frac{1}{b} \quad \dots (25)$$

$$\mu = \frac{-a}{b} \quad \dots (26)$$

dimana:  $t_i$  = *Time to Failure*

- $i$  = urutan data kerusakan  
 $n$  = jumlah data kerusakan  
 $Z_i$  = dari table distribusi normal  
 $\mu$  = rata- rata

#### 2.8.4 Parameter untuk distribusi Log Normal

$$x_i = \ln t_i \quad \dots (27)$$

$$F(t_i) = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)} \quad \dots (28)$$

$$y_i = Z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)] = \frac{1}{s} \ln i - \left( \frac{1}{s} \ln t_{med} \right) \quad \dots (29)$$

$$b = \frac{n \sum_i x_i y_i - \left( \sum_i x_i \sum_i y_i \right)}{n \sum_i x_i^2 - \left( \sum_i x_i \right)^2} \quad \dots (30)$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad \dots (31)$$

parameter:  $s = \frac{1}{b}$  ... (32)

$$t_{med} = \exp^{as} \quad \dots (33)$$

- dimana:
- $t_i$  = *Time to Failure*  
 $i$  = urutan data kerusakan  
 $n$  = jumlah data kerusakan  
 $Z_i$  = dari table distribusi normal  
 $s$  = parameter bentuk  
 $t_{med}$  = parameter lokasi

## 2.9 Identifikasi Awal Dengan Metode Least Square Curve Fitting

Identifikasi awal dapat dilakukan dengan dua metode yaitu *probability plot* dan *least-square curve fitting*. *Probability plot* digunakan bila jumlah sample terlalu kecil atau data yang digunakan tidak lengkap sedangkan metode yang digunakan disini adalah metode *least-square curve fitting* yang dinilai lebih akurat dibanding *probability plot* karena tingkat subjektivitas untuk menilai kelurusan garis menjadi berkurang. Dengan *least-square curve fitting* distribusi yang terpilih adalah distribusi yang nilai *index of fit*-nya terbesar. *Index of fit (r)* adalah koefisien korelasi yang menunjukkan kekuatan hubungan secara linear antara variabel x dan y (Saputra, 2007). Nilai koefisien (r) berada diantara 0 dan 1 ( $0 < r < 1$ ) jika semakin besar nilai *index of fit* di dalam suatu distribusi sebaran data (mendekati 1) maka data tersebut makin sesuai dengan distribusi tersebut begitu pula dengan sebaliknya jika r mendekati 0 maka menunjukkan hubungan linier yang lemah antara variabel x dan y.

Dalam mengidentifikasi distribusi kerusakan atau perbaikan suatu komponen dengan metode *least-square curve fitting* digunakan *index of fit (r)* yang merupakan ukuran hubungan linear antara peubah x dan y. Dimana r diperoleh dengan rumus (Walpole, 1992).

Perhitungan umum pada *least-squares curve fitting* (Ebeling, 1997), yaitu :

1) Perhitungan Plotting Position ( F (ti) ) :

$$F(ti) = \frac{i - 0.3}{n + 0.4} \quad \dots (34)$$

2) Perhitungan *Index of fit ( r )* :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}} \quad \dots (35)$$

Dimana : n adalah jumlah kerusakan yang terjadi.

3) Gradien :

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad \text{untuk distribusi Weibull, Normal dan}$$

Lognormal ... (36)

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \text{untuk distribusi Eksponensial} \quad \dots (37)$$

Dimana : n adalah jumlah kerusakan yang terjadi.

## 2.10 Mean Time To Failure

*Mean Time To Failure (MTTF)* merupakan nilai rata-rata waktu kegagalan dari sebuah sistem/ komponen (Linawati, 2005).

Mean Time To failure adalah nilai rata-rata atau nilai yang diharapkan dari suatu distribusi kerusakan yang didefinisikan oleh *probability density function*  $f(t)$  sebagai berikut:

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

$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad \dots (38)$$



2. Menjamin ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk memproduksi (atau jasa) dan mendapatkan laba investasi (*return of investment*) maksimum yang mungkin.
3. Menjamin kesiapan operasional dari seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu, misalnya unit cadangan, unit pemadaman kebakaran dan penyelamat, dan sebagainya.
4. Menjamin keselamatan orang yang menggunakan sarana tersebut.

Bagian perawatan berkaitan erat dengan proses produksi karena kegagalan kegiatan perawatan sangat mengganggu kelancaran proses produksi. Dengan adanya kegiatan perawatan yang baik dan efektif, akan mencegah timbulnya kerusakan (*breakdown*) pada waktu yang telah diperkirakan terlebih dahulu.

#### **2.4 Mesin Kritis Dan Komponen Mesin Kritis**

Mesin kritis adalah mesin yang mengalami frekwensi kerusakan terbesar dengan total downtime terbesar. Untuk penentuan mesin kritis ini, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mengukur lamanya waktu downtime produksi dari tiap-tiap mesin yang ada (Pratiwi, 2007).

Program perawatan untuk peralatan maupun mesin harus dilakukan secara terencana. Namun demikian, disadari pula bahwa tidak mungkin membuat suatu program yang merencanakan sistem perawatan untuk semua mesin dipabrik atau tidak mungkin semua kerusakan dapat diatasi. Tetapi dengan adanya program perawatan tersebut sekurang-kurangnya akan dapat mengatasi masalah-masalah yang ada. Usaha yang mendasar dalam merencanakan perawatan pencegahan yaitu dengan cara memberikan perhatian serius pada mesin kritis dan unit atau komponen kritis dari mesin tersebut. Suatu mesin

dapat dikategorikan sebagai mesin kritis apabila memiliki jumlah frekuensi kerusakan dan jumlah *stop hour* terbanyak dibanding mesin lainnya. Sedangkan suatu komponen atau unit dapat dikualifikasikan kritis apabila :

1. Kerusakan unit itu dapat membahayakan kesehatan atau mengancam keselamatan penggunaannya.
2. Kerusakan unit dapat mempengaruhi kualitas dari produk.
3. Kerusakan unit dapat menimbulkan kemacetan produksi.
4. Biaya investasi untuk unit itu sangat mahal.

Dan untuk mengetahui mesin kritis serta komponen kritis dari suatu mesin dilakukan analisa terhadap frekwensi kerusakan, persentase dari frekwensi kerusakan, persentase kumulatif dari persentase frekwensi kerusakan, Jumlah *stop hour*, persentase dari *stop hour*, serta persentase kumulatif dari persentase *stop hour* terhadap mesin dan komponen mesin yang diteliti.

Analisa frekwensi kerusakan mesin atau komponen ke- $n$  ( $F_n$ ) didapat dari menjumlahkan semua kerusakan yang terjadi terhadap mesin dan komponen mesin selama periode penelitian. Sedangkan analisa jumlah *stop hour* didapatkan dari menjumlahkan waktu dari mulai mesin dan komponen dari mesin tersebut rusak atau Break Down sampai waktu selesai diperbaiki.

Perhitungan persentase dari frekwensi kerusakan dapat dicontohkan sebagai berikut :

$$Xk_n = \frac{F_n}{\sum F} \times 100\% \quad \dots (1)$$

Dimana :  $Xk_n$  = Persentase dari frekwensi kerusakan mesin  
atau komponen ke- $n$  (%)

$F_n$  = frekwensi kerusakan mesin atau komponen

Perhitungan MTTF untuk setiap distribusi:

$$1. \text{ Distribusi eksponensial} \quad MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad \dots (39)$$

$$2. \text{ Distribusi Weibull} \quad MTTF = \theta \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad \dots (40)$$

$$3. \text{ Distribusi Normal} \quad MTTF = \mu \quad \dots (41)$$

$$4. \text{ Distribusi Log Normal} \quad MTTF = t_{med} \exp^{\frac{s^2}{2}} \quad \dots (42)$$

### 2.11 Maintainability (Kemampuan Perawatan)

*Maintainability* adalah suatu peluang dari suatu alat beroperasi kembali dalam periode perawatan tertentu setelah kegiatan perawatan telah dilakukan sebelumnya. Untuk mengukur *maintainability* ini, waktu kerusakan dari suatu alat harus diketahui. *MTTR* (waktu rata-rata reparasi) merupakan rata-rata waktu perbaikan sama dengan *MTTF*.

### 2.12 Interval Pemeriksaan Optimal

Dalam melaksanakan tindakan perawatan, selain melakukan penggantian pencegahan juga diperlukan tindakan pemeriksaan yang dilakukan secara berkala, model pemeriksaan ini mengikuti model yang dikemukakan oleh Jardine. Melalui model pemeriksaan ini diharapkan dapat diperoleh suatu pemecahan yang dapat mengidentifikasi level yang paling optimum untuk melakukan kegiatan pemeriksaan dan selanjutnya diharapkan bahwa efek dilaksanakannya kegiatan pemeriksaan menurut level tersebut akan dapat mengurangi laju kerusakan mesin, meminimalkan

*downtime* yang akan meningkatkan tingkat ketersediaan operasi mesin, yang akan membawa dampak bagi terjaminnya layanan pemakai bersih.

Total *downtime* setiap waktu dapat dijabarkan dalam bentuk suatu fungsi dari frekuensi pemeriksaan ( $n$ ) yaitu (Jardine, 1973) :

$D(n)$  = *downtime* yang terjadi kerana perbaikan per unit waktu + *downtime* yang terjadi karena pemeriksaan per unit waktu.

$$D(n) = \lambda(n)T_f + nT$$

Dimana :

- $\lambda(n)$  adalah laju kerusakan yang terjadi

$$\lambda(n) = \frac{k}{n} \text{ sehingga : } \lambda'(n) = -\frac{k}{n^2} \quad \dots (43)$$

- $k$  adalah nilai konstan dari jumlah kerusakan (*breakdown*) per satuan waktu.

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Periode terjadinya kerusakan}} \quad \dots (44)$$

- $T_f$  adalah waktu rata-rata untuk melakukan penggantian ( $\frac{1}{\mu}$ )
- $T_i$  adalah waktu rata-rata untuk melakukan pemeriksaan ( $1/i$ )
- $n$  adalah jumlah pemeriksaan (frekuensi) yang dilakukan per satuan waktu

Sehingga :

$$D(n) = \frac{\lambda(n)}{\mu} + \frac{n}{i} \text{ atau } D(n) = \frac{k}{n\mu} + \frac{n}{i}$$

Jika persamaan  $D(n)$  diatas dideferensikan akan terjadi :

$$D'(n) = -\frac{k}{n^2\mu} + \frac{1}{i} = 0$$

$$\text{Sehingga frekuensi pemeriksaan : } n = \sqrt{\frac{k.i}{\mu}} \quad \dots (45)$$

### 2.13 Ekspektasi Biaya Kebijakan *Repair* dan *Preventive maintenance*

Perhitungan ini dimaksudkan untuk memberi perbandingan apakah layak preventive maintenance diusulkan dan apakah *Preventive Maintenance* lebih baik dari pada *Repair Maintenance* bila dilihat dari segi biaya perawatan.

Rumus yang digunakan adalah (Noldi, 2006) :

a. Biaya Repair ( $C_r$ )

$$C_r = \text{Biaya pekerja per orang per jam} \times \text{MTTR} \quad \dots (46)$$

b. Biaya Preventive ( $C_m$ )

$$C_m = \text{Biaya pekerja per orang per jam} \times \text{Waktu pemeriksaan Blade} \dots (47)$$

c. Ekspektasi Biaya kebijaksanaan Reparasi ( $TC_r$ )

Rata – Rata kerusakan dari komponen Blade (B) per bulan :

$$B = \frac{\text{Jam beroperasi mesin}}{\text{MTTF}} \quad \dots (48)$$

$$TC_r = B \times C_r \quad \dots (49)$$

d. Ekspektasi Biaya kebijaksanaan Perawatan *Preventive* ( $TC_m$ )

$$TC_m = \frac{\text{Jumlah Komponen mesin} \times C_m}{n} \quad \dots (50)$$

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Objek Penelitian**

Penelitian dilakukan di PT. INKA yang terletak di Jl. Yos Sudarson no 71 Madiun, untuk mendapatkan gambaran kondisi tempat penelitian secara umum, termasuk kegiatan-kegiatan yang ada didalamnya.

#### **3.2 Metode Pengumpulan Data**

Maksud dari pengumpulan data adalah untuk mencari data yang digunakan untuk memecahkan masalah – masalah yang akan diolah dari landasan teori. Cara mencari data tersebut adalah sebagai berikut :

- a. **Wawancara**, yaitu metode pengumpulan data dengan jalan mengadakan Tanya jawab secara langsung dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti.
- b. **Observasi**, yaitu metode pengumpulan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung kepada obyek yang akan diteliti untuk mengecek sejauh mana kebenaran data dan informasi yang telah ditempuh.
- c. **Studi Pustaka**, yaitu metode pengumpulan data dengan mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas.
- d. **Dokumentasi**, yaitu metode pengumpulan data dengan cara melihat dan menggunakan laporan atau catatan yang ada di perusahaan.

Dari metode pengumpulan data diatas diperoleh dua jenis data, yaitu:

#### 1. Data Primer

Adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber yang diamati dan dicatat untuk pertama kalinya.

#### 2. Data sekunder

Data ini diperoleh dengan menggunakan studi pustaka yang ada hubungannya dengan penulisan laporan ini. Misalnya latar belakang perusahaan dan lokasi atau tempat perusahaan.

Data - data yang diperlukan antara lain :

1. Data sistem perawatan mesin
2. Data jumlah kerusakan (*breakdown period*)/*history of equipment* mesin.
3. Data waktu reparasi dari mesin kritis.
4. Data kerusakan komponen kritis dari mesin kritis.

### 3.3 Pengolahan Data

Dari data yang diperoleh akan dilakukan pengolahan dengan tahap – tahap sebagai berikut :

#### 1. Penentuan mesin kritis

Penentuan mesin kritis didasarkan pada jumlah *downtime* terbesar dari mesin tersebut.

#### 2. Penentuan komponen kritis.

Komponen kritis ditentukan dari jumlah downtime terbesar dari komponen mesin.

#### 3. Waktu Diantara Kerusakan ( *TTR* )

Perhitungan selang waktu perbaikan adalah dengan menghitung selang waktu antar perbaikan dari waktu perbaikan komponen mesin sampai selesai komponen mesin tersebut diperbaiki.

4. Waktu Diantara Perbaikan ( *TTF* )

Perhitungan selang waktu kerusakan ( *TTF* ) adalah dengan menghitung selang waktu antar kerusakan dari kerusakan awal yang telah diperbaiki hingga terjadi kerusakan kembali

5. Menghitung Index of Fit untuk menentukan distribusi yang cocok

Perhitungan ini di gunakan untuk menentukan distribusi kerusakan yang sesuai dengan data. Distribusi yang dipilih adalah distribusi yang memiliki nilai *Index Of Fit* terbesar. Rumus yang digunakan dalam menghitung *Index Of Fit* yaitu :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

- Distribusi Weibull :

$$x_i = \ln(t_i)$$

$$y_i = \ln \ln \left\{ \frac{1}{(1 - F(t_i))} \right\}$$

$$F(t_i) = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)}$$

dimana:       $t_i$       = Time to Failure  
                    $i$         = urutan data kerusakan  
                    $n$         = jumlah data kerusakan



- Distribusi Eksponensial :

$$x_i = t_i$$

$$y_i = \ln \left\{ \frac{1}{(1 - F(t_i))} \right\}$$

$$F(t_i) = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)}$$

Dimana :  $t_i$  = Time to Failure (repair ke-i)  
 $i$  = urutan data kerusakan  
 $n$  = jumlah data kerusakan

- Distribusi Normal :

$$x_i = t_i$$

$$F(t_i) = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)}$$

$$y_i = Z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)] = \frac{t_i - \mu}{\sigma}$$

dimana:  $t_i$  = Time to Failure  
 $i$  = urutan data kerusakan  
 $n$  = jumlah data kerusakan  
 $Z_i$  = dari table distribusi normal  
 $\mu$  = rata-rata

- Distribusi Log Normal :

$$x_i = \ln t_i$$

$$F(t_i) = \frac{(i - 0.3)}{(n + 0.4)}$$

$$y_i = Z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)] = \frac{1}{s} \ln i - \left( \frac{1}{s} \ln t_{med} \right)$$

dimana:  $t_i$  = Time to Failure  
 $i$  = urutan data kerusakan

- $n$  = jumlah data kerusakan  
 $Z_i$  = dari table distribusi normal  
 $s$  = parameter bentuk  
 $t_{med}$  = parameter lokasi

#### 6. Menghitung *MTTF* Berdasar Distribusi terpilih

- a. Distribusi eksponensial  $MTTF = \frac{1}{\lambda}$   
 b. Distribusi Weibull  $MTTF = \theta \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right)$   
 c. Distribusi Normal  $MTTF = \mu$   
 d. Distribusi Log Normal  $MTTF = t_{med} \exp^{\frac{s^2}{2}}$

#### 7. Menghitung *MTTR*

Langkah – langkah perhitungan sama dengan *MTTF*, tapi Data yang digunakan adalah data waktu *Repair*.

#### 8. Perhitungan Umur Desain

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan komponen *Blade*.

$$R = e^{-(t/\theta)^\beta}$$

#### 9. Penentuan Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan Optimal Berdasarkan *Minimasi Downtime*.

- a. Perkiraan Jumlah Kerusakan ( $K$ )

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Periode terjadinya kerusakan}}$$

- b. Waktu Rata-Rata Untuk Melakukan Penggantian ( $1/\mu$ )

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$

- c. Waktu Rata-rata Untuk Melakukan pemeriksaan ( $1/i$ )

$$\text{Rata-rata waktu pemeriksaan} = \frac{\text{Waktu untuk melakukan pemeriksaan}}{\text{Jam kerja per bulan}}$$

$$i = \frac{1}{\text{Rata - rata waktu pemeriksaan}}$$

- d. Interval pemeriksaan ( $1/n$ )

$$n = \sqrt{\frac{ki}{\mu}}$$

$$\text{interval waktu pemeriksaan} = \frac{1}{n} \times \text{jam kerja per bulan}$$

#### 10. Ekspektasi Biaya Kebijakan *Repair* dan *Preventive maintenance*

- a. Biaya Repair ( $Cr$ )

$$Cr = \text{Biaya pkerja per orang per jam} \times MTTR$$

- b. Biaya Preventive ( $Cm$ )

$$Cm = \text{Biaya pekerja per orang per jam} \times \text{Waktu pemeriksaan Blade}$$

- c. Biaya Ekspektasi kebijaksanaan Reparasi ( $TCr$ )

Rata – Rata kerusakan dari komponen Blade ( $B$ ) per bulan :

$$B = \frac{\text{Jam beroperasi mesin}}{MTTF}$$

$$TCr = B \times Cr$$

- d. Biaya Ekspektasi kebijaksanaan Perawatan Preventive ( $TCm$ )

$$TCm = \frac{\text{Jumlah Komponen mesin} \times Cm}{n}$$

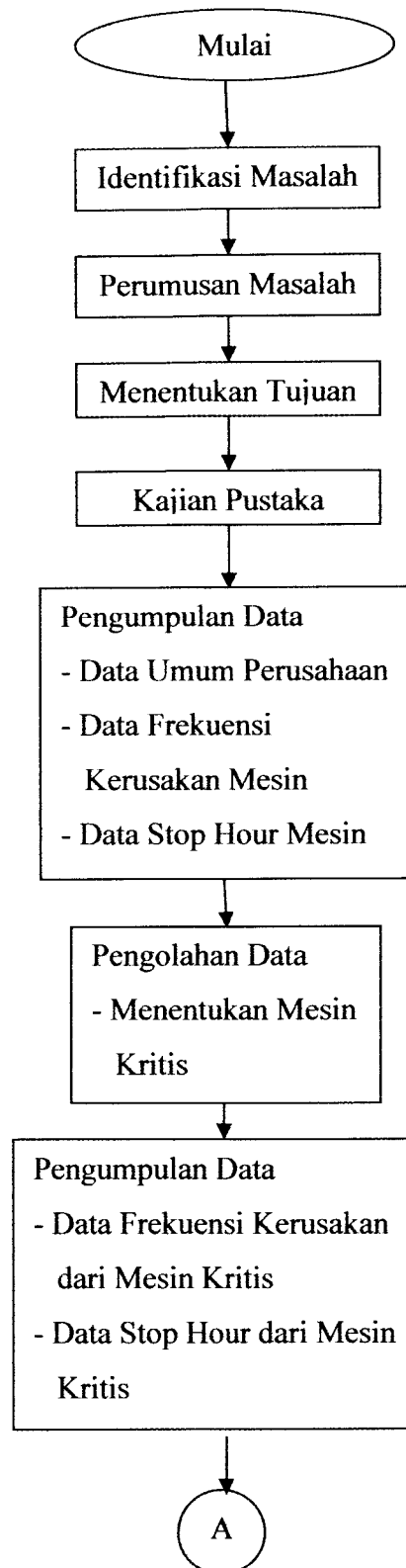
### **3.4 Pembahasan Data**

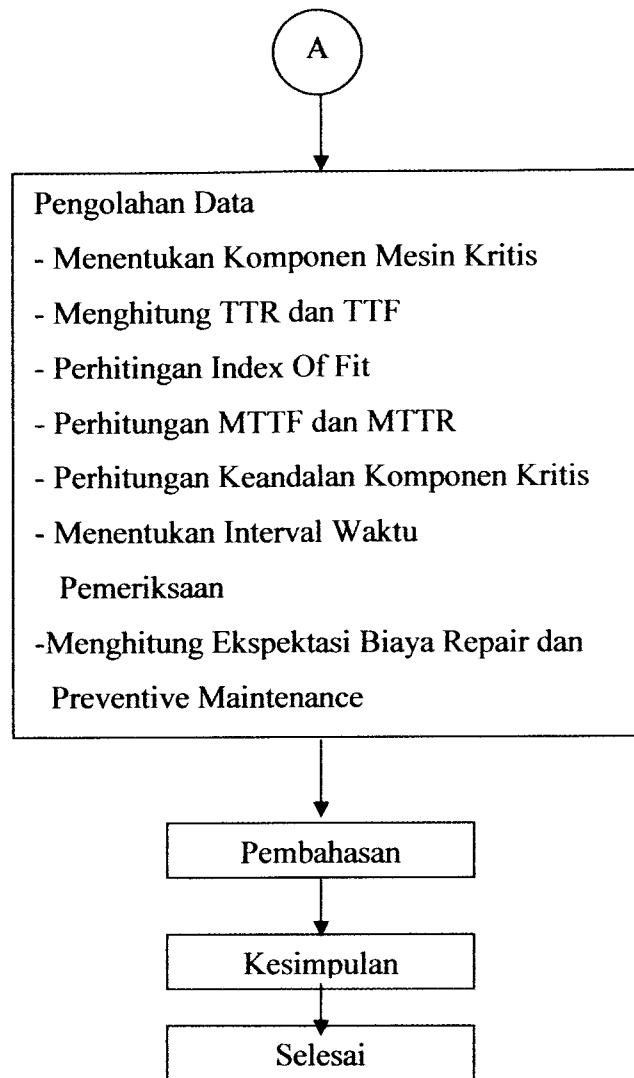
Setelah melakukan pengolahan data langkah selanjutnya adalah analisa. Analisa akan dilakukan terhadap data-data yang telah dikumpulkan maupun yang telah diolah guna penyelesaian masalah terhadap penelitian yang dilakukan.

### **3.5 Kesimpulan dan saran**

Kesimpulan merupakan pernyataan singkat, jelas dan tepat tentang apa yang diperoleh atau dapat dijabarkan dari hipotesis, sehingga dapat menjawab tujuan dan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Saran memuat berbagai pendapat atau masukan, saran berdasarkan pengalaman, kesulitan, temuan yang baru yang belum diteliti dan berbagai kemungkinan arah kebijakan perusahaan dan penelitian berikutnya.

### 3.6 Flow Chart





## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Sejarah Perusahaan

PT.INKA Madiun merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang perkeretaapian dengan berbagai peralatan produksinya seperti mesin *testing equipment*, mesin *welding*, mesin *laser cutting*, *air compressor* dan mesin CNC *pipe bending* dan masih banyak mesin yang lain.

Gagasan untuk mendirikan Industri Kereta Api di Indonesia merupakan salah satu *policy* pemerintah dalam rangka menanggulangi dan memenuhi kebutuhan jasa angkutan kereta api di Indonesia yang terus menaik. Untuk itu maka PJKA sejak tahun 1977 telah merintis dan mengadakan penjajagan secara intensif akan kemungkinan – kemungkinan untuk memproduksi sendiri gerbong dan kereta penumpang di Balai Yasa PJKA Madiun, yang kemudian di realisasikan dengan pembuatan prototype – prototype berbagai jenis gerbong dan kereta penumpang dan pembuatan 20 buah gerbong GW.

Secara kronologis proses pendirian PT (persero) INKA dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pada tanggal 28 Nopember 1979, Menteri perhubungan dan Menteri Ristek mengadakan peninjauan ke Balai Yasa PJKA Madiun. Hasil dari peninjauan ini diputuskan untuk mengakselerasi proses pendirian Industri Kereta Api.
2. Pada tanggal 11 Desember 1979, diadakan rapat antara wakil – wakil dari Departemen Perhubungan, BPPT ( Badan Pengkajian dan Penerangan

Teknologi) dan Departemen Perindustrian. Hasil rapat menetapkan dasar kebijakan pendirian suatu PT (Persero) *Manufacturing* Perkereta Api.

3. Dengan SK Menteri Perhubungan No. 32/OT.001/phb/80 tanggal 27 februari 1980 dibentuk panitia persiapan pembentukan Persero Pabrik Kereta Api Madiun. Anggota panitia terdiri dari wakil – wakil Departemen perhubungan, BPPT ( Badan Pengkajian dan Penerangan Teknologi), Departemen Perindustrian, Departemen Keuangan dan Sekkab.Menpan.

Kondisi awal pada pendirian PT. INKA adalah penggunaan atau pengalihan segala fasilitas dan asset yang ada di Balai Yasa PJKA madiun yang didirikan pada tahun 1884 (bertugas dalam pemeliharaan lokomotif uap) dan gudang PJKA Madiun sebagai fasilitas dasar untuk kegiatan PT.INKA.

Fasilitas dasar ini meliputi :

Luas area	: 22.5 Ha
Luas Bangunan	: 9.36 Ha
Fasilitas Produksi	: 660 mesin termasuk jig dan fasilitas 290 mesin Las.
Daya listrik	: 1000 KVA
Tenaga kerja	: 880 orang ( berasal dari PJKA sebagian besar, BPPT dan perindustrian)

Kegiatan di PT. INKA adalah pembuatan gerbong serta lokomotif kereta Api berdasarkan pesanan atau order, melakukan jasa perawatan besar (*Overhaul*) kereta Api, melakukan perdagangan lokal, impor dan ekspor barang dan jasa yang berhubungan dengan perkeretaapian, serta pengembangan produk selain kereta Api (produk *Diversifikasi*). Target utama PT INKA adalah :



- a. Menguasai sepenuhnya pasar domestik (PT.KAI) dalam hal kereta baru dan kereta retrofit serta gerbong baru.
- b. Menembus pasar regional dan pasar negara sedang berkembang ( kalau perlu bersama mitra luar negeri) dalam hal kereta, gerbong, kereta Rel Lustril (KRL), Kereta Rel Diesel (KRD), LRV untuk *manufacturing* dan rancang bangun.
- c. Menjadi badan terdepan terhadap calon pesaing di dalam negeri dan regional. Untuk itu perlu mengalokasikan dana *Research* dan *Development* sebesar 1% sampai dengan 5% terhadap penjualan setiap tahun.
- d. Menjadi perusahaan yang tumbuh dan berkembang (*Viable Company*).

Maka dari itu untuk mencapai target tersebut PT INKA menerapkan beberapa Strategi Perusahaan, antara lain :

- a. Menutup semua ketertinggalan yang selama ini belum tertangani dalam pengelolaan perusahaan.
- b. Mengusahakan peningkatan pelayanan kepada pelanggan utama (PT.KAI), terutama dalam hal waktu penyerahan.
- c. Menyiapkan diri untuk mempunyai daya saing tinggi.
- d. Mengusahakan selalu berada di depan dalam hal bidang usaha transportasi darat terhadap pesaing dalam negeri dan regional.

#### **4.2 Sistem Perawatan Mesin Di PT.INKA**

PT.INKA merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang pembuatan lokomotif dan gerbong kereta api, sehingga mesin – mesin yang digunakan untuk produksi termasuk mesin berat. Misalnya mesin *jigs*, mesin *testing equipment*, mesin *welding*, mesin *laser cutting*, *air compressor*

dan mesin CNC *pipe bending* dan masih banyak mesin yang lain. Untuk menjamin agar mesin bisa beroperasi dengan baik dan optimal diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik pula. Di PT. INKA sistem perawatan yang diterapkan adalah *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance*.

Perawatan pencegahan dilakukan secara berkala sesuai jadwal yang telah diterapkan oleh perusahaan. Perawatan pencegahan yang ringan biasanya dengan memberi atau mengganti pelumas / oli pada mesin. Sedangkan *Preventive Maintenance* yang lain adalah dengan cara *overhaul*, yaitu melakukan pemeriksaan secara cermat serta melakukan perbaikan dimana dilakukan *set-up* ulang. Tetapi kadang perawatan pencegahan secara *overhaul* ini tidak dapat dilakukan sesuai jadwal karena bagian produksi ingin mengejar target atau order.

Berdasar data yang di dapat, perawatan Preventive pada komponen mesin Gap Shear pada tahun 2008 hanya dilakukan sebanyak 3 kali. Perawatan Preventive yang pertama yaitu dilakukan pada tanggal 1 Februari, perawatan ke dua pada tanggal 12 juni, dan yang terakhir pada tanggal 4 oktober. Masing - masing selama 1 jam per komponen dengan 3 tenaga kerja.

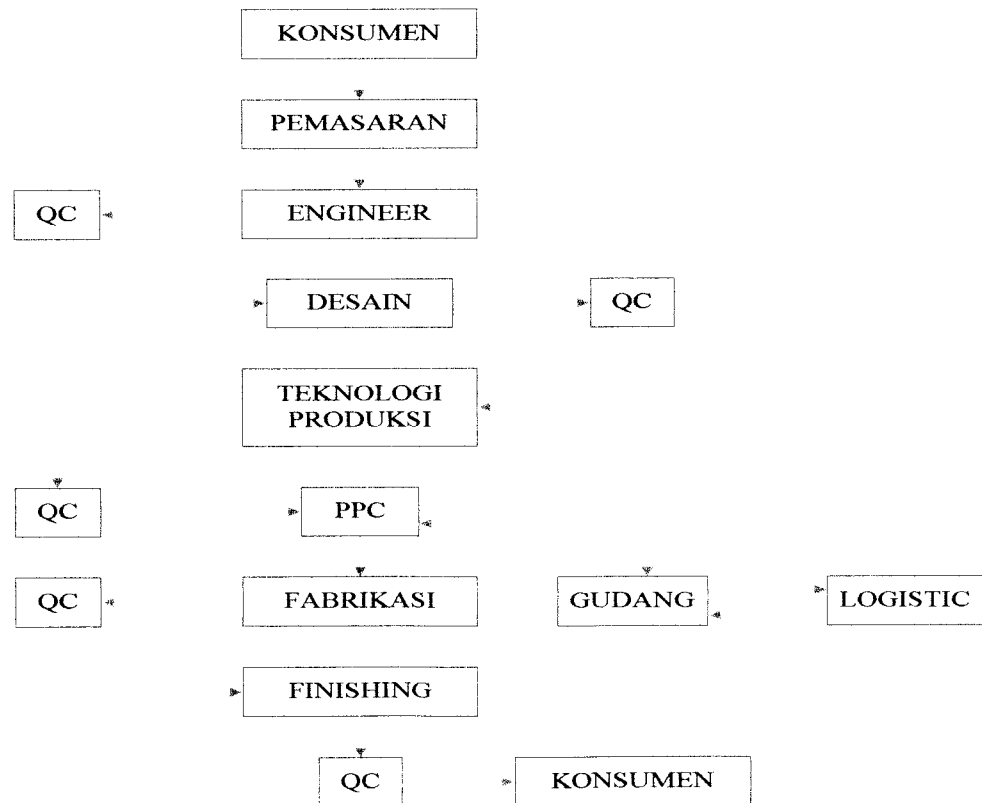
### **4.3 Proses Produksi**

PT. INKA merupakan perusahaan yang memproduksi Rolling Stock, yaitu kendaraan yang berjalan di atas rel dan jenis Rolling Stock yang telah di produksi oleh PT. INKA adalah kereta penumpang, gerbong barang, kereta rel listrik, lokomotif dan produk sampingan diversifikasi adalah Aerobridge (lorongnya saja), kontainer, retrofit (Overhaul dan modifikasi kereta penumpang).

Dalam melakukan proses produksinya PT. INKA membagi jenis bagian produksinya yaitu :

- a. Bagian pengerjaan Plat
- b. Bagian Perakitan
- c. Bagian permesinan
- d. Bagian komponen interior
- e. Bagian pemasangan interior
- f. Bagian pemasangan komponen mekanik
- g. Bagian pemasangan komponen listrik
- h. Bagian Quality Control (QC)
- i. Bagian Planning Product Control (PPC)

Alur proses produksi dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.1. Alur Proses Produksi

Tugas dari divisi pemasaran adalah melakukan kontrak penjualan, Promosi, Penetapan harga, menyusun dokumen pemasaran dan penjualan, serta tinjauan kontrak. Maka dari itu Konsumen untuk pertama kali melakukan pemesanan produk pada bagian pemasaran. Setelah melakukan kontrak penjualan dengan konsumen, pesanan masuk pada bagian engineer. Kemudian bagian engineer mengambil kebijakan – kebijakan dan mengkoordinasi kegiatan – kegiatan di bidang rekayasa system dan project engineering sesuai order. Sebelum bisa masuk ke bagian desain harus diperiksa dulu di bagian Quality control, untuk memastikan kelayakan. Apabila lolos dari bagian QC, kemudian masuk pada divisi Desain.

Di dalam divisi Desain ini dilakukan penyusunan sistem informasi dan pengendalian desain serta dilakukan penyusunan desain jadi. Agar memastikan layak atau tidak desain ini untuk diproduksi, maka desain produk jadi masuk ke divisi QC. Setelah dilakukan pengecekan kelayakan, dari divisi Desain kemudian masuk ke divisi teknologi produksi. Disini dilakukan penyiapan gambar kerja untuk proses produksi yang merupakan penjabaran dari gambar desain produksi jadi suatu komponen, selain itu juga membuat perencanaan dan pengembangan teknologi proses. Untuk menjaga kualitas maka sebelum masuk ke divisi Planning Product Control (PPC), harus melewati Quality control.

Setelah lolos dari QC, kemudian masuk ke divisi Planning Product Control. Tugas dari divisi ini adalah menyusun strategi dan kebijakan – kebijakan di bidang proses fabrikasi dan finishing sesuai dengan spesifikasi dan jadwal yang telah di tetapkan, mengkoordinasi kegiatan – kegiatan proses produksi (proses pemotongan, permesinan, parakitan, serta proses akhir) untuk

menghasilkan suatu produk sesuai dengan spesifikasi dan jadwal yang telah ditetapkan.

Proses selanjutnya adalah divisi PPC meminta spesifikasi bahan yang dibutuhkan untuk proses produksi ke divisi pergudangan. Jika di Gudang tersedia maka langsung diserahkan ke unit PPC. Tetapi jika bahan yang dibutuhkan tidak ada di gudang, maka bagian pergudangan meminta kepada bagian logistic untuk menyediakan atau membeli bahan yang dibutuhkan untuk proses fabrikasi tersebut.

Dari PPC kemudian masuk dalam divisi fabrikasi, disini dilakukan penyusunan strategi dan kebijakan di bidang fabrikasi yang mencakup pengerjaan material, permesinan, dan perakitan sesuai dengan spesifikasi serta dilakukan koordinasi kegiatan – kegiatan pengerjaan material, permesinan dan perakitan termasuk alokasi sumber daya manusia agar menghasilkan produk yang memenuhi jadwal dan spesifikasi yang telah ditetapkan. Untuk bisa masuk ke divisi selanjutnya yaitu divisi Finishing, maka produk dari hasil fabrikasi masuk dulu ke divisi QC untuk dilakukan uji kelayakan dan control kualitas.

Produk hasil fabrikasi kemudian dilakukan pemasangan komponen mekanik, pemasangan komponen listrik, dan pemasangan komponen interior, serta pemasangan interior secara keseluruhan di divisi Finishing. Apabila divisi QC telah memeriksa kualitas dan kelayakan dari hasil finishing produk, maka produk jadi dikirim ke konsumen yang telah memesan order dari divisi pemasaran.

#### 4.4 Data Frekuensi Kerusakan dan Stop Hour Mesin

Data – data yang dikumpulkan adalah data dari SPR (Surat Permintaan Perawatan) selama bulan Januari sampai Desember 2007 - 2008. Data yang diambil adalah data dari mesin *Gap Shear*, *Welding Machine* type OTC, *Forklift*, *Crane* (type 25, yaitu SG/OH 3 Ton), dan *Laser Cutting*. Data yang diambil dari kelima mesin tersebut karena kelima mesin tersebut merupakan mesin yang paling utama dan yang paling sering beroperasi serta sering digunakan dalam proses produksi. Data Frekuensi kerusakan dan Stop hour dapat dilihat di tabel 4.1.a dan 4.1.b.

Tabel 4.1.a Data Frekuensi Kerusakan mesin

No	Nama Mesin	Frekuensi kerusakan	% Frekuensi kerusakan
1	Gap shear	147	38,68
2	Welding machine	89	23,42
3	Forklift	73	19,21
4	Crane	53	13,95
5	Laser Cutting	18	4,74

Tabel 4.1.b Data stop hour mesin

No	Nama mesin	Stop Hours	% Stop hour
1	Gap Shear	333,167	49,29
2	Welding machine	134,839	19,95
3	Forklift	102,475	15,16
4	Crane	73,084	10,81
5	Laser Cutting	32,32	4,78

#### 4.5 Penentuan Mesin Kritis

Suatu mesin dapat dikategorikan sebagai mesin kritis apabila memiliki jumlah frekuensi kerusakan dan jumlah stop hour terbanyak dibanding mesin lainnya.

Berdasarkan tabel 4.1.a dapat dilihat bahwa mesin *Gap Shear* mempunyai frekuensi kerusakan yang paling tinggi, yaitu sebesar 147 dengan presentase 38,68 % dari kumulatif kerusakan mesin dan berdasarkan tabel 4.1.b dapat dilihat bahwa jumlah *stop hour* mesin *Gap Shear* mempunyai *stop hour* paling besar, yaitu sebesar 333,167 jam dengan presentase 49,29 % dari kumulatif kerusakan mesin. Berdasarkan kedua hal diatas, yaitu jumlah kerusakan dan *stop hour* maka mesin *Gap Shear* ditetapkan sebagai mesin kritis.

#### 4.6 Data Frekuensi Kerusakan Komponen dan Jumlah Stop Hour Komponen Mesin Kritis

Data kerusakan komponen mesin *Gap Shear* selama bulan Januari sampai Desember 2008 dapat dilihat di Tabel 4.2a dan 4.2.b berikut :

Tabel 4.2.a. Tabel Frekuensi kerusakan komponen mesin *Gap Shear*

No	Nama Komponen	Frekuensi kerusakan	% Frekuensi kerusakan
1	Blade	56	38,36
2	Seal	31	21,23
3	limit swith	18	12,33
4	Roller	17	11,64
5	Oring	15	10,27
6	Hyd Pump	9	6,61

Tabel 4.2.b. Tabel *Stop Hour* komponen mesin *Gap Shear*

No	Nama Komponen	Stop Hours	% Frekuensi kerusakan
1	Blade	160,75	41,11
2	Seal	64,5	18,9
3	limit swith	38,83	11,38
4	Oring	37	10,84
5	Roller	26	7,62
6	Hyd Pump	14,17	4,15

#### 4.7 Penentuan Komponen Kritis

Setelah diketahui bahwa mesin *Gap Shear* adalah merupakan mesin kritis, maka selanjutnya akan ditentukan komponen kritis yang terdapat dari mesin tersebut. Penentuan komponen kritis berdasarkan pada :

- a. Komponen tersebut memiliki jumlah kerusakan yang paling tinggi.
- b. Komponen tersebut memiliki *stop hour* yang paling tinggi.
- c. Apabila komponen tersebut rusak maka secara otomatis mesin juga tidak akan dapat beroperasi.

Berdasarkan tabel 4.2.a dapat dilihat bahwa komponen *Blade* mempunyai frekuensi kerusakan yang paling tinggi, yaitu sebesar 56 dengan presentase 38,36 % dari kumulatif kerusakan komponen mesin dan berdasarkan tabel 4.2.b dapat dilihat bahwa jumlah *stop hour* komponen *Blade* mempunyai *stop hour* paling besar, yaitu sebesar 160,75 jam dengan presentase 41,11% dari kumulatif kerusakan mesin. Berdasarkan kedua hal diatas, yaitu jumlah kerusakan dan *stop hour* maka *Blade* ditetapkan sebagai komponen mesin kritis.

#### 4.8 Pengolahan Data

##### 4.8.1 Perhitungan Waktu Antar Perbaikan (*TTR*) dan Waktu Antar Kerusakan (*TTF*) dari Komponen Kritis

Perhitungan selang waktu kerusakan (*TTF*) adalah dengan menghitung selang waktu antar kerusakan dari kerusakan awal yang telah diperbaiki hingga terjadi kerusakan kembali. Sedangkan perhitungan waktu antar perbaikan (*TTR*) adalah dengan menghitung selang waktu dari mulai perbaikan sampai selesai perbaikan. Di PT.INKA secara normal mesin beroperasi selama 8 jam



sehari. Mulai dari jam 07.00 sampai jam 16.00. Istirahat pada jam 12.00 sampai jam 13.00. Hari Sabtu dan Minggu serta hari besar lainnya libur.

Tabel 4.3. Tabel hasil perhitungan *TTR* dan *TTF*

NO	Tanggal kerusakan	Tanggal perbaikan	Waktu kerusakan	Jam perbaikan		<i>TTR</i> (JAM)	<i>TTF</i> (JAM)
				Mulai	Selesai		
1	02/01/2007	02/01/2007	8.30	09.20	15.15	4,917	-
2	04/01/2007	04/01/2007	10.25	10.50	15.40	3,833	12,167
3	09/01/2007	09/01/2007	7.45	8.00	9.40	1,667	9,08
4	19/01/2007	19/01/2007	9.00	9.15	13.30	3,25	63,33
5	30/01/2007	30/01/2007	13.40	14.00	15.50	1,833	56,167
6	05/02/2007	05/02/2007	10.30	11.10	12.00	0,833	27,67
7	26/02/2007	26/02/2007	7.25	7.50	12.00	4,167	116,417
8	07/03/2007	07/03/2007	7.45	7.50	15.30	6,667	52,75
9	21/03/2007	21/03/2007	8.00	8.15	12.00	3,75	65,5
10	30/03/2007	30/03/2007	8.10	8.25	11.35	3,167	53,167
11	10/04/2007	10/04/2007	11.20	11.35	14.25	1,833	47,75
12	20/04/2007	20/04/2007	8.35	9.55	11.00	1,083	59,167
13	30/04/2007	30/04/2007	14.00	14.25	16.00	1,583	50
14	16/05/2007	16/05/2007	8.45	9.00	9.50	0,833	89,75
15	31/05/2007	31/05/2007	14.00	14.35	15.45	1,167	99,167
16	26/06/2007	26/06/2007	08.00	8.25	11.00	2,583	129,25
17	20/07/2007	20/07/2007	10.00	10.20	11.50	1,5	143
18	31/07/2007	31/07/2007	14.30	14.40	16.00	1,333	65,667
19	07/08/2007	07/08/2007	13.10	13.20	16.00	3,333	37,167
20	14/08/2007	14/08/2007	07.15	8.15	9.40	1,417	32,25
21	29/08/2007	29/08/2007	11.30	13.00	15.40	2,667	122,33
22	13/09/2007	13/09/2007	7.15	7.20	8.35	1,25	88,58
23	20/09/2007	20/09/2007	14.10	14.30	15.45	1,25	44,584
24	04/10/2007	04/10/2007	11.25	13.10	15.00	1,833	76,67
25	30/10/2007	30/10/2007	13.15	13.25	15.00	1,583	142,25
26	12/11/2007	12/11/2007	11.15	11.25	13.30	1,083	69,25
27	20/11/2007	20/11/2007	9.00	9.10	11.45	2,583	44,5
28	22/11/2007	22/11/2007	9.00	9.25	10.50	1,417	13,25
29	06/12/2007	06/12/2007	7.50	8.10	9.00	0,833	77,0003
30	21/12/2007	21/12/2007	13.10	13.30	15.40	2,167	83,167
31	26/12/2007	26/12/2007	8.00	8.30	15.45	6,25	9,3
32	9/1/2008	9/1/2008	14.00	14.30	15.45	1,250	62,25
33	24/01/2008	24/01/2008	07.30	08.00	10.00	2,0	72,75
34	6/3/2008	6/3/2008	08.00	08.15	15.00	5,750	71

35	14/03/2008	14/03/2008	13.00	13.15	14.15	1,0	38
36	18/03/2008	18/03/2008	13.00	13.25	14.20	0,917	14.75
37	15/04/2008	15/04/2008	14.00	14.15	16.30	2,250	143.67
38	21/04/2008	21/04/2008	11.45	13.25	14.45	1,333	28.75
39	28/04/2008	28/04/2008	07.15	07.30	15.30	7,0	33.5
40	22/05/2008	22/05/2008	07.45	08.15	11.00	2,750	105.25
41	30/05/2008	30/05/2008	07.00	07.30	14.30	6,0	44
42	2/6/2008	2/6/2008	13.50	14.10	16.00	1,833	7.33
43	16/06/2008	16/06/2008	11.30	13.00	15.00	2,0	76.5
44	25/06/2008	25/06/2008	07.00	07.10	11.10	4,0	49
45	14/07/2008	14/07/2008	15.00	15.15	16.00	0,750	107.83
46	21/07/2008	21/07/2008	09.35	10.00	13.25	2,417	34.58
47	28/07/2008	28/07/2008	08.20	13.10	14.15	1,083	35.91
48	4/8/2008	4/8/2008	07.40	08.00	11.00	3,0	34.42
49	19/08/2008	19/08/2008	11.00	13.10	15.45	2,583	87
50	9/9/2008	9/9/2008	13.20	14.00	15.30	1,50	117.58
51	15/09/2008	15/09/2008	08.00	08.40	09.20	0,667	25.5
52	10/10/2008	10/10/2008	09.00	09.10	10.20	1,167	95.57
53	14/10/2008	14/10/2008	07.15	07.30	10.00	2,50	12.92
54	07/11/2008	07/11/2008	13.40	14.15	16.00	1,750	146.67
55	19/11/2008	19/11/2008	07.15	07.45	10.45	3,0	56.25
56	17/12/2008	17/12/2008	07.50	07.45	11.15	3,50	149.08

Contoh perhitungan :

1. Perhitungan *TTR*

Misal perhitungan *TTR* pada tanggal 21 April 2008. Waktu perbaikan pada jam 13.25, selesai diperbaiki jam 14.45. Jadi selang waktu perbaikan adalah 80 menit. Karena dalam satuan jam maka  $80/60 = 1,33$  jam.

2. Perhitungan *TTF*

a. Contoh dihitung adalah pada tanggal 21 April 2008 sampai tanggal 28 April 2008.

b. Pada periode tanggal 21 April 2008 mesin selesai diperbaiki pada jam 14.45 dan selesai beroperasi jam 16.00, jadi terdapat 1,25 jam (75 menit / 60)

- c. Tanggal 22 April 2008 sampai tanggal 27 April 2008 terdapat 4 hari kerja ( Sabtu dan Minggu Libur), maka (4 hari x 8 jam)= 32 jam.
- d. Pada tanggal 28 April 2008 pukul 07.00 sampai pukul 07.15 terdapat 0,25 jam (15 menit/60).
- e. Sehingga waktu diantara kerusakan dari tanggal 21 April 2008 sampai 28 April 2008 adalah (1,25 jam + 32 jam + 0,25 jam)= 33,5 jam.

#### 4.8.2 Perhitungan Data Time To Failure (TTF)

##### a. Index Of Fit TTF

Perhitungan ini di gunakan untuk menentukan distribusi kerusakan yang sesuai dengan data. Distribusi yang dipilih adalah distribusi yang memiliki nilai *Index Of Fit* terbesar. Rumus yang digunakan dalam menghitung *Index Of Fit* yaitu :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

##### 1. Distribusi Weibul

Tabel 4.4 Tabel Perhitungan Distribusi Weibull TTF

No	ti	Xi=ln ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	Xi.Yi
1	7,33	1,9920	3,9680	0,0126	-4,3649	19,0524	-8,6948
2	9,08	2,2061	4,8668	0,0307	-3,4684	12,0299	-7,6516
3	9,3	2,2300	4,9730	0,0487	-2,9964	8,9787	-6,6821
4	12,167	2,4987	6,2436	0,0668	-2,6719	7,1390	-6,6763
5	12,92	2,5588	6,5473	0,0848	-2,4230	5,8710	-6,2000
6	13,25	2,5840	6,6770	0,1029	-2,2203	4,9298	-5,7373
7	14,75	2,6912	7,2428	0,1209	-2,0487	4,1972	-5,5136
8	25,5	3,2387	10,4890	0,1390	-1,8995	3,6080	-6,1518
9	27,67	3,3203	11,0247	0,1570	-1,7671	3,1225	-5,8672

10	28,75	3,3586	11,2804	0,1751	-1,6478	2,7151	-5,5342
11	32,25	3,4735	12,0653	0,1931	-1,5390	2,3684	-5,3456
12	33,5	3,5115	12,3310	0,2112	-1,4387	2,0699	-5,0521
13	34,42	3,5386	12,5220	0,2292	-1,3456	1,8107	-4,7616
14	34,58	3,5433	12,5548	0,2473	-1,2585	1,5838	-4,4592
15	35,91	3,5810	12,8237	0,2653	-1,1765	1,3842	-4,2131
16	37,167	3,6154	13,0713	0,2834	-1,0989	1,2076	-3,9731
17	38	3,6376	13,2320	0,3014	-1,0252	1,0509	-3,7291
18	44	3,7842	14,3201	0,3195	-0,9547	0,9115	-3,6128
19	44,5	3,7955	14,4057	0,3375	-0,8872	0,7871	-3,3674
20	44,584	3,7974	14,4201	0,3556	-0,8223	0,6761	-3,1225
21	47,75	3,8660	14,9458	0,3736	-0,7596	0,5770	-2,9367
22	49	3,8918	15,1463	0,3917	-0,6990	0,4886	-2,7204
23	50	3,9120	15,3039	0,4097	-0,6402	0,4098	-2,5043
24	52,75	3,9656	15,7257	0,4278	-0,5829	0,3398	-2,3116
25	53,167	3,9734	15,7882	0,4458	-0,5271	0,2778	-2,0944
26	56,167	4,0283	16,2274	0,4639	-0,4725	0,2233	-1,9034
27	56,25	4,0298	16,2393	0,4819	-0,4190	0,1756	-1,6886
28	59,167	4,0804	16,6494	0,5000	-0,3665	0,1343	-1,4955
29	62,25	4,1312	17,0665	0,5181	-0,3148	0,0991	-1,3006
30	63,33	4,1484	17,2089	0,5361	-0,2639	0,0696	-1,0945
31	65,5	4,1821	17,4895	0,5542	-0,2135	0,0456	-0,8927
32	65,667	4,1846	17,5108	0,5722	-0,1636	0,0268	-0,6845
33	69,25	4,2377	17,9583	0,5903	-0,1140	0,0130	-0,4833
34	71	4,2627	18,1704	0,6083	-0,0648	0,0042	-0,2762
35	72,75	4,2870	18,3786	0,6264	-0,0157	0,0002	-0,0672
36	76,5	4,3373	18,8121	0,6444	0,0334	0,0011	0,1449
37	76,67	4,3395	18,8314	0,6625	0,0826	0,0068	0,3582
38	77,0003	4,3438	18,8687	0,6805	0,1319	0,0174	0,5730
39	83,167	4,4209	19,5439	0,6986	0,1816	0,0330	0,8030
40	87	4,4659	19,9443	0,7166	0,2318	0,0538	1,0354
41	88,58	4,4839	20,1054	0,7347	0,2827	0,0799	1,2677
42	89,75	4,4970	20,2233	0,7527	0,3345	0,1119	1,5041
43	95,57	4,5599	20,7923	0,7708	0,3873	0,1500	1,7660
44	99,167	4,5968	21,1306	0,7888	0,4415	0,1949	2,0293
45	105,25	4,6563	21,6815	0,8069	0,4973	0,2473	2,3158
46	107,83	4,6806	21,9076	0,8249	0,5553	0,3084	2,5991
47	116,417	4,7572	22,6307	0,8430	0,6159	0,3793	2,9298
48	117,58	4,7671	22,7254	0,8610	0,6797	0,4620	3,2404
49	122,33	4,8067	23,1046	0,8791	0,7479	0,5593	3,5947
50	129,25	4,8617	23,6366	0,8971	0,8216	0,6750	3,9944
51	142,25	4,9576	24,5777	0,9152	0,9030	0,8154	4,4767

52	143	4,9628	24,6298	0,9332	0,9956	0,9911	4,9408
53	143,67	4,9675	24,6762	0,9513	1,1057	1,2226	5,4926
54	146,67	4,9882	24,8820	0,9693	1,2482	1,5579	6,2261
55	149,08	5,0045	25,0449	0,9874	1,4751	2,1758	7,3819
		<b>217,5927</b>	<b>892,6167</b>	<b>27,5</b>	<b>-30,9192</b>	<b>98,4216</b>	<b>-72,1258</b>

Contoh Perhitungan :

Banyaknya data interval kerusakan = n = 55

$$i=1$$

$$x_i = \ln t_i$$

$$x_1 = \ln 7,33 = 1,992$$

$$F(t_i) = \frac{i-0,3}{n+0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1-0,3}{55+0,4} = 0,0126$$

$$y_i = \ln \ln \left( \frac{1}{1-F(t_i)} \right)$$

$$y_1 = \ln \ln \left( \frac{1}{1-0,0126} \right) = -4,3649$$

$$r = \frac{55(-72,126) - (217,593)(-30,919)}{\sqrt{[55(892,617) - (217,593)^2][55(89,422) - (30,919)^2]}} = 0,989$$

## 2. Distribusi Normal

Tabel 4.5 Tabel Perhitungan Distribusi Normal *TTF*

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	Xi.Yi
1	7,33	7,33	53,729	0,013	-2,237	5,005	-16,399
2	9,08	9,08	82,446	0,031	-1,871	3,500	-16,987
3	9,3	9,30	86,490	0,049	-1,657	2,746	-15,412
4	12,167	12,17	148,036	0,067	-1,500	2,250	-18,252
5	12,92	12,92	166,926	0,085	-1,373	1,886	-17,742
6	13,25	13,25	175,563	0,103	-1,265	1,601	-16,765
7	14,75	14,75	217,563	0,121	-1,170	1,370	-17,262
8	25,5	25,50	650,250	0,139	-1,085	1,177	-27,664
9	27,67	27,67	765,629	0,157	-1,007	1,013	-27,855
10	28,75	28,75	826,563	0,175	-0,934	0,873	-26,859

11	32,25	32,25	1040,063	0,193	-0,866	0,751	-27,941
12	33,5	33,50	1122,250	0,211	-0,802	0,644	-26,877
13	34,42	34,42	1184,736	0,229	-0,741	0,550	-25,517
14	34,58	34,58	1195,776	0,247	-0,683	0,467	-23,619
15	35,91	35,91	1289,528	0,265	-0,627	0,393	-22,514
16	37,167	37,17	1381,386	0,283	-0,573	0,328	-21,289
17	38	38,00	1444,000	0,301	-0,520	0,271	-19,770
18	44	44,00	1936,000	0,319	-0,469	0,220	-20,641
19	44,5	44,50	1980,250	0,338	-0,419	0,176	-18,653
20	44,584	44,58	1987,733	0,356	-0,370	0,137	-16,508
21	47,75	47,75	2280,063	0,374	-0,322	0,104	-15,386
22	49	49,00	2401,000	0,392	-0,275	0,076	-13,470
23	50	50,00	2500,000	0,410	-0,228	0,052	-11,410
24	52,75	52,75	2782,563	0,428	-0,182	0,033	-9,600
25	53,167	53,17	2826,730	0,446	-0,136	0,019	-7,239
26	56,167	56,17	3154,732	0,464	-0,091	0,008	-5,090
27	56,25	56,25	3164,063	0,482	-0,045	0,002	-2,546
28	59,167	59,17	3500,734	0,5	0	0	0
29	62,25	62,25	3875,063	0,518	0,045	0,002	2,818
30	63,33	63,33	4010,689	0,536	0,091	0,008	5,739
31	65,5	65,50	4290,250	0,554	0,136	0,019	8,918
32	65,667	65,67	4312,155	0,572	0,182	0,033	11,950
33	69,25	69,25	4795,563	0,590	0,228	0,052	15,803
34	71	71,00	5041,000	0,608	0,275	0,076	19,518
35	72,75	72,75	5292,563	0,626	0,322	0,104	23,441
36	76,5	76,50	5852,250	0,644	0,370	0,137	28,325
37	76,67	76,67	5878,289	0,662	0,419	0,176	32,138
38	77,0003	77,00	5929,046	0,681	0,469	0,220	36,122
39	83,167	83,17	6916,750	0,699	0,520	0,271	43,268
40	87	87,00	7569,000	0,717	0,573	0,328	49,833
41	88,58	88,58	7846,416	0,735	0,627	0,393	55,536
42	89,75	89,75	8055,063	0,753	0,683	0,467	61,302
43	95,57	95,57	9133,625	0,771	0,741	0,550	70,850
44	99,167	99,17	9834,094	0,789	0,802	0,644	79,561
45	105,25	105,25	11077,563	0,807	0,866	0,751	91,187
46	107,83	107,83	11627,309	0,825	0,934	0,873	100,739
47	116,417	116,42	13552,918	0,843	1,007	1,013	117,197
48	117,58	117,58	13825,056	0,861	1,085	1,177	127,559
49	122,33	122,33	14964,629	0,879	1,170	1,370	143,164
50	129,25	129,25	16705,563	0,897	1,265	1,601	163,536
51	142,25	142,25	20235,063	0,915	1,373	1,886	195,345
52	143	143,00	20449,000	0,933	1,500	2,250	214,522

53	143,67	143,67	20641,069	0,951	1,657	2,746	238,094
54	146,67	146,67	21512,089	0,969	1,871	3,500	274,391
55	149,08	149,08	22224,846	0,987	2,237	5,005	333,528
	<b>3630,36</b>	<b>325791,7173</b>	<b>27,5</b>	<b>0</b>	<b>51,3001</b>	<b>2055,1152</b>	

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 55$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 7,33$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{55 + 0,4} = 0,0126$$

$$y_i = z_i = \phi^{-1}[F(t_i)]$$

$$y_1 = z_1 = \phi^{-1}[0,0126] = -2,237$$

$$r = \frac{55(2055,115) - (3630,357)(0)}{\sqrt{[55(325791,717) - (3630,357)^2][55(53,3) - (0)^2]}} = 0,959$$

### 3. Distribusi Exponensial

Tabel 4.6 Tabel Perhitungan Distribusi Exponensial *TTF*

No	ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	Xi.Yi
1	7,33	7,33	53,729	0,013	0,013	0,00016	0,093
2	9,08	9,08	82,446	0,031	0,031	0,001	0,283
3	9,3	9,30	86,490	0,049	0,050	0,002	0,465
4	12,167	12,17	148,036	0,067	0,069	0,005	0,841
5	12,92	12,92	166,926	0,085	0,089	0,008	1,145
6	13,25	13,25	175,563	0,103	0,109	0,012	1,439
7	14,75	14,75	217,563	0,121	0,129	0,017	1,901
8	25,5	25,50	650,250	0,139	0,150	0,022	3,816
9	27,67	27,67	765,629	0,157	0,171	0,029	4,727
10	28,75	28,75	826,563	0,175	0,192	0,037	5,534
11	32,25	32,25	1040,063	0,193	0,215	0,046	6,921
12	33,5	33,50	1122,250	0,211	0,237	0,056	7,947

13	34,42	34,42	1184,736	0,229	0,260	0,068	8,962
14	34,58	34,58	1195,776	0,247	0,284	0,081	9,823
15	35,91	35,91	1289,528	0,265	0,308	0,095	11,073
16	37,167	37,17	1381,386	0,283	0,333	0,111	12,385
17	38	38,00	1444,000	0,301	0,359	0,129	13,632
18	44	44,00	1936,000	0,319	0,385	0,148	16,936
19	44,5	44,50	1980,250	0,338	0,412	0,170	18,325
20	44,584	44,58	1987,733	0,356	0,439	0,193	19,591
21	47,75	47,75	2280,063	0,374	0,468	0,219	22,339
22	49	49,00	2401,000	0,392	0,497	0,247	24,357
23	50	50,00	2500,000	0,410	0,527	0,278	26,360
24	52,75	52,75	2782,563	0,428	0,558	0,312	29,448
25	53,167	53,17	2826,730	0,446	0,590	0,348	31,385
26	56,167	56,17	3154,732	0,464	0,623	0,389	35,016
27	56,25	56,25	3164,063	0,482	0,658	0,433	36,995
28	59,167	59,17	3500,734	0,500	0,693	0,480	41,011
29	62,25	62,25	3875,063	0,518	0,730	0,533	45,437
30	63,33	63,33	4010,689	0,536	0,768	0,590	48,643
31	65,5	65,50	4290,250	0,554	0,808	0,653	52,909
32	65,667	65,67	4312,155	0,572	0,849	0,721	55,758
33	69,25	69,25	4795,563	0,590	0,892	0,796	61,786
34	71	71,00	5041,000	0,608	0,937	0,878	66,546
35	72,75	72,75	5292,563	0,626	0,984	0,969	71,618
36	76,5	76,50	5852,250	0,644	1,034	1,069	79,098
37	76,67	76,67	5878,289	0,662	1,086	1,180	83,268
38	77,0003	77,00	5929,046	0,681	1,141	1,302	87,858
39	83,167	83,17	6916,750	0,699	1,199	1,438	99,731
40	87	87,00	7569,000	0,717	1,261	1,590	109,700
41	88,58	88,58	7846,416	0,735	1,327	1,760	117,522
42	89,75	89,75	8055,063	0,753	1,397	1,952	125,397
43	95,57	95,57	9133,625	0,771	1,473	2,170	140,772
44	99,167	99,17	9834,094	0,789	1,555	2,418	154,204
45	105,25	105,25	11077,563	0,807	1,644	2,704	173,066
46	107,83	107,83	11627,309	0,825	1,742	3,036	187,889
47	116,417	116,42	13552,918	0,843	1,851	3,427	215,518
48	117,58	117,58	13825,056	0,861	1,973	3,894	232,028
49	122,33	122,33	14964,629	0,879	2,112	4,463	258,419
50	129,25	129,25	16705,563	0,897	2,274	5,172	293,929
51	142,25	142,25	20235,063	0,915	2,467	6,086	350,933
52	143	143,00	20449,000	0,933	2,706	7,324	386,993
53	143,67	143,67	20641,069	0,951	3,021	9,128	434,074
54	146,67	146,67	21512,089	0,969	3,484	12,138	510,991



55	149,08	149,08	22224,846	0,987	4,371	19,108	651,667
		<b>3630,357</b>	<b>325791,717</b>	<b>27,5</b>	<b>53,939</b>	<b>100,433</b>	<b>5488,510</b>

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 55$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 7,33$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{55 + 0,4} = 0,0126$$

$$y_i = \ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right)$$

$$y_1 = \ln\left(\frac{1}{1 - 0,0126}\right) = 0,013$$

$$r = \frac{55(5488,51) - (3630,357)(53,939)}{\sqrt{[55(325791,717) - (3630,357)^2][55(100,433) - (53,939)^2]}} = 0,953$$

#### 4. Distribusi Log Normal

Tabel 4.7 Tabel Perhitungan Distribusi Log Normal *TTF*

No	ti	Xi= ln ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	Xi.Yi
1	7,33	1,9920	3,9680	0,0126	-2,2372	5,0052	-4,4565
2	9,08	2,2061	4,8668	0,0307	-1,8708	3,4999	-4,1271
3	9,3	2,2300	4,9730	0,0487	-1,6572	2,7464	-3,6956
4	12,167	2,4987	6,2436	0,0668	-1,5002	2,2505	-3,7485
5	12,92	2,5588	6,5473	0,0848	-1,3732	1,8858	-3,5138
6	13,25	2,5840	6,6770	0,1029	-1,2653	1,6009	-3,2694
7	14,75	2,6912	7,2428	0,1209	-1,1703	1,3696	-3,1496
8	25,5	3,2387	10,4890	0,1390	-1,0849	1,1769	-3,5136
9	27,67	3,3203	11,0247	0,1570	-1,0067	1,0134	-3,3426
10	28,75	3,3586	11,2804	0,1751	-0,9342	0,8728	-3,1378
11	32,25	3,4735	12,0653	0,1931	-0,8664	0,7506	-3,0094
12	33,5	3,5115	12,3310	0,2112	-0,8023	0,6437	-2,8173
13	34,42	3,5386	12,5220	0,2292	-0,7413	0,5496	-2,6234
14	34,58	3,5433	12,5548	0,2473	-0,6830	0,4665	-2,4202

15	35,91	3,5810	12,8237	0,2653	-0,6270	0,3931	-2,2452
16	37,167	3,6154	13,0713	0,2834	-0,5728	0,3281	-2,0709
17	38	3,6376	13,2320	0,3014	-0,5203	0,2707	-1,8925
18	44	3,7842	14,3201	0,3195	-0,4691	0,2201	-1,7752
19	44,5	3,7955	14,4057	0,3375	-0,4192	0,1757	-1,5910
20	44,584	3,7974	14,4201	0,3556	-0,3703	0,1371	-1,4060
21	47,75	3,8660	14,9458	0,3736	-0,3222	0,1038	-1,2457
22	49	3,8918	15,1463	0,3917	-0,2749	0,0756	-1,0699
23	50	3,9120	15,3039	0,4097	-0,2282	0,0521	-0,8927
24	52,75	3,9656	15,7257	0,4278	-0,1820	0,0331	-0,7217
25	53,167	3,9734	15,7882	0,4458	-0,1362	0,0185	-0,5410
26	56,167	4,0283	16,2274	0,4639	-0,0906	0,0082	-0,3650
27	56,25	4,0298	16,2393	0,4819	-0,0453	0,0020	-0,1824
28	59,167	4,0804	16,6494	0,5000	0	0	0
29	62,25	4,1312	17,0665	0,5181	0,0453	0,0020	0,1870
30	63,33	4,1484	17,2089	0,5361	0,0906	0,0082	0,3759
31	65,5	4,1821	17,4895	0,5542	0,1362	0,0185	0,5694
32	65,667	4,1846	17,5108	0,5722	0,1820	0,0331	0,7615
33	69,25	4,2377	17,9583	0,5903	0,2282	0,0521	0,9670
34	71	4,2627	18,1704	0,6083	0,2749	0,0756	1,1718
35	72,75	4,2870	18,3786	0,6264	0,3222	0,1038	1,3813
36	76,5	4,3373	18,8121	0,6444	0,3703	0,1371	1,6059
37	76,67	4,3395	18,8314	0,6625	0,4192	0,1757	1,8190
38	77,0003	4,3438	18,8687	0,6805	0,4691	0,2201	2,0377
39	83,167	4,4209	19,5439	0,6986	0,5203	0,2707	2,3000
40	87	4,4659	19,9443	0,7166	0,5728	0,3281	2,5580
41	88,58	4,4839	20,1054	0,7347	0,6270	0,3931	2,8112
42	89,75	4,4970	20,2233	0,7527	0,6830	0,4665	3,0716
43	95,57	4,5599	20,7923	0,7708	0,7413	0,5496	3,3804
44	99,167	4,5968	21,1306	0,7888	0,8023	0,6437	3,6880
45	105,25	4,6563	21,6815	0,8069	0,8664	0,7506	4,0342
46	107,83	4,6806	21,9076	0,8249	0,9342	0,8728	4,3728
47	116,417	4,7572	22,6307	0,8430	1,0067	1,0134	4,7890
48	117,58	4,7671	22,7254	0,8610	1,0849	1,1769	5,1717
49	122,33	4,8067	23,1046	0,8791	1,1703	1,3696	5,6253
50	129,25	4,8617	23,6366	0,8971	1,2653	1,6009	6,1514
51	142,25	4,9576	24,5777	0,9152	1,3732	1,8858	6,8080
52	143	4,9628	24,6298	0,9332	1,5002	2,2505	7,4450
53	143,67	4,9675	24,6762	0,9513	1,6572	2,7464	8,2323
54	146,67	4,9882	24,8820	0,9693	1,8708	3,4999	9,3319
55	149,08	5,0045	25,0449	0,9874	2,2372	5,0052	11,1962
		<b>217,5927</b>	<b>892,6167</b>	<b>27,5</b>	<b>0</b>	<b>51,3001</b>	<b>39,0201</b>

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 55$

$$x_i = \ln t_i$$

$$x_1 = \ln 7,33 = 1.99$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{55 + 0,4} = 0,0126$$

$$y_i = z_i = \phi^{-1}[F(t_i)]$$

$$y_1 = z_1 = \phi^{-1}[0.0126] = -2,2372$$

$$r = \frac{55(39,020) - (217,593)(0)}{\sqrt{[55(892,617) - (217,593)^2][55(51,3) - (0^2)]}} = 0,967$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Tabel 4.8 Hasil perhitungan Index Of Fit *TTF*

Distribusi	Index Of Fit
<b>Weibull</b>	<b>0,989</b>
Normal	0,959
Exponensial	0,953
Log Normal	0,967

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi *Weibull* yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0.989.

#### b. Perhitungan *MTTF*

Untuk dapat menghitung *MTTF*, maka perlu dihitung nilai dari dua parameter  $\theta$  dan  $\beta$ . Perhitunganya adalah sebagai berikut :

$$b = \frac{n \sum_i x_i y_i - \left( \sum_i x_i \sum_i y_i \right)}{n \sum_i x_i^2 - \left( \sum_i x_i \right)^2}$$

$$b = \frac{55(-72,126) - (217,593)x(-30,919)}{55(892,617) - (217,593)^2}$$

$$b = 1,580$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai  $\beta = b = 1,580$  atau  $B > 1$ , ini menunjukkan bahwa laju kerusakan komponen *Blade* meningkat ( Increase Failure Rate). Perhitungannya mencari nilai  $a$  yaitu:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$a = \frac{-30,919}{55} - 1,58 \frac{217,593}{55}$$

$$a = -6,8526$$

Setelah nilai  $a$  dan  $b$  telah diketahui, maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai  $\theta$  (parameter skala) dengan satuan jam dan  $\beta$  (parameter bentuk). Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\beta = b = 1,58$$

$$\begin{aligned} \theta &= \exp\left(\frac{-a}{\beta}\right) \\ &= \exp\left(\frac{-(-6,8526)}{1,58}\right) \\ &= 76,474 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$MTTF = \theta \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) ; \text{ dimana } \Gamma \text{ diperoleh dari tabel gamma function.}$$

$$= 76,474 \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,58}\right)$$

$$= 76,474 \Gamma(1,63)$$

$$= 81,761 \times 0,89724$$

$$= 69,3755 \text{ jam}$$

### 4.8.3 Perhitungan Time To Repair (TTR)

#### a. Index Of Fit TTR

Perhitungan ini di gunakan untuk menentukan distribusi kerusakan yang sesuai dengan data. Distribusi yang dipilih adalah distribusi yang memiliki nilai *Index Of Fit* terbesar. Rumus yang digunakan dalam menghitung *Index Of Fit* yaitu :

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

#### 1. Distribusi Weibul

Tabel 4.9 Tabel Perhitungan Distribusi Weibull TTR

No	ti	Xi=ln ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	Xi.Yi
1	0,667	-0,4055	0,1644	0,0124	-4,3829	19,2099	1,7771
2	0,750	-0,2877	0,0828	0,0301	-3,4866	12,1562	1,0030
3	0,833	-0,1823	0,0332	0,0479	-3,0148	9,0890	0,5497
4	0,833	-0,1823	0,0332	0,0656	-2,6904	7,2383	0,4905
5	0,833	-0,1823	0,0332	0,0833	-2,4417	5,9620	0,4452
6	0,917	-0,0870	0,0076	0,1011	-2,2392	5,0140	0,1948
7	1,0	0,0000	0,0000	0,1188	-2,0678	4,2758	0,0000
8	1,083	0,0800	0,0064	0,1365	-1,9188	3,6816	-0,1536
9	1,083	0,0800	0,0064	0,1543	-1,7865	3,1917	-0,1430
10	1,083	0,0800	0,0064	0,1720	-1,6675	2,7804	-0,1335
11	1,167	0,1542	0,0238	0,1897	-1,5589	2,4301	-0,2403
12	1,167	0,1542	0,0238	0,2074	-1,4589	2,1283	-0,2249
13	1,25	0,2231	0,0498	0,2252	-1,3660	1,8660	-0,3048
14	1,25	0,2231	0,0498	0,2429	-1,2792	1,6363	-0,2854
15	1,250	0,2231	0,0498	0,2606	-1,1974	1,4338	-0,2672
16	1,333	0,2877	0,0828	0,2784	-1,1201	1,2547	-0,3222
17	1,333	0,2877	0,0828	0,2961	-1,0466	1,0954	-0,3011

18	1,417	0,3483	0,1213	0,3138	-0,9765	0,9535	-0,3401
19	1,417	0,3483	0,1213	0,3316	-0,9093	0,8268	-0,3167
20	1,5	0,4055	0,1644	0,3493	-0,8447	0,7135	-0,3425
21	1,50	0,4055	0,1644	0,3670	-0,7824	0,6121	-0,3172
22	1,583	0,4595	0,2112	0,3848	-0,7221	0,5214	-0,3318
23	1,583	0,4595	0,2112	0,4025	-0,6636	0,4404	-0,3050
24	1,667	0,5108	0,2609	0,4202	-0,6068	0,3682	-0,3100
25	1,750	0,5596	0,3132	0,4379	-0,5514	0,3040	-0,3086
26	1,833	0,6061	0,3674	0,4557	-0,4972	0,2472	-0,3014
27	1,833	0,6061	0,3674	0,4734	-0,4442	0,1973	-0,2693
28	1,833	0,6061	0,3674	0,4911	-0,3922	0,1538	-0,2377
29	1,833	0,6061	0,3674	0,5089	-0,3410	0,1163	-0,2067
30	2,0	0,6931	0,4805	0,5266	-0,2906	0,0845	-0,2014
31	2,0	0,6931	0,4805	0,5443	-0,2408	0,0580	-0,1669
32	2,167	0,7732	0,5978	0,5621	-0,1916	0,0367	-0,1481
33	2,250	0,8109	0,6576	0,5798	-0,1427	0,0204	-0,1157
34	2,417	0,8824	0,7786	0,5975	-0,0942	0,0089	-0,0831
35	2,50	0,9163	0,8396	0,6152	-0,0459	0,0021	-0,0420
36	2,583	0,9491	0,9008	0,6330	0,0023	0,0000	0,0022
37	2,583	0,9491	0,9008	0,6507	0,0506	0,0026	0,0480
38	2,583	0,9491	0,9008	0,6684	0,0989	0,0098	0,0939
39	2,667	0,9808	0,9620	0,6862	0,1475	0,0217	0,1446
40	2,750	1,0116	1,0233	0,7039	0,1964	0,0386	0,1987
41	3,0	1,0986	1,2069	0,7216	0,2459	0,0605	0,2702
42	3,0	1,0986	1,2069	0,7394	0,2961	0,0877	0,3253
43	3,167	1,1527	1,3287	0,7571	0,3472	0,1205	0,4002
44	3,25	1,1787	1,3892	0,7748	0,3994	0,1595	0,4707
45	3,333	1,2040	1,4496	0,7926	0,4529	0,2051	0,5453
46	3,50	1,2528	1,5694	0,8103	0,5082	0,2582	0,6366
47	3,75	1,3218	1,7470	0,8280	0,5655	0,3198	0,7475
48	3,833	1,3437	1,8056	0,8457	0,6255	0,3912	0,8405
49	4,0	1,3863	1,9218	0,8635	0,6888	0,4744	0,9548
50	4,167	1,4271	2,0367	0,8812	0,7563	0,5720	1,0793
51	4,917	1,5926	2,5365	0,8989	0,8294	0,6879	1,3210
52	5,750	1,7492	3,0597	0,9167	0,9102	0,8285	1,5922
53	6,0	1,7918	3,2104	0,9344	1,0022	1,0043	1,7956
54	6,25	1,8326	3,3584	0,9521	1,1116	1,2357	2,0371
55	6,667	1,8971	3,5991	0,9699	1,2533	1,5707	2,3776
56	7,0	1,9459	3,7866	0,9876	1,4791	2,1878	2,8783
		<b>39,2699</b>	<b>47,5082</b>	<b>28,0000</b>	<b>-31,4933</b>	<b>100,3454</b>	<b>16,4995</b>

Contoh Perhitungan :

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 56$

$i=1$

$$x_i = \ln t_i$$

$$x_1 = \ln 0,667 = -0,405$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{56 + 0,4} = 0,0124$$

$$y_i = \ln \ln \left( \frac{1}{1 - F(t_i)} \right)$$

$$y_1 = \ln \ln \left( \frac{1}{1 - 0,0124} \right) = -4,3829$$

$$r = \frac{56(16,4995) - (39,2699)(-31,4933)}{\sqrt{[56(47,51) - (139,2699)^2][56(4100,35) - (-31,49)^2]}} = 0,9497$$

## 2. Untuk Distribusi Normal

Tabel 4.10 Tabel Perhitungan Distribusi Normal *TTR*

No	ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	Xi.Yi
1	0,667	0,667	0,4444	0,0124	-2,2442	5,0362	-1,4961
2	0,750	0,750	0,5625	0,0301	-1,8787	3,5296	-1,4090
3	0,833	0,833	0,6944	0,0479	-1,6658	2,7750	-1,3882
4	0,833	0,833	0,6944	0,0656	-1,5094	2,2782	-1,2578
5	0,833	0,833	0,6944	0,0833	-1,3830	1,9127	-1,1525
6	0,917	0,917	0,8403	0,1011	-1,2755	1,6269	-1,1692
7	1,000	1,000	1,0000	0,1188	-1,1810	1,3948	-1,1810
8	1,083	1,083	1,1736	0,1365	-1,0961	1,2014	-1,1874
9	1,083	1,083	1,1736	0,1543	-1,0184	1,0370	-1,1032
10	1,083	1,083	1,1736	0,1720	-0,9463	0,8956	-1,0252
11	1,167	1,167	1,3611	0,1897	-0,8789	0,7725	-1,0254
12	1,167	1,167	1,3611	0,2074	-0,8153	0,6647	-0,9512
13	1,250	1,250	1,5625	0,2252	-0,7548	0,5698	-0,9435
14	1,250	1,250	1,5625	0,2429	-0,6970	0,4858	-0,8712
15	1,250	1,250	1,5625	0,2606	-0,6414	0,4114	-0,8017
16	1,333	1,333	1,7778	0,2784	-0,5877	0,3454	-0,7836
17	1,333	1,333	1,7778	0,2961	-0,5357	0,2869	-0,7142
18	1,417	1,417	2,0069	0,3138	-0,4850	0,2352	-0,6871
19	1,417	1,417	2,0069	0,3316	-0,4356	0,1898	-0,6171

20	1,500	1,500	2,2500	0,3493	-0,3872	0,1500	-0,5809
21	1,500	1,500	2,2500	0,3670	-0,3398	0,1154	-0,5096
22	1,583	1,583	2,5069	0,3848	-0,2930	0,0859	-0,4640
23	1,583	1,583	2,5069	0,4025	-0,2469	0,0610	-0,3910
24	1,667	1,667	2,7778	0,4202	-0,2013	0,0405	-0,3356
25	1,750	1,750	3,0625	0,4379	-0,1562	0,0244	-0,2733
26	1,833	1,833	3,3611	0,4557	-0,1113	0,0124	-0,2041
27	1,833	1,833	3,3611	0,4734	-0,0667	0,0045	-0,1223
28	1,833	1,833	3,3611	0,4911	-0,0222	0,0005	-0,0407
29	1,833	1,833	3,3611	0,5089	0,0222	0,0005	0,0407
30	2,000	2,000	4,0000	0,5266	0,0667	0,0045	0,1334
31	2,000	2,000	4,0000	0,5443	0,1113	0,0124	0,2227
32	2,167	2,167	4,6944	0,5621	0,1562	0,0244	0,3384
33	2,250	2,250	5,0625	0,5798	0,2013	0,0405	0,4530
34	2,417	2,417	5,8403	0,5975	0,2469	0,0610	0,5967
35	2,500	2,500	6,2500	0,6152	0,2930	0,0859	0,7326
36	2,583	2,583	6,6736	0,6330	0,3398	0,1154	0,8777
37	2,583	2,583	6,6736	0,6507	0,3872	0,1500	1,0004
38	2,583	2,583	6,6736	0,6684	0,4356	0,1898	1,1253
39	2,667	2,667	7,1111	0,6862	0,4850	0,2352	1,2934
40	2,750	2,750	7,5625	0,7039	0,5357	0,2869	1,4730
41	3,000	3,000	9,0000	0,7216	0,5877	0,3454	1,7631
42	3,000	3,000	9,0000	0,7394	0,6414	0,4114	1,9241
43	3,167	3,167	10,0278	0,7571	0,6970	0,4858	2,2071
44	3,250	3,250	10,5625	0,7748	0,7548	0,5698	2,4532
45	3,333	3,333	11,1111	0,7926	0,8153	0,6647	2,7177
46	3,500	3,500	12,2500	0,8103	0,8789	0,7725	3,0763
47	3,750	3,750	14,0625	0,8280	0,9463	0,8956	3,5488
48	3,833	3,833	14,6944	0,8457	1,0184	1,0370	3,9037
49	4,000	4,000	16,0000	0,8635	1,0961	1,2014	4,3843
50	4,167	4,167	17,3611	0,8812	1,1810	1,3948	4,9210
51	4,917	4,917	24,1736	0,8989	1,2755	1,6269	6,2713
52	5,750	5,750	33,0625	0,9167	1,3830	1,9127	7,9522
53	6,000	6,000	36,0000	0,9344	1,5094	2,2782	9,0562
54	6,250	6,250	39,0625	0,9521	1,6658	2,7750	10,4115
55	6,667	6,667	44,4444	0,9699	1,8787	3,5296	12,5248
56	7,000	7,000	49,0000	0,9876	2,2442	5,0362	15,7091
		<b>135,667</b>	<b>466,5833</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>52,2868</b>	<b>78,4253</b>



Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 56$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 0,67$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{56 + 0,4} = 0,0124$$

$$y_i = z_i = \phi^{-1}[F(t_i)]$$

$$y_1 = z_1 = \phi^{-1}[0,0124] = -2,24$$

$$r = \frac{56(78,4253) - (135,67)(0)}{\sqrt{[56(466,5833) - (135,67)^2][56(52,2868) - (0)^2]}} = 0,924$$

### 3. Distribusi Eksponensial

Tabel 4.11 Tabel Perhitungan Distribusi Eksponensial *TTR*

No	ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	Xi.Yi
1	0,667	0,667	0,4444	0,0124	0,0125	0,0002	0,0083
2	0,750	0,750	0,5625	0,0301	0,0306	0,0009	0,0230
3	0,833	0,833	0,6944	0,0479	0,0491	0,0024	0,0409
4	0,833	0,833	0,6944	0,0656	0,0679	0,0046	0,0565
5	0,833	0,833	0,6944	0,0833	0,0870	0,0076	0,0725
6	0,917	0,917	0,8403	0,1011	0,1065	0,0114	0,0977
7	1,000	1,000	1,0000	0,1188	0,1265	0,0160	0,1265
8	1,083	1,083	1,1736	0,1365	0,1468	0,0215	0,1590
9	1,083	1,083	1,1736	0,1543	0,1675	0,0281	0,1815
10	1,083	1,083	1,1736	0,1720	0,1887	0,0356	0,2045
11	1,167	1,167	1,3611	0,1897	0,2104	0,0443	0,2454
12	1,167	1,167	1,3611	0,2074	0,2325	0,0541	0,2712
13	1,250	1,250	1,5625	0,2252	0,2551	0,0651	0,3189
14	1,250	1,250	1,5625	0,2429	0,2783	0,0774	0,3478
15	1,250	1,250	1,5625	0,2606	0,3020	0,0912	0,3775
16	1,333	1,333	1,7778	0,2784	0,3262	0,1064	0,4350
17	1,333	1,333	1,7778	0,2961	0,3511	0,1233	0,4682
18	1,417	1,417	2,0069	0,3138	0,3766	0,1418	0,5336
19	1,417	1,417	2,0069	0,3316	0,4028	0,1623	0,5706
20	1,500	1,500	2,2500	0,3493	0,4297	0,1846	0,6445
21	1,500	1,500	2,2500	0,3670	0,4573	0,2091	0,6860

22	1,583	1,583	2,5069	0,3848	0,4857	0,2359	0,7691
23	1,583	1,583	2,5069	0,4025	0,5150	0,2652	0,8154
24	1,667	1,667	2,7778	0,4202	0,5451	0,2971	0,9085
25	1,750	1,750	3,0625	0,4379	0,5762	0,3320	1,0083
26	1,833	1,833	3,3611	0,4557	0,6082	0,3699	1,1150
27	1,833	1,833	3,3611	0,4734	0,6413	0,4113	1,1758
28	1,833	1,833	3,3611	0,4911	0,6756	0,4564	1,2385
29	1,833	1,833	3,3611	0,5089	0,7110	0,5056	1,3036
30	2,000	2,000	4,0000	0,5266	0,7478	0,5592	1,4956
31	2,000	2,000	4,0000	0,5443	0,7860	0,6178	1,5720
32	2,167	2,167	4,6944	0,5621	0,8257	0,6817	1,7889
33	2,250	2,250	5,0625	0,5798	0,8670	0,7517	1,9507
34	2,417	2,417	5,8403	0,5975	0,9101	0,8283	2,1994
35	2,500	2,500	6,2500	0,6152	0,9552	0,9123	2,3879
36	2,583	2,583	6,6736	0,6330	1,0023	1,0047	2,5894
37	2,583	2,583	6,6736	0,6507	1,0519	1,1064	2,7173
38	2,583	2,583	6,6736	0,6684	1,1039	1,2187	2,8519
39	2,667	2,667	7,1111	0,6862	1,1589	1,3431	3,0904
40	2,750	2,750	7,5625	0,7039	1,2171	1,4812	3,3469
41	3,000	3,000	9,0000	0,7216	1,2788	1,6354	3,8364
42	3,000	3,000	9,0000	0,7394	1,3446	1,8080	4,0339
43	3,167	3,167	10,0278	0,7571	1,4151	2,0024	4,4811
44	3,250	3,250	10,5625	0,7748	1,4909	2,2227	4,8453
45	3,333	3,333	11,1111	0,7926	1,5729	2,4740	5,2429
46	3,500	3,500	12,2500	0,8103	1,6622	2,7630	5,8178
47	3,750	3,750	14,0625	0,8280	1,7603	3,0988	6,6013
48	3,833	3,833	14,6944	0,8457	1,8691	3,4937	7,1651
49	4,000	4,000	16,0000	0,8635	1,9912	3,9651	7,9650
50	4,167	4,167	17,3611	0,8812	2,1304	4,5384	8,8765
51	4,917	4,917	24,1736	0,8989	2,2920	5,2533	11,2690
52	5,750	5,750	33,0625	0,9167	2,4849	6,1748	14,2882
53	6,000	6,000	36,0000	0,9344	2,7241	7,4209	16,3448
54	6,250	6,250	39,0625	0,9521	3,0392	9,2368	18,9951
55	6,667	6,667	44,4444	0,9699	3,5018	12,2629	23,3456
56	7,000	7,000	49,0000	0,9876	4,3891	19,2646	30,7240
		<b>135,667</b>	<b>466,5833</b>	<b>28</b>	<b>54,9358</b>	<b>102,3810</b>	<b>214,0256</b>

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 56$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 0,67$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{56 + 0,4} = 0,0124$$

$$y_i = \ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right)$$

$$y_1 = \ln\left(\frac{1}{1 - 0,0124}\right) = 0,0125$$

$$r = \frac{56(214,0256) - (135,67)(54,94)}{\sqrt{[56(466,5833) - (135,67)^2][56(102,3818) - (54,94)^2]}} = 0,988$$

#### 4. Distribusi Log Normal

Tabel 4.12 Tabel Perhitungan Distribusi Log Normal *TTR*

No	ti	Xi= ln ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	Xi.Yi
1	0,667	-0,4055	0,1644	0,0124	-2,2442	5,0362	0,9099
2	0,750	-0,2877	0,0828	0,0301	-1,8787	3,5296	0,5405
3	0,833	-0,1823	0,0332	0,0479	-1,6658	2,7750	0,3037
4	0,833	-0,1823	0,0332	0,0656	-1,5094	2,2782	0,2752
5	0,833	-0,1823	0,0332	0,0833	-1,3830	1,9127	0,2521
6	0,917	-0,0870	0,0076	0,1011	-1,2755	1,6269	0,1110
7	1,000	0,0000	0,0000	0,1188	-1,1810	1,3948	0,0000
8	1,083	0,0800	0,0064	0,1365	-1,0961	1,2014	-0,0877
9	1,083	0,0800	0,0064	0,1543	-1,0184	1,0370	-0,0815
10	1,083	0,0800	0,0064	0,1720	-0,9463	0,8956	-0,0757
11	1,167	0,1542	0,0238	0,1897	-0,8789	0,7725	-0,1355
12	1,167	0,1542	0,0238	0,2074	-0,8153	0,6647	-0,1257
13	1,250	0,2231	0,0498	0,2252	-0,7548	0,5698	-0,1684
14	1,250	0,2231	0,0498	0,2429	-0,6970	0,4858	-0,1555
15	1,250	0,2231	0,0498	0,2606	-0,6414	0,4114	-0,1431
16	1,333	0,2877	0,0828	0,2784	-0,5877	0,3454	-0,1691
17	1,333	0,2877	0,0828	0,2961	-0,5357	0,2869	-0,1541
18	1,417	0,3483	0,1213	0,3138	-0,4850	0,2352	-0,1689
19	1,417	0,3483	0,1213	0,3316	-0,4356	0,1898	-0,1517

20	1,500	0,4055	0,1644	0,3493	-0,3872	0,1500	-0,1570
21	1,500	0,4055	0,1644	0,3670	-0,3398	0,1154	-0,1378
22	1,583	0,4595	0,2112	0,3848	-0,2930	0,0859	-0,1347
23	1,583	0,4595	0,2112	0,4025	-0,2469	0,0610	-0,1135
24	1,667	0,5108	0,2609	0,4202	-0,2013	0,0405	-0,1029
25	1,750	0,5596	0,3132	0,4379	-0,1562	0,0244	-0,0874
26	1,833	0,6061	0,3674	0,4557	-0,1113	0,0124	-0,0675
27	1,833	0,6061	0,3674	0,4734	-0,0667	0,0045	-0,0404
28	1,833	0,6061	0,3674	0,4911	-0,0222	0,0005	-0,0135
29	1,833	0,6061	0,3674	0,5089	0,0222	0,0005	0,0135
30	2,000	0,6931	0,4805	0,5266	0,0667	0,0045	0,0462
31	2,000	0,6931	0,4805	0,5443	0,1113	0,0124	0,0772
32	2,167	0,7732	0,5978	0,5621	0,1562	0,0244	0,1208
33	2,250	0,8109	0,6576	0,5798	0,2013	0,0405	0,1633
34	2,417	0,8824	0,7786	0,5975	0,2469	0,0610	0,2179
35	2,500	0,9163	0,8396	0,6152	0,2930	0,0859	0,2685
36	2,583	0,9491	0,9008	0,6330	0,3398	0,1154	0,3225
37	2,583	0,9491	0,9008	0,6507	0,3872	0,1500	0,3675
38	2,583	0,9491	0,9008	0,6684	0,4356	0,1898	0,4134
39	2,667	0,9808	0,9620	0,6862	0,4850	0,2352	0,4757
40	2,750	1,0116	1,0233	0,7039	0,5357	0,2869	0,5419
41	3,000	1,0986	1,2069	0,7216	0,5877	0,3454	0,6456
42	3,000	1,0986	1,2069	0,7394	0,6414	0,4114	0,7046
43	3,167	1,1527	1,3287	0,7571	0,6970	0,4858	0,8034
44	3,250	1,1787	1,3892	0,7748	0,7548	0,5698	0,8897
45	3,333	1,2040	1,4496	0,7926	0,8153	0,6647	0,9816
46	3,500	1,2528	1,5694	0,8103	0,8789	0,7725	1,1011
47	3,750	1,3218	1,7470	0,8280	0,9463	0,8956	1,2508
48	3,833	1,3437	1,8056	0,8457	1,0184	1,0370	1,3684
49	4,000	1,3863	1,9218	0,8635	1,0961	1,2014	1,5195
50	4,167	1,4271	2,0367	0,8812	1,1810	1,3948	1,6855
51	4,917	1,5926	2,5365	0,8989	1,2755	1,6269	2,0314
52	5,750	1,7492	3,0597	0,9167	1,3830	1,9127	2,4191
53	6,000	1,7918	3,2104	0,9344	1,5094	2,2782	2,7044
54	6,250	1,8326	3,3584	0,9521	1,6658	2,7750	3,0528
55	6,667	1,8971	3,5991	0,9699	1,8787	3,5296	3,5641
56	7,000	1,9459	3,7866	0,9876	2,2442	5,0362	4,3669
		<b>39,2699</b>	<b>47,5082</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>52,2868</b>	<b>32,0382</b>

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 56$

$$x_i = \ln t_i \qquad x_1 = \ln 0,67 = -0,4055$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4} \qquad F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{56 + 0,4} = 0,0124$$

$$y_i = z_i = \phi^{-1}[F(t_i)] \qquad y_1 = z_1 = \phi^{-1}[0,0124] = -2,24$$

$$r = \frac{56(32,0382) - (39,2699)(0)}{\sqrt{[56(47,5082) - (39,2699)^2][56(52,2868) - (0)^2]}} = 0,9915$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Tabel 4.13 Hasil perhitungan *Index Of Fit TTR*

Distribusi	Index Of Fit
<i>Weibull</i>	0,9497
Normal	0,924
<i>Exponensial</i>	0,988
<b>Log Normal</b>	<b>0,9915</b>

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi *Log Normal* yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0.9915.

## b. Perhitungan *MTTR*

Nilai *MLE (Maximum Likelihood Estimator)* parameter waktu antar kerusakan komponen digunakan dalam perhitungan *MTTR*, yaitu :

$$\bar{X} = \bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{X} = \bar{\mu} = \frac{39,2699}{56} = 0,701$$

$$S = \hat{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln(t_i - \hat{\mu}))^2}{n}}$$

$$S^2 = \frac{19,97}{56} = 0,5972$$

$$t_{med} = e^{\hat{\mu}}$$

$$t_{med} = e^{0,701} = 2,0163$$

Dengan menggunakan rumus perhitungan MTTR untuk Distribusi Log Normal. Maka Perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned} MTTR &= t_{med} \exp^{\frac{s^2}{2}} \\ &= 2,0163 \times 1,1952 \\ &= 2,41 \text{ Jam} \end{aligned}$$

#### 4.8.4 Perhitungan Tingkat Keandalan Komponen Kritis

Perhitungan dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keandalan komponen mesin kritis.

$$R = e^{-(t/\theta)^\beta}; \text{ Dimana : } t = MTTF = 69,3755$$

$$\begin{aligned} R &= e^{-(69,3755 / 76,474)^{1,580}} \\ &= 0,4243 \\ &= 42,43\% \end{aligned}$$

#### 4.8.5 Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan

Komponen Blade rata – rata waktu pemeriksaan adalah 60 Menit.

##### a. Perhitungan Perkiraan Jumlah Kerusakan (K)

Frekuensi kerusakan komponen = 56 kali

Jangka Waktu kerusakan = 24 bulan

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Jangka Waktu kerusakan}} = \frac{56}{24} = 2,33$$

**b. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Rata – Rata Waktu**

**Perbaikan  $\mu$**

$$MTTR = 2,41 \text{ jam}$$

Jam kerja per bulan (1 minggu = 5 hari kerja, 1 bulan = 4 minggu kerja, dan 1 hari = 8 jam kerja ).

Sehingga jam kerja per bulan =  $5 \times 4 \times 8 = 160$  jam / bulan

$$\mu = \frac{\text{Jam kerja perbulan}}{MTTR} = \frac{160}{2,41} = 66,393$$

**c. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Waktu Rata-rata**

**Pemeriksaan (1/i)**

Waktu untuk melakukan pemeriksaan = 60 menit atau 1 jam

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan

$$\text{Rata-rata waktu pemeriksaan} = \frac{1}{160} = 0,00625$$

$$i = \frac{1}{0,00625} = 160 \text{ jam}$$

**d. Interval Pemeriksaan ( 1/ n)**

$$n = \sqrt{\frac{k i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{2,33 \times 160}{66,393}} = 2,36$$

Interval waktu pemeriksaan =  $\frac{1}{n} \times$  jam kerja per bulan

$$= \frac{1}{2,36} \times 160 = 67,8 \text{ jam}$$

#### 4.8.6 Ekspektasi Biaya Kebijakan *Repair* dan *Preventive maintenance*

##### a. Biaya *Repair* ( $C_r$ )

Waktu rata – rata memperbaiki komponen *Blade* adalah 2,41 Jam

$$\begin{aligned} C_r &= \text{Biaya pekerja per orang per jam} \times MTR \\ &= \text{Rp. } 11.000,00 \times 2 \text{ Orang} \times 2,41 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 53.000,00 \end{aligned}$$

##### b. Biaya *Preventive* ( $C_m$ )

Komponen *Blade* rata – rata waktu pemeriksaan adalah 60 Menit.

$$\begin{aligned} C_m &= \text{Biaya pekerja per orang per jam} \times \text{Waktu pemeriksaan } Blade \\ &= \text{Rp. } 11.000,00 \times 2 \text{ Orang} \times 1 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 22.000,00 \end{aligned}$$

##### c. Ekspektasi Biaya kebijaksanaan *Reparasi* ( $TC_r$ )

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan, waktu rata – rata kerusakan komponen *Blade* adalah setiap 69,3755 Jam.

Rata – Rata kerusakan dari komponen *Blade* ( $B$ ) per bulan :

$$\begin{aligned} B &= \frac{\text{Jam beroperasi mesin}}{MTTF} \\ &= \frac{160}{69,3755} = 2,305 \approx 2 \text{ kerusakan per bulan} \end{aligned}$$

$$TC_r = B \times C_r$$

$$TC_r = 2 \times \text{Rp. } 53.000,00$$

$$= \text{Rp. } 106.000,00$$



**d. Ekspektasi Biaya kebijaksanaan *Perawatan Preventive* ( $TC_m$ )**

Interval waktu pemeriksaan pada komponen *Blade* adalah setiap 67,8 jam, sedangkan waktu beroperasi mesin selama satu bulan adalah 160 jam. Jadi periode pemeriksaan ( $n$ ) adalah  $67,8/160 = 0,424$  bulan.

$$\begin{aligned} TC_m &= \frac{\text{Jumlah Komponen mesin} \times C_m}{n} \\ &= \frac{1 \times \text{Rp. } 22.000,00}{0,424} \\ &= \text{Rp. } 52.000,00 \end{aligned}$$

## BAB V

### PEMBAHASAN

#### 5.1 Penentuan Mesin Kritis

Suatu mesin dianggap sebagai mesin kritis bila mesin tersebut memiliki frekuensi kerusakan dan jumlah *Stop Hour* yang tinggi dibanding dari mesin yang lainnya. Berdasarkan data yang diperoleh dari bulan Januari sampai Desember Tahun 2007 - 2008 terhadap mesin *Gap Shear, welding Machine, Forklift, Crane dan Laser Cutting*, maka mesin *Gap Shear* ditentukan sebagai mesin kritis. Mesin tersebut termasuk mesin kritis karena memiliki frekuensi kerusakan dan *Stop Hour* terbesar dibanding kelima mesin lainnya, yaitu 147 kerusakan dan 333,167 jam untuk stop hours. Serta diketahui persentase frekuensi kerusakan 38,68 %. Hal ini menunjukkan bahwa mesin *Gap Shear* berpengaruh sebesar 38,68 % terhadap kelancaran produksi dari keseluruhan kerusakan ke empat mesin lainnya selama periode penelitian. Dengan adanya penentuan mesin kritis maka perawatan dapat difokuskan pada satu objek mesin saja, tetapi juga tidak mengabaikan mesin – mesin yang lain. Sehingga PT. INKA dapat melakukan kegiatan perawatan secara optimal dan kemudian kegiatan perawatan pencegahan dapat difokuskan lagi terhadap komponen dari mesin kritis.

#### 5.2 Penentuan Komponen Mesin Kritis

Penentuan komponen kritis didasarkan pada jumlah frekuensi kerusakan dan *Stop hour* dari mesin kritis yang terpilih. Berdasar hal tersebut, maka komponen *Blade* dari mesin *Gap shear* dipilih sebagai komponen kritis.

Komponen tersebut memiliki 56 frekuensi kerusakan dan 160,75 jam *Stop Hour* serta persentase kerusakan 38,36 %. Dengan demikian menunjukkan bahwa komponen *Blade* berpengaruh sebesar 38,36 % terhadap proses kerja dari mesin *Gap Shear* terhadap komponen mesin lainya. Sehingga jika perusahaan dapat mencegah kerusakan dengan adanya *Preventive maintenance*, maka sebesar 38,36 % kerusakan dapat dikurangi atau bahkan dihindari. Penentuan komponen kritis terhadap mesin di PT. INKA diharapkan dapat memfokuskan kegiatan perawatan pencegahan. Karena komponen mesin yang terpilih merupakan komponen yang sering mengalami kerusakan, sehingga perlu perhatian yang lebih untuk perawatanya.

### **5.3 Analisa Perhitungan *Index Of Fit*, Uji Kecocokan Distribusi dan *MTTF***

#### **Terhadap Data *Time To Failure***

##### **5.3.1 Perhitungan *Index Of Fit***

Dalam mengidentifikasi distribusi kerusakan atau perbaikan suatu komponen dengan metode *least-square curve fitting* digunakan index of fit ( $r$ ) yang merupakan ukuran hubungan linear antara peubah  $x$  dan  $y$ .

Dari perhitungan *Index Of Fit* diketahui bahwa distribusi yang sesuai yaitu Distribusi *Weibull* karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,989. Perhitungan dengan metode ini bertujuan untuk menentukan distribusi yang mewakili atau mendekati penyebaran data – datanya.

##### **5.3.2 Perhitungan *MTTF***

Dari hasil pengolahan data diketahui nilai parameter *Weibull*-nya sebagai berikut :

$$\theta = 76,474$$

$$\beta = 1,58$$

Dari parameter tersebut maka nilai *MTTF* (*Mean Time To Failure*) komponen *Blade* adalah 69,3755 jam. Artinya waktu rata – rata komponen *Blade* untuk gagal dalam beroperasi adalah pada saat 69,3755 jam. Jadi komponen *Blade* harus sudah dilakukan perawatan pencegahan sebelum maksimal 69,3755 jam beroperasi. *MTTF* menunjukkan waktu rata – rata komponen *Blade* untuk gagal dalam beroperasi, jadi sebelum batas waktu maksimal harus sudah dilakukan *preventive maintenance* untuk mencegah terjadinya kerusakan saat beroperasi. Dengan adanya perhitungan ini diharapkan perusahaan dapat memperkirakan batas maksimal perawatan pencegahan yang harus dilakukan.

#### **5.4 Analisa Perhitungan *Index Of Fit*, Uji Kecocokan Distribusi dan *MTTR***

##### **Terhadap Data *Time To Repair***

##### **5.4.1 Perhitungan *Index Of Fit***

Dalam mengidentifikasi distribusi kerusakan atau perbaikan suatu komponen dengan metode *least-square curve fitting* digunakan index of fit ( $r$ ) yang merupakan ukuran hubungan linear antara peubah  $x$  dan  $y$ .

Dari perhitungan *Index Of Fit* diketahui bahwa distribusi yang sesuai yaitu Distribusi *Log Normal* karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,9915. Perhitungan dengan metode ini bertujuan untuk menentukan distribusi yang mewakili atau mendekati penyebaran data – datanya.

### 5.4.2 Perhitungan *MTTR*

Dari hasil pengolahan data diketahui nilai parameter Log Normal-nya sebagai berikut :

$$\bar{X} = \bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n} \qquad \bar{X} = \bar{\mu} = \frac{39,2699}{56} = 0,701$$

$$S = \hat{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln(ti - \hat{\mu}))^2}{n}} \qquad S^2 = \frac{19,97}{56} = 0,5972$$

$$t_{med} = e^{\hat{\mu}} \qquad t_{med} = e^{0,701} = 2,0163$$

Dari parameter tersebut maka nilai *MTTR* (*Mean Time To Repair*) komponen *Blade* adalah 2,41 Jam. Artinya Perbaikan pada komponen *Blade* harus dilakukan maksimal selama 2,41 Jam. *MTTR* menunjukkan waktu rata – rata untuk melakukan perbaikan komponen *Blade*. Dengan adanya analisa mengenai *MTTR* diharapkan perusahaan lebih memperhatikan batas waktu maksimalnya untuk memperbaiki suatu komponen mesin, karena perbaikan yang terlalu lama akan menghambat proses produksi.

### 5.5 Analisa Perhitungan Tingkat Keandalan Komponen Kritis

Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keandalan komponen mesin kritis. Pada saat *MTTF* (69,3755 jam) diperoleh keandalan sebesar 42,43%. Artinya peluang komponen *Blade* berfungsi melebihi waktu 69,3755 jam adalah sebesar 42,43%. Dengan adanya 42,43% diharapkan PT. INKA lebih memperhatikan perawatan komponen *Blade*-nya. Karena

komponen tersebut hanya mempunyai peluang bertahan 42,43% pada waktu 69,3755 jam. Untuk menghindari *breakdown*, maka sebelum *MTTF* sudah dilakukan perawatan pencegahan.

### **5.6 Analisa Penentuan Interval Waktu Pemeriksaan**

Pemeriksaan merupakan salah satu bagian yang penting dalam melakukan perawatan, pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui apakah suatu komponen pada mesin masih berada dalam keadaan baik atau ada hal yang perlu diperbaiki, sehingga dapat mengantisipasi kerusakan yang mungkin terjadi.

Dalam pengolahan data didapatkan interval waktu pemeriksaan berdasarkan waktu produksi yang ada, yaitu Interval pemeriksaan setiap 67,8 jam, maka pemeriksaan dilakukan 67,8 jam setelah pemeriksaan terakhir. Jadwal perawatan pencegahan ini telah sesuai, karena jadwal perawatan ini dilakukan sebelum *MTTF*. Dengan adanya frekuensi atau interval waktu pemeriksaan usulan diharapkan PT. INKA lebih memperhatikan jadwal perawatan pencegahannya. Karena dengan adanya *Preventive Maintenance* yang teratur akan bisa menghindarkan mesin dari kerusakan secara tiba – tiba yang bisa mengganggu proses produksi.

### **5.7 Ekspektasi Biaya Kebijakan *Repair* dan *Preventive maintenance***

Analisis biaya dimaksudkan untuk mengetahui apakah layak *Preventive Maintenance* dilakukan dari pada korektif maintenance. Berdasarkan perhitungan didapatkan biaya ekspektasi perawatan korektif adalah Rp. 106.000,00 per bulan per waktu rata – rata antar kerusakan, sedangkan biaya ekspektasi *Preventive Maintenance* adalah Rp.52.000,00 per bulan per interval

waktu pemeriksaan. Berdasarkan hasil tersebut maka *Preventive Maintenance* layak dilaksanakan, karena biaya nya lebih rendah dari pada *Repair Maintenance*.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

1. Mesin yang sering mengalami kerusakan di PT. INKA adalah mesin *Gap Shear*, sehingga mesin tersebut dianggap sebagai mesin kritis. Sedangkan komponen dari mesin *Gap Shear* yang sering mengalami kerusakan adalah komponen *Blade*, maka dari itu komponen *Blade* dianggap sebagai komponen kritis.
2. Waktu rata – rata kerusakan dari komponen *Blade* adalah 69,3755 jam dan pada saat mencapai *MTTF* diperoleh tingkat keandalan sebesar 42,43%. Sedangkan waktu rata – rata melakukan perbaikan komponen *Blade* adalah 2,41 Jam.
3. Interval waktu pemeriksaan adalah 67,8 jam, jadi jadwal perawatan pencegahan usulan pada komponen kritis adalah setiap 67,8 jam.

#### 6.2 Saran

Adapun dibawah ini saran - saran yang mungkin bermanfaat bagi perusahaan :

1. Sebaiknya perusahaan memberikan perhatian yang lebih terhadap mesin *Gap Shear*, terutama pada komponen *Blade*. Karena komponen *Blade* merupakan komponen kritis, sehingga kerusakan secara tiba – tiba pada komponen ini dapat dihindari.
2. Sebaiknya perusahaan melakukan perawatan sebelum mesin mengalami kerusakan atau sebelum *Mean time to Failure (MTTF)*. Dan dengan adanya



jadwal perawatan pencegahan yang optimal diharapkan perusahaan dapat menghindari kerusakan pada mesin maupun komponen mesin yang biasanya terjadi secara tiba – tiba.

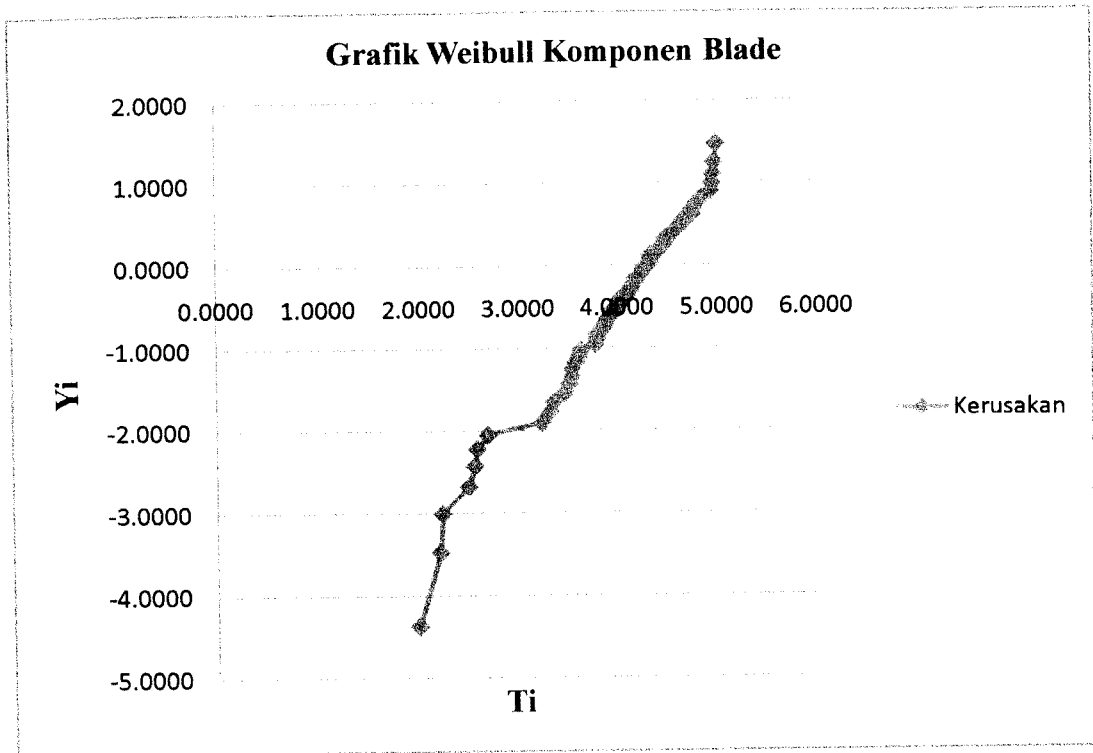
## DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, H., (2005). penerapan model preventive maintenance smith dan dekker di pd. industri unit inkaba. *Jurnal Teknik Industri*, Vol 5, no.1, 51-60. Petra. Surabaya.
- Assauri, S., (1980). *manajemen produksi dan operasi*. Fakultas Ekonomi. UI. Jakarta.
- Chen, M., (2005). optimal preventive maintenance warranty policies for repairable products with age dependent maintenance cost. *International Journal Of Reliability, Quality, and Safety Engineering*, Vol. 12, No. 2, 111–125. Department of Industrial Management National Taiwan University of Science and Technology.
- Corder, A., (1992). *teknik manajemen pemeliharaan*. Edisi Kedua. Jakarta. Erlangga.
- Ebeling, C., (1997). *an introduction to reliability and maintainability engineering*. Mc Graw-Hill Company, Inc.
- Gasperz, V., (1992). *analisa sistem terapan berdasarkan pendekatan teknik industri*. Edisi Pertama. Bandung. Tarsono.
- Lazim, H., (2008). total productive maintenance and performance : a malaysian sme experience. *International Review of Business Research Papers*. Vol 4, No. 4, Aug – Sept, Pp.237-250.
- Jardine, A., (1973). *maintenance, replacement, and reliability*. Pitman Publishing. Toronto.
- Juarez, E., (2008). the efficiency of preventive maintenance planning and the multicriteria methods : a case study. *Journal Facultad de Quimica*. Vol 12, No. 12, Pp 208-215. Universidad Nacional Autonoma. Mexico.
- Linawati, (2005). preventive maintenance system dengan modularity design sebagai solusi penurunan biaya maintenance. *Jurnal Teknik Industri*, Vol 7, no.1, Juni, 61-75. Petra. Surabaya.
- Margono, (2006). manajemen pemeliharaan dan perawatan mesin. *Traksi*, vol 4, no.1, 42-48.
- Mugiyarto, I., (2008). *usulan interval waktu perawatan komponen kritis pada mesin dengan menggunakan pendekatan model distribusi*. Skripsi. UII. Yogyakarta.

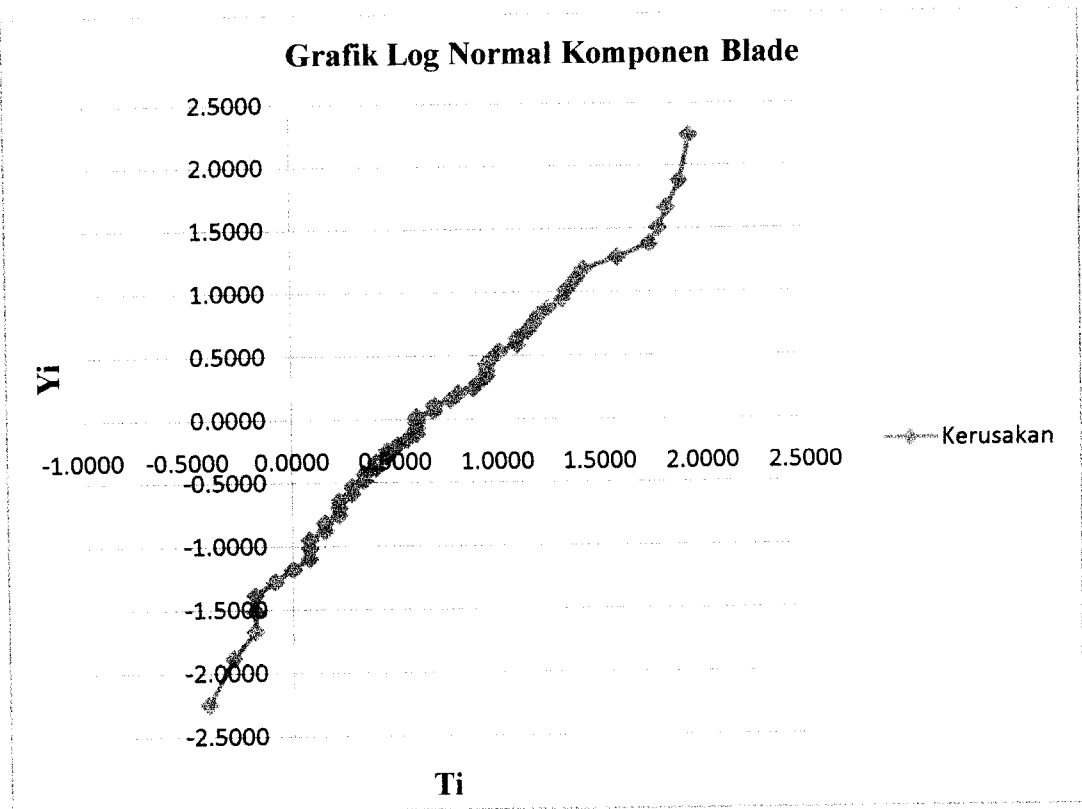
- Noldi, W., (2007). penerapan preventive maintenance methods dalam perbaikan kebijakan pemeliharaan mesin pompa air. *Proceeding Seminar Nasional TEKNOIN 2007*, B17-B22. 10 Nopember, Yogyakarta.
- Prudensy, O., (2007). penentuan jumlah tenaga kerja yang optimal untuk melaksanakan kegiatan preventive maintenance. *Proceeding Seminar Nasional TEKNOIN 2007*, B35-B39. 10 Nopember, Yogyakarta.
- Pratiwi, I., (2006). waktu perawatan untuk pencegahan pada komponen kritis cyclone feed pump berdasarkan kriteria minimasi down time. *Jurnal Ilmiah Teknologi Industri*, Vol 5, no.1, 39-44. UMS. Surakarta.
- Saputra, J., (2007). usulan preventive maintenance dan periodic inspection untuk meminimasi downtime mesin kritis. *Proceeding Seminar Nasional TEKNOIN 2007*, B123-B126. 10 Nopember, Yogyakarta.
- Setiyowati, E., (2004). *analisa penentuan kebijakan perawatan preventive mesin*. Skripsi. UMS. Surakarta.
- Sufa, M., (2007). usulan interval perawatan komponen kritis pada mesin pencetak botol (mould gear) berdasarkan kriteria minimasi downtime. *Jurnal Teknik Gelagar*, Vol 18, no.1, April, 33-41. UMS. Surakarta.
- Wahjudi, D., (2000) analisa penjadwalan dan biaya perawatan mesin press untuk pembentukan kampas rem. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol 5, no.1, April, 50-61. Petra. Surabaya.
- Walpole, R., (1992). *pengantar statistik*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

# LAMPIRAN

**Gambar Grafik Weibull Komponen Blade**



**Gambar Grafik Log normal Komponen Blade**



**Perhitungan Semua Komponen Kritis**

**I. Komponen Seal**

Tabel hasil perhitungan TTR dan TTF Seal

NO	Tanggal kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu kerusakan	Jam perbaikan		TTR (JAM)	TTF (JAM)
					Mulai	Selesai		
1	09/02/2007	Kondisi mesin tidak kuat-ganti seal	09/02/2007	11.30	13.00	14.25	1,4167	-
2	16/03/2007	encoder Fault - ganti Seal	16/03/2007	11.25	13.10	13.45	0,583	197,997
3	26/03/2007	Olie stoper bocor- seal	26/03/2007	9.35	10.00	11.15	1,25	36,83
4	23/04/2007	Ganti Seal	23/04/2007	13.10	13.30	14.00	0,5	150,58
5	31/05/2007	Ganti Seal	31/05/2007	9.00	9.20	10.00	0,67	204
6	06/06/2007	Olie bocor-setting seal	06/06/2007	11.45	13.00	14.35	1,4167	33,75
7	27/06/2007	perbaiki seal	27/06/2007	08.00	8.20	9.30	1,167	114,42
8	26/07/2007	Error encoder Fault - ganti Seal	26/07/2007	09.40	10.10	10.30	0,33	168,17
9	02/08/2007	perbaiki seal	02/08/2007	08.00	8.15	9.45	1,5	29,5
10	12/08/2007	perbaiki seal	12/08/2007	09.25	10.00	10.40	0,67	55,67
11	21/08/2007	Ganti Seal	21/08/2007	10.30	11.00	11.30	0,5	48,8
12	05/09/2007	Setting Seal	05/09/2007	13.00	13.25	16.00	1,583	88,5
13	27/09/2007	Olie mesin bocor - ganti seal	27/09/2007	8.30	9.00	9.25	0,4167	121,5
14	25/10/2007	Perbaiki seal	25/10/2007	10.20	10.45	11.45	1	168,9
15	19/11/2007	jarum scale dan sealling selip	19/11/2007	9.30	10.10	11.30	0,67	133,75
16	19/12/2007	Clearance position not same-ganti seal	19/12/2007	14.45	15.00	15.35	0,583	178,25
17	01/02/2008	Olie back Gauge bocor-setting seal	01/02/2008	07.00	7.30	11.25	3,93	216,42

18	13/02/2008	Ganti Seal		13/02/2008	08.40	9.10	10.40	1.50	37,25
19	20/02/2008	Kondisi mesin tidak kuat-ganti seal dan oring		20/02/2008	07.15	8.30	15.45	6,25	36,58
20	25/03/2008	Olie mesin bocor - ganti seal		25/03/2008	09.00	10.15	11.30	1,25	162,25
21	08/04/2008	Ganti Seal		08/04/2008	10.45	11.00	13.00	1,00	71,25
22	10/04/2008	Olie stoper bocor-Ganti seal dan oring		10/04/2008	08.00	8.35	9.45	1,17	12,00
23	13/05/2008	Error encoder Fault - ganti Seal		13/05/2008	07.10	7.30	11.30	4,00	165,42
24	14/05/2008	Clearance position not same-ganti seal		14/05/2008	14.00	14.30	15.45	1,25	9,50
25	20/06/2008	Ganti Seal		20/06/2008	08.00	8.10	9.30	1,33	185,25
26	08/07/2008	Olie mesin bocor - ganti seal		08/07/2008	07.30	8.00	9.15	1,25	94,00
27	31/07/2008	jarum scale dan sealling selip		31/07/2008	08.20	8.45	10.15	1,50	128,10
28	12/08/2008	perbaiki seal		12/08/2008	7.00	7.15	7.50	0,58	61,00
29	25/08/2008	ganti seal		25/08/2008	09.45	10.30	11.30	1,00	65,92
30	17/10/2008	Olie mesin bocor - ganti seal		17/10/2008	11.40	13.00	16.00	3,00	256,20
31	27/10/2008	Kondisi mesin tidak jalan-ganti seal dan oring		27/10/2008	07.10	7.30	11.00	3,50	40,17

Contoh perhitungan :

1. Perhitungan TTR

Misal perhitungan TTR pada tanggal 01 Februari 2008. Waktu perbaikan pada jam 07.30, selesai diperbaiki jam 11.25. Jadi selang waktu perbaikan adalah 236 menit. Karena dalam satuan jam maka  $236/60 = 3,93$  jam.

2. Perhitungan TTF

- a. Contoh dihitung adalah pada tanggal 01 Februari 2008 sampai tanggal 13 Februari 2008.
- b. Pada periode tanggal 01 Februari 2008 mesin selesai diperbaiki pada jam 11.25 dan selesai beroperasi jam 16.00, jadi terdapat 3,58 jam ( $214,8 \text{ menit} / 60$ )
- c. Tanggal 02 Februari 2008 sampai tanggal 12 Februari 2008 terdapat 4 hari kerja ( Sabtu dan Minggu / hari besar Libur ), maka  $(4 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}) = 32 \text{ jam}$ .
- d. Pada tanggal 13 Februari 2008 pukul 07.00 sampai pukul 08.40 terdapat 1,67 jam ( $100 \text{ menit}/60$ ).
- e. Sehingga waktu diantara kerusakan dari tanggal 01 Februari 2008 sampai 13 Februari 2008 adalah  $(3,58 \text{ jam} + 32 \text{ jam} + 1,67 \text{ jam}) = 37,25$  jam.



## 1. Perhitungan Data TTF

### A. Index of fit

#### a. Distribusi *Weibul*

No	$t_i$	$X_i = \ln t_i$	$X_i^2$	$F(t_i)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	9,50	2,251	5,068	0,023	-3,759	14,134	-8,464
2	12,00	2,485	6,175	0,056	-2,855	8,152	-7,095
3	29,5	3,384	11,454	0,089	-2,375	5,641	-8,038
4	33,75	3,519	12,383	0,122	-2,042	4,169	-7,185
5	36,58	3,600	12,956	0,155	-1,784	3,183	-6,422
6	36,83	3,606	13,005	0,188	-1,572	2,471	-5,669
7	37,25	3,618	13,087	0,220	-1,390	1,933	-5,030
8	40,17	3,693	13,639	0,253	-1,231	1,515	-4,545
9	48,8	3,888	15,114	0,286	-1,087	1,182	-4,227
10	55,67	4,019	16,156	0,319	-0,956	0,915	-3,844
11	88,5	4,483	20,097	0,352	-0,835	0,697	-3,744
12	61,00	4,111	16,899	0,385	-0,722	0,521	-2,967
13	65,92	4,188	17,543	0,418	-0,615	0,378	-2,574
14	71,25	4,266	18,200	0,451	-0,512	0,263	-2,186
15	94,00	4,543	20,642	0,484	-0,414	0,172	-1,882
16	114,42	4,740	22,466	0,516	-0,319	0,102	-1,514
17	121,5	4,800	23,039	0,549	-0,227	0,051	-1,089
18	128,10	4,853	23,550	0,582	-0,136	0,018	-0,660
19	133,75	4,896	23,971	0,615	-0,046	0,002	-0,226
20	150,58	5,014	25,145	0,648	0,043	0,002	0,217
21	162,25	5,089	25,899	0,681	0,133	0,018	0,677
22	165,42	5,108	26,097	0,714	0,224	0,050	1,144
23	168,17	5,125	26,265	0,747	0,317	0,101	1,625
24	168,9	5,129	26,310	0,780	0,414	0,171	2,122
25	178,25	5,183	26,865	0,813	0,515	0,265	2,670
26	185,25	5,222	27,266	0,845	0,624	0,390	3,260
27	197,997	5,288	27,966	0,878	0,745	0,555	3,939
28	204	5,318	28,282	0,911	0,884	0,782	4,703
29	216,42	5,377	28,915	0,944	1,059	1,122	5,695
30	256,20	5,546	30,758	0,977	1,327	1,762	7,362
		<b>132,34</b>	<b>605,21</b>	<b>15,00</b>	<b>-16,59</b>	<b>50,72</b>	<b>-43,95</b>

Contoh Perhitungan :

$i=1$

$$x_i = \ln t_i$$

$$x_1 = \ln 9,5 = 2,251$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{30 + 0,4} = 0,023$$

$$y_i = \ln \ln \left( \frac{1}{1 - F(t_i)} \right)$$

$$y_1 = \ln \ln \left( \frac{1}{1 - 0,023} \right) = -3,759$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{30(-43,947) - (132,345)(-16,593)}{\sqrt{[30(605,215) - (132,345)^2][30(50,716) - (-16,593)^2]}} = 0,982$$

b. Distribusi Normal

No	$t_i$	$X_i = t_i$	$X_i^2$	$F(t_i)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	9,50	9,50	90,250	0,023	-1,995	3,980	-18,952
2	12,00	12,00	144,000	0,056	-1,590	2,528	-19,080
3	29,5	29,50	870,250	0,089	-1,348	1,817	-39,768
4	33,75	33,75	1139,063	0,122	-1,166	1,361	-39,369
5	36,58	36,58	1338,096	0,155	-1,017	1,034	-37,197
6	36,83	36,83	1356,449	0,188	-0,887	0,787	-32,674
7	37,25	37,25	1387,563	0,220	-0,771	0,594	-28,715
8	40,17	40,17	1613,629	0,253	-0,664	0,441	-26,680
9	48,8	48,80	2381,440	0,286	-0,565	0,319	-27,551
10	55,67	55,67	3099,149	0,319	-0,470	0,221	-26,180
11	88,5	88,50	7832,250	0,352	-0,380	0,144	-33,630
12	61,00	61,00	3721,000	0,385	-0,293	0,086	-17,856
13	65,92	65,92	4345,446	0,418	-0,208	0,043	-13,686
14	71,25	71,25	5076,563	0,451	-0,124	0,015	-8,835
15	94,00	94,00	8836,000	0,484	-0,041	0,002	-3,876
16	114,42	114,42	13091,936	0,516	0,041	0,002	4,719
17	121,5	121,50	14762,250	0,549	0,124	0,015	15,066

18	128,10	128,10	16409,610	0,582	0,208	0,043	26,596
19	133,75	133,75	17889,063	0,615	0,293	0,086	39,151
20	150,58	150,58	22674,336	0,648	0,380	0,144	57,220
21	162,25	162,25	26325,063	0,681	0,470	0,221	76,302
22	165,42	165,42	27363,776	0,714	0,565	0,319	93,391
23	168,17	168,17	28281,149	0,747	0,664	0,441	111,694
24	168,9	168,90	28527,210	0,780	0,771	0,594	130,198
25	178,25	178,25	31773,063	0,813	0,887	0,787	158,134
26	185,25	185,25	34317,563	0,845	1,017	1,034	188,377
27	197,997	198,00	39202,812	0,878	1,166	1,361	230,959
28	204	204,00	41616,000	0,911	1,348	1,817	275,009
29	216,42	216,42	46837,616	0,944	1,590	2,528	344,101
30	256,20	256,20	65638,440	0,977	1,995	3,980	511,096
		<b>3271,93</b>	<b>497941,03</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>26,74</b>	<b>1887,96</b>

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 14$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 9,5$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{30 + 0,4} = 0,023$$

$$y_i = z_i = \phi^{-1}[F(t_i)]$$

$$y_1 = z_1 = \phi^{-1}[0,023] = -1,995$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{30(1887,965) - (3271,93)(0)}{\sqrt{[30(497941,034) - (3271,93)^2] [30(26,745) - (0)^2]}} = 0,972$$

c. Distribusi Exponensial

No	$t_i$	$X_i = t_i$	$X_i^2$	$F(t_i)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	9,50	9,50	90,250	0,023	0,023	0,001	0,221
2	12,00	12,00	144,000	0,056	0,058	0,003	0,691
3	29,5	29,50	870,250	0,089	0,093	0,009	2,744
4	33,75	33,75	1139,063	0,122	0,130	0,017	4,380
5	36,58	36,58	1338,096	0,155	0,168	0,028	6,144
6	36,83	36,83	1356,449	0,188	0,208	0,043	7,647
7	37,25	37,25	1387,563	0,220	0,249	0,062	9,274
8	40,17	40,17	1613,629	0,253	0,292	0,085	11,733
9	48,8	48,80	2381,440	0,286	0,337	0,114	16,452
10	55,67	55,67	3099,149	0,319	0,384	0,148	21,394
11	88,5	88,50	7832,250	0,352	0,434	0,188	38,393
12	61,00	61,00	3721,000	0,385	0,486	0,236	29,641
13	65,92	65,92	4345,446	0,418	0,541	0,293	35,655
14	71,25	71,25	5076,563	0,451	0,599	0,359	42,681
15	94,00	94,00	8836,000	0,484	0,661	0,437	62,113
16	114,42	114,42	13091,936	0,516	0,727	0,528	83,137
17	121,5	121,50	14762,250	0,549	0,797	0,635	96,841
18	128,10	128,10	16409,610	0,582	0,873	0,762	111,811
19	133,75	133,75	17889,063	0,615	0,955	0,912	127,712
20	150,58	150,58	22674,336	0,648	1,044	1,090	157,235
21	162,25	162,25	26325,063	0,681	1,142	1,305	185,341
22	165,42	165,42	27363,776	0,714	1,251	1,565	206,960
23	168,17	168,17	28281,149	0,747	1,373	1,886	230,935
24	168,9	168,90	28527,210	0,780	1,512	2,287	255,433
25	178,25	178,25	31773,063	0,813	1,674	2,802	298,386
26	185,25	185,25	34317,563	0,845	1,867	3,485	345,840
27	197,997	198,00	39202,812	0,878	2,106	4,436	417,003
28	204	204,00	41616,000	0,911	2,421	5,862	493,923
29	216,42	216,42	46837,616	0,944	2,884	8,316	624,115
30	256,20	256,20	65638,440	0,977	3,771	14,221	966,160
		<b>3271,93</b>	<b>497941,03</b>	<b>15,00</b>	<b>29,06</b>	<b>52,11</b>	<b>4890,00</b>

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 14$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 9,5$$

$$F(t_i) = \frac{i - 0,3}{n + 0,4}$$

$$F(t_1) = \frac{1 - 0,3}{30 + 0,4} = 0,023$$

$$y_i = \ln\left(\frac{1}{1 - F(t_i)}\right)$$

$$y_1 = \ln\left(\frac{1}{1 - 0,023}\right) = 0,023$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{30(4890) - (3271,93)(29,06)}{\sqrt{[30(497941,034) - (3271,93)^2][30(52,11) - (29,06)^2]}} = 0,936$$

d. distribusi Log Normal

No	ti	Xi= ln ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	XiYi
1	9,50	2,251	5,068	0,023	-1,995	3,980	-4,491
2	12,00	2,485	6,175	0,056	-1,590	2,528	-3,951
3	29,5	3,384	11,454	0,089	-1,348	1,817	-4,562
4	33,75	3,519	12,383	0,122	-1,166	1,361	-4,105
5	36,58	3,600	12,956	0,155	-1,017	1,034	-3,660
6	36,83	3,606	13,005	0,188	-0,887	0,787	-3,199
7	37,25	3,618	13,087	0,220	-0,771	0,594	-2,789
8	40,17	3,693	13,639	0,253	-0,664	0,441	-2,453
9	48,8	3,888	15,114	0,286	-0,565	0,319	-2,195
10	55,67	4,019	16,156	0,319	-0,470	0,221	-1,890
11	88,5	4,483	20,097	0,352	-0,380	0,144	-1,704
12	61,00	4,111	16,899	0,385	-0,293	0,086	-1,203
13	65,92	4,188	17,543	0,418	-0,208	0,043	-0,870
14	71,25	4,266	18,200	0,451	-0,124	0,015	-0,529
15	94,00	4,543	20,642	0,484	-0,041	0,002	-0,187
16	114,42	4,740	22,466	0,516	0,041	0,002	0,195
17	121,5	4,800	23,039	0,549	0,124	0,015	0,595
18	128,10	4,853	23,550	0,582	0,208	0,043	1,008
19	133,75	4,896	23,971	0,615	0,293	0,086	1,433
20	150,58	5,014	25,145	0,648	0,380	0,144	1,905
21	162,25	5,089	25,899	0,681	0,470	0,221	2,393
22	165,42	5,108	26,097	0,714	0,565	0,319	2,884

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Weibull yang akan di gunakan karena memiliki Index Of Fit terbesar yaitu 0,982

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	<b>0,982</b>
Normal	0,972
Exponensial	0,936
Log Normal	0,955

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari keempat distribusi :

$$r = \frac{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n} \right] \left[ \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n} \right] - \left[ \sum_{i=1}^n x_i y_i - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n} \right]^2}{\left[ \sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n x_i)^2}{n} \right] \left[ \sum_{i=1}^n y_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n} \right]}$$

$$r = \frac{30(22,843) - (132,345)(0)}{\sqrt{[30(605,215) - (132,345)^2][30(26,745) - (0)^2]}} = 0,955$$

$$y_i = z_i = \phi^{-1}[F(t_i)] \quad y_i = z_i = \phi^{-1}[0,023] = -1,995$$

$$F(t_i) = \frac{t - 0,3}{n + 0,4} \quad F(t_i) = \frac{1 - 0,3}{30 + 0,4} = 0,023$$

$$x_i = \ln t_i \quad x_i = \ln 9,5 = 2,251$$

Banyaknya data interval kerusakan = n = 24

i = 1

Contoh Perhitungan :

23	168,17	5,125	26,265	0,747	0,664	0,441	3,404
24	168,9	5,129	26,310	0,780	0,771	0,594	3,954
25	178,25	5,183	26,865	0,813	0,887	0,787	4,598
26	185,25	5,222	27,266	0,845	1,017	1,034	5,310
27	197,997	5,288	27,966	0,878	1,166	1,361	6,169
28	204	5,318	28,282	0,911	1,348	1,817	7,169
29	216,42	5,377	28,915	0,944	1,590	2,528	8,550
30	256,20	5,546	30,758	0,977	1,995	3,980	11,064
							22,84
							26,74
							0
							15
							605,21
							132,34

$$a = -6,59$$

$$a = \frac{30}{-16,593} - 1,369 \frac{1332,345}{30}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$b = 1,369$$

$$b = \frac{30(-43,947) - (132,345)(-16,593)}{30(605,215) - (132,345)^2}$$

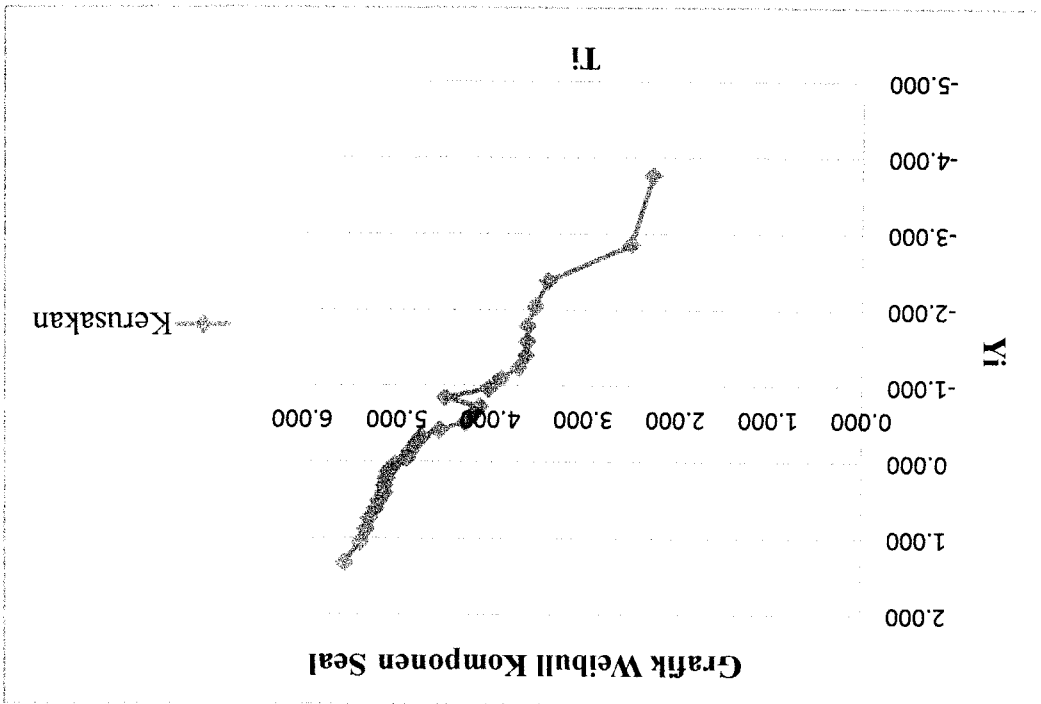
$$b = \frac{n \sum x_i^2 - \left( \sum x_i \right)^2}{n \sum x_i y_i - \left( \sum x_i \right) \left( \sum y_i \right)}$$

parameter  $\theta$  dan  $\beta$ . Perhitungannya adalah sebagai berikut :

Untuk dapat menghitung MTTF, maka perlu dihitung nilai dari dua

### B. Perhitungan MTTF

Gambar Grafik Weibull



Setelah nilai  $a$  dan  $b$  telah diketahui, maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai  $\theta$  dengan satuan jam dan  $\beta$ . Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\beta = b = 1,369$$

$$\begin{aligned}\theta &= \exp\left(\frac{-a}{\beta}\right) \\ &= \exp\left(\frac{-(-6,59)}{1,369}\right) \\ &= 123,137 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\text{MTTF} = \theta \left(1 + \frac{1}{\beta}\right); \text{ dimana } \Gamma \text{ diperoleh dari tabel gamma function.}$$

$$\begin{aligned}&= 123,137 \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,369}\right) \\ &= 123,137 \Gamma(1,73) \\ &= 123,137 \times 0,91467 \\ &= 112,63 \text{ jam}\end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Data TTR

### A. Index of fit

#### a. Distribusi Weibul

No	$t_i$	$X_i = \ln t_i$	$X_i^2$	$F(t_i)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	0,33	-1,109	1,229	0,022	-3,792	14,381	4,204
2	0,4167	-0,875	0,766	0,054	-2,888	8,343	2,529
3	0,5	-0,693	0,480	0,086	-2,409	5,803	1,670
4	0,5	-0,693	0,480	0,118	-2,076	4,312	1,439
5	0,58	-0,539	0,291	0,150	-1,819	3,310	0,981
6	0,583	-0,540	0,291	0,182	-1,608	2,585	0,868
7	0,583	-0,540	0,291	0,213	-1,427	2,037	0,770



8	0,67	-0,400	0,160	0,245	-1,268	1,608	0,508
9	0,67	-0,400	0,160	0,277	-1,126	1,267	0,451
10	0,67	-0,400	0,160	0,309	-0,996	0,991	0,399
11	1,00	0	0	0,341	-0,875	0,766	0
12	1,00	0	0	0,373	-0,763	0,582	0
13	1	0	0	0,404	-0,657	0,432	0
14	1,167	0,154	0,024	0,436	-0,556	0,310	-0,086
15	1,17	0,154	0,024	0,468	-0,460	0,211	-0,071
16	1,25	0,223	0,050	0,5	-0,367	0,134	-0,082
17	1,25	0,223	0,050	0,532	-0,276	0,076	-0,062
18	1,25	0,223	0,050	0,564	-0,187	0,035	-0,042
19	1,25	0,223	0,050	0,596	-0,100	0,010	-0,022
20	1,33	0,288	0,083	0,627	-0,013	0,000	-0,004
21	1,4167	0,348	0,121	0,659	0,074	0,005	0,026
22	1,4167	0,348	0,121	0,691	0,161	0,026	0,056
23	1,50	0,405	0,164	0,723	0,250	0,062	0,101
24	1,50	0,405	0,164	0,755	0,340	0,116	0,138
25	1,5	0,405	0,164	0,787	0,435	0,189	0,176
26	1,583	0,459	0,211	0,818	0,534	0,286	0,245
27	3,00	1,099	1,207	0,850	0,641	0,411	0,705
28	3,50	1,253	1,569	0,882	0,760	0,578	0,952
29	3,93	1,369	1,875	0,914	0,898	0,806	1,229
30	4,00	1,386	1,922	0,946	1,070	1,145	1,484
31	6,25	1,83258	3,35835	0,978	1,336	1,785	2,448
		<b>4,61</b>	<b>15,52</b>	<b>15,5</b>	<b>-17,16</b>	<b>52,60</b>	<b>21,01</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{31(21,0104) - (4,06)(-17,164)}{\sqrt{[31(15,52) - (4,06)^2][31(52,6036) - (-17,164)^2]}} = 0,932$$

b. Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	0,33	0,33	0,109	0,022	-2,009	4,034	-0,663
2	0,4167	0,4167	0,174	0,054	-1,606	2,579	-0,669
3	0,5	0,5	0,250	0,086	-1,366	1,866	-0,683
4	0,5	0,5	0,250	0,118	-1,186	1,406	-0,593
5	0,58	0,58	0,340	0,150	-1,038	1,077	-0,605
6	0,583	0,58	0,340	0,182	-0,910	0,827	-0,530
7	0,583	0,58	0,340	0,213	-0,795	0,632	-0,463
8	0,67	0,67	0,449	0,245	-0,690	0,476	-0,462
9	0,67	0,67	0,449	0,277	-0,592	0,350	-0,396
10	0,67	0,67	0,449	0,309	-0,499	0,249	-0,334
11	1,00	1	1	0,341	-0,410	0,168	-0,410
12	1,00	1	1	0,373	-0,325	0,106	-0,325
13	1	1	1	0,404	-0,242	0,058	-0,242
14	1,167	1,167	1,362	0,436	-0,160	0,026	-0,187
15	1,17	1,16667	1,361	0,468	-0,080	0,006	-0,093
16	1,25	1,25	1,563	0,5	0	0	0
17	1,25	1,25	1,563	0,532	0,080	0,006	0,100
18	1,25	1,25	1,563	0,564	0,160	0,026	0,200
19	1,25	1,25	1,563	0,596	0,242	0,058	0,302
20	1,33	1,33	1,778	0,627	0,325	0,106	0,433
21	1,4167	1,4167	2,007	0,659	0,410	0,168	0,581
22	1,4167	1,4167	2,007	0,691	0,499	0,249	0,707
23	1,50	1,5	2,25	0,723	0,592	0,350	0,887
24	1,50	1,5	2,25	0,755	0,690	0,476	1,034
25	1,5	1,5	2,25	0,787	0,795	0,632	1,192
26	1,583	1,583	2,506	0,818	0,910	0,827	1,440
27	3,00	3	9	0,850	1,038	1,077	3,113
28	3,50	3,5	12,25	0,882	1,186	1,406	4,151
29	3,93	3,93	15,471	0,914	1,366	1,866	5,372
30	4,00	4	16	0,946	1,606	2,579	6,424
31	6,25	6,25	39,063	0,978	2,009	4,034	12,553
		<b>46,7728</b>	<b>121,954</b>	<b>15,5</b>	<b>0</b>	<b>27,7206</b>	<b>31,8344</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{31(31,83) - (46,77)(0)}{\sqrt{[31(121,954) - (46,77)^2] [31(27,721) - (0)^2]}} = 0,843$$

c. Distribusi Exponensial

No	ti	Xi= ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	XiYi
1	0,33	0,33	0,109	0,022	0,023	0,001	0,007
2	0,4167	0,4167	0,174	0,054	0,056	0,003	0,023
3	0,5	0,5	0,25	0,086	0,090	0,008	0,045
4	0,5	0,5	0,25	0,118	0,125	0,016	0,063
5	0,58	0,58	0,34028	0,150	0,162	0,026	0,095
6	0,583	0,583	0,33989	0,182	0,200	0,040	0,117
7	0,583	0,583	0,33989	0,213	0,24	0,058	0,140
8	0,67	0,67	0,4489	0,245	0,281	0,079	0,188
9	0,67	0,67	0,4489	0,277	0,324	0,105	0,217
10	0,67	0,67	0,4489	0,309	0,369	0,137	0,248
11	1,00	1	1	0,341	0,417	0,174	0,417
12	1,00	1	1	0,373	0,466	0,217	0,466
13	1	1	1	0,404	0,518	0,269	0,518
14	1,167	1,167	1,362	0,436	0,573	0,329	0,669
15	1,17	1,17	1,361	0,468	0,631	0,399	0,737
16	1,25	1,25	1,563	0,5	0,693	0,480	0,866
17	1,25	1,25	1,563	0,532	0,759	0,576	0,949
18	1,25	1,25	1,563	0,564	0,829	0,688	1,037
19	1,25	1,25	1,563	0,596	0,905	0,819	1,132
20	1,33	1,33	1,778	0,627	0,987	0,975	1,316
21	1,4167	1,4167	2,007	0,659	1,077	1,159	1,525
22	1,4167	1,4167	2,007	0,691	1,175	1,380	1,664
23	1,50	1,5	2,25	0,723	1,283	1,647	1,925
24	1,50	1,5	2,25	0,755	1,406	1,976	2,108
25	1,5	1,5	2,25	0,787	1,545	2,386	2,317
26	1,583	1,583	2,506	0,818	1,706	2,912	2,701
27	3,00	3	9	0,850	1,899	3,607	5,698
28	3,50	3,5	12,25	0,882	2,138	4,573	7,485

29	3,93	3,93	15,471	0,914	2,454	6,020	9,651
30	4,00	4	16	0,946	2,916	8,504	11,665
31	6,25	6,25	39,063	0,978	3,803	14,466	23,772
		<b>46,77</b>	<b>121,95</b>	<b>15,5</b>	<b>30,05</b>	<b>54,03</b>	<b>79,76</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{31(79,76) - (46,77)(30,05)}{\sqrt{[31(121,954) - (46,77)^2][31(54,03) - (30,05)^2]}} = 0,96$$

d. distribusi Log Normal

No	ti	Xi= ln ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	XiYi
1	0,33	-1,109	1,229	0,022	-2,009	4,034	2,227
2	0,4167	-0,875	0,766	0,054	-1,606	2,579	1,406
3	0,5	-0,693	0,480	0,086	-1,366	1,866	0,947
4	0,5	-0,693	0,480	0,118	-1,186	1,406	0,822
5	0,58	-0,539	0,291	0,150	-1,038	1,077	0,559
6	0,583	-0,540	0,291	0,182	-0,910	0,827	0,491
7	0,583	-0,540	0,291	0,213	-0,795	0,632	0,429
8	0,67	-0,400	0,160	0,245	-0,690	0,476	0,276
9	0,67	-0,400	0,160	0,277	-0,592	0,350	0,237
10	0,67	-0,400	0,160	0,309	-0,499	0,249	0,200
11	1,00	0	0	0,341	-0,410	0,168	0
12	1,00	0	0	0,373	-0,325	0,106	0
13	1	0	0	0,404	-0,242	0,058	0
14	1,167	0,154	0,024	0,436	-0,160	0,026	-0,025
15	1,17	0,154	0,024	0,468	-0,080	0,006	-0,0123
16	1,25	0,223	0,050	0,5	0	0	0,000
17	1,25	0,223	0,050	0,532	0,080	0,006	0,018
18	1,25	0,223	0,050	0,564	0,160	0,026	0,036
19	1,25	0,223	0,050	0,596	0,242	0,058	0,054
20	1,33	0,288	0,083	0,627	0,325	0,106	0,093
21	1,4167	0,348	0,121	0,659	0,410	0,168	0,143

22	1,4167	0,348	0,121	0,691	0,499	0,249	0,174
23	1,50	0,405	0,164	0,723	0,592	0,350	0,240
24	1,50	0,405	0,164	0,755	0,690	0,476	0,280
25	1,5	0,405	0,164	0,787	0,795	0,632	0,322
26	1,583	0,459	0,211	0,818	0,910	0,827	0,418
27	3,00	1,099	1,207	0,850	1,038	1,077	1,140
28	3,50	1,253	1,569	0,882	1,186	1,406	1,486
29	3,93	1,369	1,875	0,914	1,366	1,866	1,871
30	4,00	1,386	1,922	0,946	1,606	2,579	2,226
31	6,25	1,833	3,358	0,978	2,009	4,034	3,681
		<b>4,61</b>	<b>15,52</b>	<b>15,5</b>	<b>0</b>	<b>27,72</b>	<b>19,74</b>

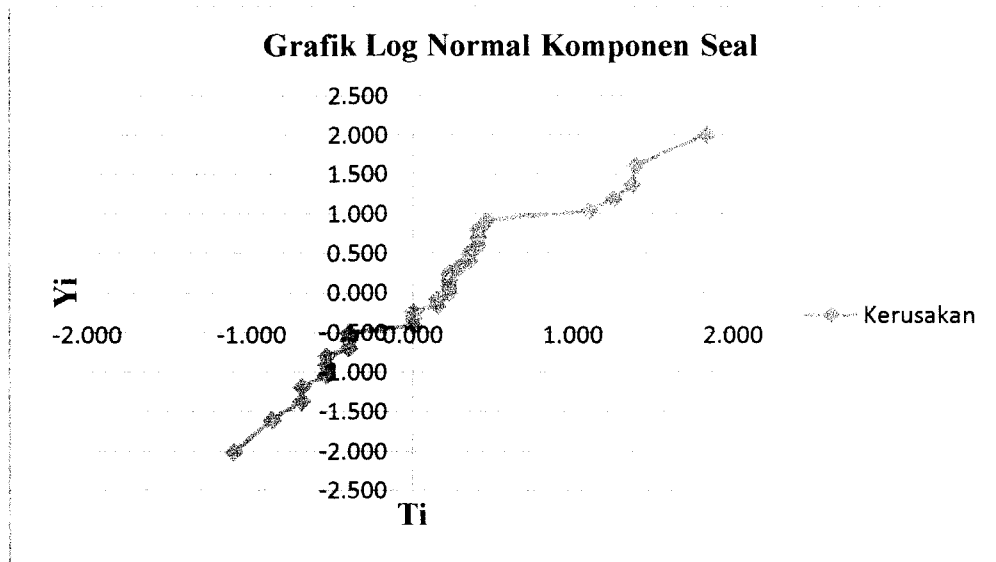
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{31(19,74) - (4,6)(0)}{\sqrt{[31(15,52) - (4,6)^2][31(27,72) - (0)^2]}} = 0,973$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,932
Normal	0,843
Exponensial	0,96
<b>Log Normal</b>	<b>0,973</b>

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Log Normal yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,973.



Gambar Grafik Log Normal

### B. Perhitungan MTTR

$$S = \hat{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln(t_i - \hat{\mu}))^2}{n}} \qquad S^2 = \frac{14,833}{31} = 0,479$$

$$t_{med} = e^{\hat{\mu}} \qquad t_{med} = e^{0,14874} = 1,16$$

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= t_{med} \exp^{\frac{s^2}{2}} \\ &= 1,16 \times 1,101 \\ &= 1,474 \text{ Jam} \end{aligned}$$

### C. Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan

Komponen *Seal* rata – rata waktu pemeriksaan adalah 60 Menit.

#### a. Perhitungan Perkiraan Jumlah Kerusakan (K)

Frekuensi kerusakan komponen = 31 kali

Jangka Waktu kerusakan = 24 bulan

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Jangka Waktu kerusakan}} = \frac{31}{24} = 1,29$$

**b. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Rata – Rata Waktu**

**Perbaikan  $\mu$**

$$\text{MTTR} = 1,474 \text{ jam}$$

Jam kerja per bulan (1 minggu = 5 hari kerja, 1 bulan = 4 minggu kerja, dan 1 hari = 8 jam kerja ).

Sehingga jam kerja per bulan =  $5 \times 4 \times 8 = 160$  jam / bulan

$$\mu = \frac{\text{Jam kerja perbulan}}{\text{MTTR}} = \frac{160}{1,474} = 108,548$$

**c. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Waktu Rata-rata**

**Pemeriksaan (1/i )**

Waktu untuk melakukan pemeriksaan = 60 menit atau 1 jam

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan

$$\text{Rata-rata waktu pemeriksaan} = \frac{1}{160} = 0,00625$$

$$i = \frac{1}{0,00625} = 160 \text{ jam}$$

**d. Interval Pemeriksaan ( 1/ n)**

$$n = \sqrt{\frac{k i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{1,29 \times 160}{108,548}} = 1,379 \approx 2 \text{ pemeriksaan / bulan}$$

$$\text{Interval waktu pemeriksaan} = \frac{1}{n} x \text{ jam kerja per bulan}$$

$$= \frac{1}{2} x 160 = 80 \text{ jam}$$



## II. Komponen Limit Switch

Tabel hasil perhitungan TTR dan TTF Limit Switch

NO	Tanggal kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu kerusakan	Jam perbaikan		TTR (JAM)	TTF (JAM)
					Mulai	Selesai		
1	16/01/2007	Perbaiki limit switch	16/01/2007	10.20	10.35	11.45	1,167	-
2	12/03/2007	Tekanan potong Lemah-seting limit switch	12/03/2007	13.00	13.30	14.15	0,75	312,25
3	23/03/2007	Ganti limit switch	23/03/2007	14.50	15.00	15.25	0,4167	72,58
4	13/07/2007	Perbaiki limit switch	13/07/2007	07.00	7.15	8.30	1,25	600,58
5	16/07/2007	Tekanan potong Lemah-seting limit switch	16/07/2007	09.15	10.00	11.15	1,75	8,75
6	13/08/2007	limit switch rusak-perbaiki	13/08/2007	11.00	11.25	12.00	0,583	160,75
7	22/10/2007	Setting limit switch	22/10/2007	7.30	7.50	12.00	4,167	387,5
8	13/11/2007	Ganti limit switch	13/11/2007	9.45	10.20	11.00	0,67	127,75
9	18/01/2008	Setting limit switch	18/01/2008	07.00	7.30	11.00	3,50	332,00
10	27/02/2008	Tekanan potong Lemah-seting solenoid dan limit switch	27/02/2008	07.00	7.30	11.10	3,67	204,00
11	06/05/2008	Ganti limit switch	06/05/2008	15.00	15.35	16.00	0,42	346,80
12	26/05/2008	Overload ketika Couple mekanik clearance active-ganti limit switch	26/05/2008	09.00	9.50	11.00	1,17	90,00
13	12/06/2008	perbaiki limit switch	12/06/2008	09.15	9.30	11.45	2,25	102,30
14	17/07/2008	Perbaiki limit switch	17/07/2008	08.00	8.35	9.45	1,17	196,25
15	14/09/2008	Ganti limit switch	14/09/2008	08.00	9.10	10.40	1,50	310,25
16	30/10/2008	Tekanan potong Lemah-seting solenoid dan limit switch	30/10/2008	11.50	13.00	15.30	2,50	217,10
17	25/11/2008	limit switch rusak-perbaiki	25/11/2008	14.30	15.00	16.30	1,50	143,00
18	19/12/2008	Tekanan potong Lemah-seting limit switch	19/12/2008	09.00	9.25	11.45	2,33	130,00

## 1. Perhitungan Data TTF

### A. Index Of Fit

#### a. Distribusi Weibul

No	ti	$X_i = \ln t_i$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	8,75	2,169	4,705	0,040	-3,193	10,193	-6,925
2	72,58	4,285	18,359	0,098	-2,275	5,175	-9,747
3	90,00	4,500	20,248	0,155	-1,780	3,169	-8,010
4	102,30	4,628	21,418	0,213	-1,431	2,048	-6,622
5	127,75	4,850	23,523	0,270	-1,156	1,335	-5,605
6	130,00	4,868	23,693	0,328	-0,924	0,854	-4,498
7	143,00	4,963	24,630	0,385	-0,721	0,520	-3,579
8	160,75	5,080	25,805	0,443	-0,537	0,289	-2,729
9	196,25	5,279	27,872	0,500	-0,367	0,134	-1,935
10	204,00	5,318	28,282	0,557	-0,204	0,042	-1,086
11	217,10	5,380	28,948	0,615	-0,047	0,002	-0,251
12	310,25	5,737	32,918	0,672	0,110	0,012	0,630
13	312,25	5,744	32,991	0,730	0,269	0,072	1,546
14	332,00	5,805	33,700	0,787	0,437	0,191	2,537
15	346,80	5,849	34,208	0,845	0,622	0,387	3,640
16	387,5	5,960	35,518	0,902	0,844	0,712	5,030
17	600,58	6,398	40,933	0,960	1,167	1,362	7,468
		<b>86,81</b>	<b>457,75</b>	<b>8,5</b>	<b>-9,18</b>	<b>26,50</b>	<b>-30,14</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{17(-30,14) - (86,81)(-9,18)}{\sqrt{[17(457,75) - (86,81)^2][17(26,5) - (-9,187)^2]}} = 0,948$$

b. Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	8,75	8,75	76,563	0,040	-1,748	3,056	-15,295
2	72,58	72,58	5267,856	0,098	-1,295	1,676	-93,974
3	90,00	90	8100	0,155	-1,014	1,029	-91,305
4	102,30	102,3	10465,290	0,213	-0,797	0,636	-81,562
5	127,75	127,75	16320,063	0,270	-0,612	0,375	-78,242
6	130,00	130	16900	0,328	-0,447	0,199	-58,056
7	143,00	143	20449	0,385	-0,292	0,085	-41,788
8	160,75	160,75	25840,563	0,443	-0,145	0,021	-23,238
9	196,25	196,25	38514,063	0,5	0	0	0
10	204,00	204	41616	0,557	0,145	0,021	29,490
11	217,10	217,1	47132,41	0,615	0,292	0,085	63,442
12	310,25	310,25	96255,063	0,672	0,447	0,199	138,554
13	312,25	312,25	97500,063	0,730	0,612	0,375	191,242
14	332,00	332	110224	0,787	0,797	0,636	264,698
15	346,80	346,8	120270,240	0,845	1,014	1,029	351,828
16	387,5	387,5	150156,250	0,902	1,295	1,676	501,720
17	600,58	600,58	360696,336	0,960	1,748	3,056	1049,829
		<b>3741,86</b>	<b>1165783,76</b>	<b>8,5</b>	<b>0</b>	<b>14,16</b>	<b>2107,34</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{17(2107,34) - (3741,86)(0)}{\sqrt{[17(1165783,76) - (3741,86)^2][17(14,16) - (0)^2]}} = 0,957$$

c. Distribusi Exponensial

No	Ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	8,75	8,75	76,563	0,040	0,041	0,002	0,359
2	72,58	72,58	5267,856	0,098	0,103	0,011	7,462
3	90,00	90	8100	0,155	0,169	0,028	15,176
4	102,30	102,3	10465,29	0,213	0,239	0,057	24,457
5	127,75	127,75	16320,063	0,270	0,315	0,099	40,224

6	130,00	130	16900	0,328	0,397	0,158	51,595
7	143,00	143	20449	0,385	0,486	0,236	69,530
8	160,75	160,75	25840,563	0,443	0,584	0,341	93,933
9	196,25	196,25	38514,063	0,5	0,6931	0,48045	136,0301
10	204,00	204	41616	0,557	0,815	0,665	166,311
11	217,10	217,1	47132,410	0,615	0,954	0,911	207,192
12	310,25	310,25	96255,063	0,672	1,116	1,245	346,240
13	312,25	312,25	97500,063	0,730	1,309	1,713	408,706
14	332,00	332	110224	0,787	1,548	2,397	513,982
15	346,80	346,8	120270,24	0,845	1,863	3,472	646,164
16	387,5	387,5	150156,25	0,902	2,326	5,410	901,264
17	600,58	600,58	360696,33	0,960	3,213	10,324	1929,751
		<b>3741,86</b>	<b>1165783,76</b>	<b>8,5</b>	<b>16,17</b>	<b>27,55</b>	<b>5558,38</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{17(5558,38) - (3741,86)(16,17)}{\sqrt{[17(1165783,76) - (3741,86)^2][17(27,55) - (16,17)^2]}} = 0,9797$$

d. Distribusi Log Normal

No	ti	Xi=ln ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	XiYi
1	8,75	2,169	4,705	0,040	-1,748	3,056	-3,792
2	72,58	4,285	18,359	0,098	-1,295	1,676	-5,548
3	90,00	4,500	20,248	0,155	-1,014	1,029	-4,565
4	102,30	4,628	21,418	0,213	-0,797	0,636	-3,690
5	127,75	4,850	23,523	0,270	-0,612	0,375	-2,971
6	130,00	4,868	23,693	0,328	-0,447	0,199	-2,174
7	143,00	4,963	24,630	0,385	-0,292	0,085	-1,450
8	160,75	5,080	25,805	0,443	-0,145	0,021	-0,734
9	196,25	5,279	27,872	0,5	0	0	0
10	204,00	5,318	28,282	0,557	0,145	0,021	0,769
11	217,10	5,380	28,948	0,615	0,292	0,085	1,572
12	310,25	5,737	32,918	0,672	0,447	0,199	2,562
13	312,25	5,744	32,991	0,730	0,612	0,375	3,518

14	332,00	5,805	33,700	0,787	0,797	0,636	4,628
15	346,80	5,849	34,208	0,845	1,014	1,029	5,934
16	387,5	5,960	35,518	0,902	1,295	1,676	7,716
17	600,58	6,398	40,933	0,960	1,748	3,056	11,184
		<b>86,81</b>	<b>457,75</b>	<b>8,5</b>	<b>0</b>	<b>14,16</b>	<b>12,96</b>

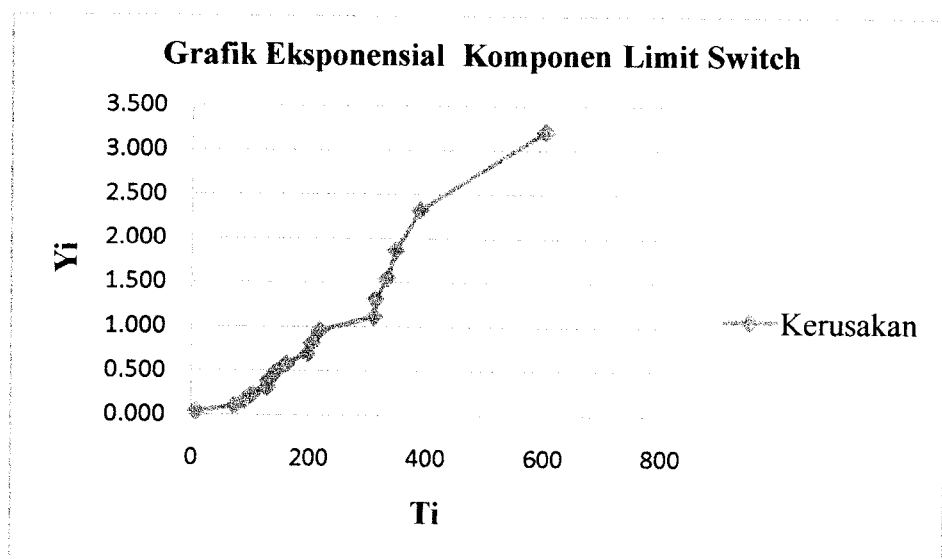
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{17(12,96) - (86,81)(0)}{\sqrt{[17(457,75) - (86,81)^2][17(14,16) - (0)^2]}} = 0,9058$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,948
Normal	0,957
<b>Exponensial</b>	<b>0,9797</b>
Log Normal	0,9058

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Exponensial yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,9797



Gambar Grafik Eksponensial

## B. Perhitungan MTTF

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \lambda = \frac{5558,38}{1165783,76} = 0,004768$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda} \quad \text{MTTF} = \frac{1}{0,004768} = 209,7 \text{ Jam}$$

## 2. Perhitungan Data TTR

### A. Index of fit

#### a. Distribusi Weibul

No	ti	Xi=ln ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	XiYi
1	0,4167	-0,875	0,766	0,038	-3,250	10,561	2,845
2	0,42	-0,875	0,766	0,092	-2,334	5,446	2,043
3	0,583	-0,540	0,291	0,147	-1,841	3,389	0,993
4	0,67	-0,400	0,160	0,201	-1,494	2,232	0,598
5	0,75	-0,288	0,083	0,255	-1,221	1,491	0,351
6	1,167	0,154	0,024	0,310	-0,992	0,985	-0,153
7	1,17	0,154	0,024	0,364	-0,792	0,628	-0,122
8	1,17	0,154	0,024	0,418	-0,612	0,375	-0,094
9	1,25	0,223	0,050	0,473	-0,446	0,199	-0,100
10	1,50	0,405	0,164	0,527	-0,289	0,084	-0,117
11	1,50	0,405	0,164	0,582	-0,138	0,019	-0,056
12	1,75	0,560	0,313	0,636	0,010	0,000	0,006
13	2,25	0,811	0,658	0,690	0,159	0,025	0,129
14	2,33	0,847	0,718	0,745	0,311	0,097	0,264
15	2,50	0,916	0,840	0,799	0,473	0,223	0,433
16	3,50	1,253	1,569	0,853	0,652	0,425	0,817
17	3,67	1,299	1,688	0,908	0,868	0,753	1,128
18	4,167	1,427	2,037	0,962	1,184	1,403	1,691
		<b>5,63</b>	<b>10,34</b>	<b>9</b>	<b>-9,75</b>	<b>28,33</b>	<b>10,65</b>

c. Distribusi Exponensial

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	0,4167	0,4167	0,174	0,038	0,039	0,002	0,016
2	0,42	0,41667	0,174	0,092	0,097	0,009	0,040
3	0,583	0,583	0,340	0,147	0,159	0,025	0,093
4	0,67	0,67	0,449	0,201	0,225	0,050	0,150
5	0,75	0,75	0,563	0,255	0,295	0,087	0,221
6	1,167	1,167	1,362	0,310	0,371	0,137	0,433
7	1,17	1,167	1,361	0,364	0,453	0,205	0,528
8	1,17	1,167	1,361	0,418	0,542	0,294	0,632
9	1,25	1,25	1,563	0,473	0,640	0,410	0,800
10	1,50	1,5	2,250	0,527	0,749	0,561	1,124
11	1,50	1,5	2,250	0,582	0,871	0,759	1,307
12	1,75	1,75	3,063	0,636	1,010	1,021	1,768
13	2,25	2,25	5,063	0,690	1,172	1,373	2,637
14	2,33	2,333	5,444	0,745	1,365	1,863	3,185
15	2,50	2,5	6,250	0,799	1,604	2,573	4,010
16	3,50	3,5	12,250	0,853	1,919	3,683	6,717
17	3,67	3,667	13,444	0,908	2,382	5,673	8,733
18	4,167	4,167	17,364	0,962	3,269	10,687	13,622
		<b>30,75</b>	<b>74,72</b>	<b>9</b>	<b>17,16</b>	<b>29,41</b>	<b>46,02</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n xi yi - (\sum_{i=1}^n xi)(\sum_{i=1}^n yi)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n yi^2 - (\sum_{i=1}^n yi)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{18(46,02) - (30,75)(17,16)}{\sqrt{18(74,72) - (30,75)^2} \sqrt{18(29,41) - (17,16)^2}} = 0,982$$

d. distribusi Log Normal

No	ti	Xi=ln ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	0,4167	-0,875	0,766	0,038	-1,774	3,147	1,553
2	0,42	-0,875	0,766	0,092	-1,326	1,759	1,161
3	0,583	-0,540	0,291	0,147	-1,051	1,104	0,567
4	0,67	-0,400	0,160	0,201	-0,838	0,702	0,335
5	0,75	-0,288	0,083	0,255	-0,657	0,432	0,189
6	1,167	0,154	0,024	0,310	-0,496	0,246	-0,077

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{18(10,65) - (5,63)(-9,75)}{\sqrt{[18(10,34) - (5,63)^2][18(28,33) - (-9,75)^2]}} = 0,974$$

b. Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	0,4167	0,4167	0,174	0,038	-1,774	3,147	-0,739
2	0,42	0,41667	0,174	0,092	-1,326	1,759	-0,553
3	0,583	0,583	0,340	0,147	-1,051	1,104	-0,612
4	0,67	0,67	0,449	0,201	-0,838	0,702	-0,561
5	0,75	0,75	0,563	0,255	-0,657	0,432	-0,493
6	1,167	1,167	1,362	0,310	-0,496	0,246	-0,579
7	1,17	1,167	1,361	0,364	-0,347	0,121	-0,405
8	1,17	1,167	1,361	0,418	-0,206	0,042	-0,240
9	1,25	1,25	1,563	0,473	-0,068	0,005	-0,085
10	1,50	1,5	2,250	0,527	0,068	0,005	0,102
11	1,50	1,5	2,250	0,582	0,206	0,042	0,309
12	1,75	1,75	3,063	0,636	0,347	0,121	0,608
13	2,25	2,25	5,063	0,690	0,496	0,246	1,117
14	2,33	2,333	5,444	0,745	0,657	0,432	1,534
15	2,50	2,5	6,250	0,799	0,838	0,702	2,094
16	3,50	3,5	12,250	0,853	1,051	1,104	3,677
17	3,67	3,667	13,444	0,908	1,326	1,759	4,863
18	4,167	4,167	17,364	0,962	1,774	3,147	7,392
		<b>30,75</b>	<b>74,72</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>15,11</b>	<b>17,43</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{18(17,43) - (30,75)(0)}{\sqrt{[18(74,72) - (30,75)^2][18(15,11) - (-0)^2]}} = 0,952$$



7	1,17	0,154	0,024	0,364	-0,347	0,121	-0,054
8	1,17	0,154	0,024	0,418	-0,206	0,042	-0,032
9	1,25	0,223	0,050	0,473	-0,068	0,005	-0,015
10	1,50	0,405	0,164	0,527	0,068	0,005	0,028
11	1,50	0,405	0,164	0,582	0,206	0,042	0,083
12	1,75	0,560	0,313	0,636	0,347	0,121	0,194
13	2,25	0,811	0,658	0,690	0,496	0,246	0,403
14	2,33	0,847	0,718	0,745	0,657	0,432	0,557
15	2,50	0,916	0,840	0,799	0,838	0,702	0,768
16	3,50	1,253	1,569	0,853	1,051	1,104	1,316
17	3,67	1,299	1,688	0,908	1,326	1,759	1,723
18	4,167	1,427	2,037	0,962	1,774	3,147	2,532
		<b>5,63</b>	<b>10,34</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>15,11</b>	<b>11,23</b>

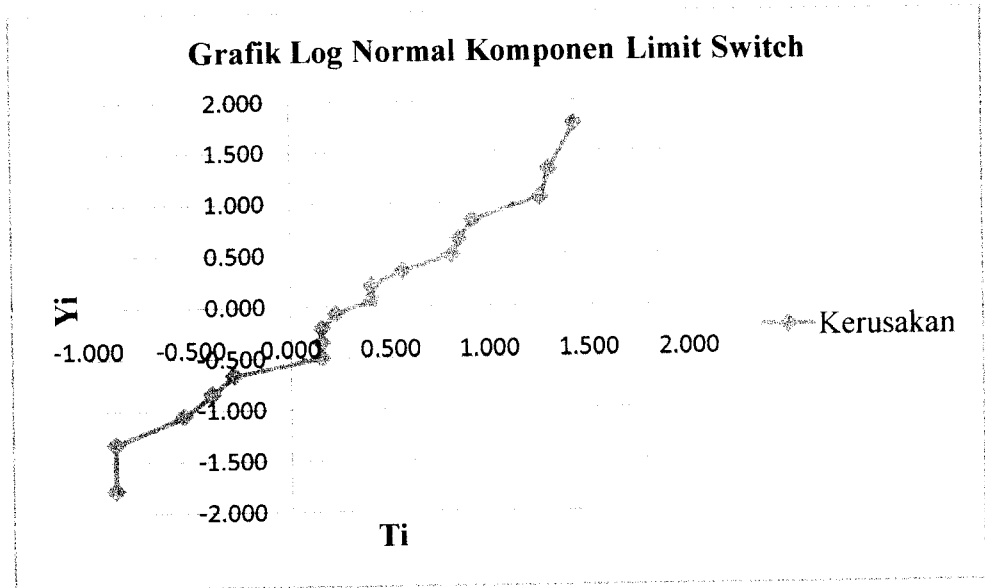
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{18(11,23) - (5,63)(0)}{\sqrt{[18(10,34) - (5,63)^2][18(15,11) - (0)^2]}} = 0,994$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,974
Normal	0,952
Exponensial	0,982
<b>Log Normal</b>	<b>0,994</b>

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Log Normal yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0.994.



Gambar Grafik Log Normal

### B. Perhitungan MTTR

Untuk dapat menghitung MTTF, maka perlu dihitung nilai dari dua parameter  $\theta$  dan  $\beta$ . Perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$S = \hat{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln(t_i - \hat{\mu}))^2}{n}}$$

$$S^2 = \frac{8,58}{18} = 0,477$$

$$t_{med} = e^{\hat{\mu}}$$

$$t_{med} = e^{0,313} = 1,37$$

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= t_{med} \exp^{\frac{s^2}{2}} \\ &= 1,37 \times 1,27 \\ &= 1,74 \text{ Jam} \end{aligned}$$

### C. Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan

komponen *Limit Switch* rata – rata waktu pemeriksaan adalah 60 Menit.

#### a. Perhitungan Perkiraan Jumlah Kerusakan (K)

Frekuensi kerusakan komponen = 18kali

Jangka Waktu kerusakan = 24 bulan

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Jangka Waktu kerusakan}} = \frac{18}{24} = 0,75$$

#### b. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Rata – Rata Waktu

Perbaikan  $\mu$

MTTR = 1,74 jam

Jam kerja per bulan (1 minggu = 5 hari kerja, 1 bulan = 4 minggu kerja, dan 1 hari = 8 jam kerja ).

Sehingga jam kerja per bulan = 5 x 4 x 8 = 160 jam / bulan

$$\mu = \frac{\text{Jam kerja perbulan}}{\text{MTTR}} = \frac{160}{1,74} = 91,95$$

#### c. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Waktu Rata-rata Pemeriksaan (1/i)

Waktu untuk melakukan pemeriksaan = 60 menit atau 1 jam

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan.

$$\text{Rata-rata waktu pemeriksaan} = \frac{1}{160} = 0,00625$$

$$i = \frac{1}{0,00625} = 160 \text{ jam}$$

#### d. Perhitungan Frekuensi (n) dan Interval Pemeriksaan ( 1/ n)

$$n = \sqrt{\frac{k i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,75 \times 160}{91,95}} = 1,14 \approx 1 \text{ pemeriksaan / bulan}$$

$$\text{Interval waktu pemeriksaan} = \frac{1}{n} \times \text{jam kerja per bulan}$$

$$= \frac{1}{1} \times 160 = 160 \text{ jam}$$

### III. Komponen Oring

Tabel hasil perhitungan TTR dan TTF Oring

NO	Tanggal kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu kerusakan	Jam perbaikan		TTR (JAM)	TTF (JAM)
					Mulai	Selesai		
1	22/01/2007	Kondisi mesin tidak kuat-oring	22/01/2007	13.45	14.00	14.45	0,75	-
2	20/02/2007	Oring putus-ganti Oring	20/02/2007	7.30	8.00	8.45	0,75	169,75
3	02/05/2007	Setting oring	02/05/2007	9.15	9.45	10.50	1,083	392,5
4	23/08/2007	Perbaiki oring	23/08/2007	11.45	13.10	14.15	1,083	648,92
5	24/08/2007	Olie bocor-Oring putus-ganti Oring	24/08/2007	13.20	14.15	14.35	0,33	7,083
6	17/09/2007	Kondisi mesin tidak jalan-oring	17/09/2007	8.10	8.40	12.00	3,33	122,59
7	14/01/2008	Olie bocor-Oring putus-ganti Oring	14/01/2008	11.45	13.00	14.15	1,25	632,75
8	20/02/2008	Kondisi mesin tidak kuat-ganti seal dan oring	20/02/2008	07.15	8.30	15.45	6,25	194,00
9	10/04/2008	Olie stoper bocor-Ganti seal dan oring	10/04/2008	08.00	08.35	09.45	1,17	257,25
10	28/05/2008	Olie bocor-Oring putus-ganti Oring	28/05/2008	13.45	14.20	16.00	1,67	243,00
11	30/06/2008	Oring putus-ganti Oring	30/06/2008	09.30	10.00	11.40	1,67	178,50
12	07/08/2008	Perbaiki oring	07/08/2008	07.10	7.30	8.30	1,00	211,50
13	17/09/2008	Kondisi mesin macet-ganti oring	17/09/2008	07.35	8.00	11.30	3,50	223,10
14	27/10/2008	Kondisi mesin tidak jalan-ganti seal dan oring	27/10/2008	07.10	7.30	11.00	3,50	163,70
15	13/11/2008	perbaiki Oring	13/11/2008	10.30	11.00	11.50	0,83	95,50

## 1. Perhitungan Data TTF

### A. Index of fit

#### a. Distribusi Weibul

No	ti	Xi=ln ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	XiYi
1	7,083	1,958	3,833	0,049	-2,999	8,995	-5,871
2	95,50	4,559	20,786	0,118	-2,074	4,303	-9,458
3	122,59	4,809	23,125	0,188	-1,572	2,471	-7,559
4	163,70	5,098	25,990	0,257	-1,214	1,474	-6,189
5	169,75	5,134	26,361	0,326	-0,929	0,862	-4,768
6	178,50	5,185	26,880	0,396	-0,685	0,470	-3,553
7	194,00	5,268	27,750	0,465	-0,468	0,219	-2,467
8	211,50	5,354	28,668	0,535	-0,268	0,072	-1,433
9	223,10	5,408	29,242	0,604	-0,076	0,006	-0,411
10	243,00	5,493	30,174	0,674	0,113	0,013	0,621
11	257,25	5,550	30,803	0,743	0,307	0,094	1,702
12	392,5	5,973	35,671	0,813	0,515	0,265	3,077
13	632,75	6,450	41,603	0,882	0,759	0,576	4,897
14	648,92	6,475	41,930	0,951	1,107	1,224	7,165
		<b>72,71</b>	<b>392,82</b>	<b>7</b>	<b>-7,49</b>	<b>21,04</b>	<b>-24,25</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{14(-24,25) - (72,71)(-7,49)}{\sqrt{[14(392,82) - (72,71)^2][14(21,04) - (-7,49)^2]}} = 0,912$$

#### b. Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	XiYi
1	7,083	7,083	50,169	0,049	-1,658	2,751	-11,747
2	95,50	95,5	9120,250	0,118	-1,185	1,404	-113,145
3	122,59	122,59	15028,308	0,188	-0,887	0,787	-108,755
4	163,70	163,7	26797,690	0,257	-0,653	0,426	-106,862

5	169,75	169,75	28815,063	0,326	-0,450	0,202	-76,372
6	178,50	178,5	31862,250	0,396	-0,264	0,070	-47,150
7	194,00	194	37636,000	0,465	-0,087	0,008	-16,906
8	211,50	211,5	44732,250	0,535	0,087	0,008	18,431
9	223,10	223,1	49773,610	0,604	0,264	0,070	58,931
10	243,00	243	59049,000	0,674	0,450	0,202	109,327
11	257,25	257,25	66177,563	0,743	0,653	0,426	167,931
12	392,5	392,5	154056,250	0,813	0,887	0,787	348,205
13	632,75	632,75	400372,563	0,882	1,185	1,404	749,659
14	648,92	648,92	421097,166	0,951	1,658	2,751	1076,216
		<b>3540,14</b>	<b>1344568,13</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>11,29</b>	<b>2047,76</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{14(2047,76) - (3540,14)(0)}{\sqrt{[14(1344568,113) - (3540,14)^2][14(11,29) - (0)^2]}} = 0,91$$

c. Distribusi Exponensial

No	Ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	7,083	7,083	50,169	0,049	0,050	0,002	0,353
2	95,50	95,5	9120,25	0,118	0,126	0,016	11,997
3	122,59	122,59	15028,308	0,188	0,208	0,043	25,455
4	163,70	163,7	26797,69	0,257	0,297	0,088	48,616
5	169,75	169,75	28815,063	0,326	0,395	0,156	67,069
6	178,50	178,5	31862,25	0,396	0,504	0,254	89,947
7	194,00	194	37636	0,465	0,626	0,392	121,446
8	211,50	211,5	44732,25	0,535	0,765	0,585	161,823
9	223,10	223,1	49773,61	0,604	0,927	0,859	206,761
10	243,00	243	59049	0,674	1,120	1,254	272,079
11	257,25	257,25	66177,563	0,743	1,359	1,847	349,576
12	392,5	392,5	154056,250	0,813	1,674	2,802	657,036
13	632,75	632,75	400372,563	0,882	2,137	4,565	1351,934
14	648,92	648,92	421097,166	0,951	3,024	9,144	1962,271
		<b>3540,14</b>	<b>1344568,13</b>	<b>7</b>	<b>13,21</b>	<b>22,01</b>	<b>5326,36</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{14(5326,36) - (3540,14)(13,21)}{\sqrt{[14(1344568,113) - (3540,14)^2][14(22,01) - (13,21)^2]}} = 0,96$$

d. distribusi Log Normal

No	ti	$X_i = \ln \frac{ti}{ti}$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	7,083	1,958	3,833	0,049	-1,658	2,751	-3,247
2	95,50	4,559	20,786	0,118	-1,185	1,404	-5,401
3	122,59	4,809	23,125	0,188	-0,887	0,787	-4,266
4	163,70	5,098	25,990	0,257	-0,653	0,426	-3,328
5	169,75	5,134	26,361	0,326	-0,450	0,202	-2,310
6	178,50	5,185	26,880	0,396	-0,264	0,070	-1,369
7	194,00	5,268	27,750	0,465	-0,087	0,008	-0,459
8	211,50	5,354	28,668	0,535	0,087	0,008	0,467
9	223,10	5,408	29,242	0,604	0,264	0,070	1,428
10	243,00	5,493	30,174	0,674	0,450	0,202	2,471
11	257,25	5,550	30,803	0,743	0,653	0,426	3,623
12	392,5	5,973	35,671	0,813	0,887	0,787	5,299
13	632,75	6,450	41,603	0,882	1,185	1,404	7,642
14	648,92	6,475	41,930	0,951	1,658	2,751	10,739
		<b>72,71</b>	<b>392,82</b>	<b>7</b>	<b>0</b>	<b>11,29</b>	<b>11,29</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

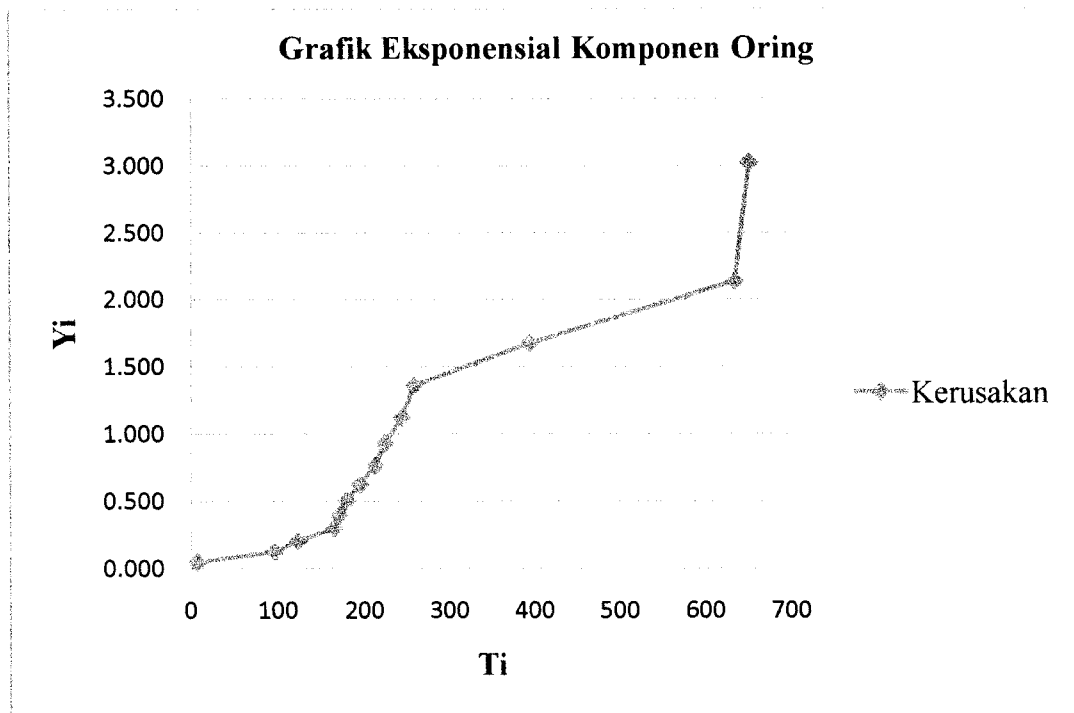
$$r = \frac{14(11,29) - (72,71)(0)}{\sqrt{[14(392,82) - (72,71)^2][14(11,29) - (0)^2]}} = 0,862$$



Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,912
Normal	0,91
<b>Exponensial</b>	<b>0,96</b>
Log Normal	0,862

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Exponensial yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0.96



Gambar Grafik Ekspensial

### B. Perhitungan MTTF

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

$$\lambda = \frac{5326,36}{1344568,13} = 0,003968$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

$$MTTF = \frac{1}{0,003968} = 252,44 \text{ Jam}$$

## 2. Perhitungan Data TTR

### A. Index of fit

#### a. Distribusi Weibul

No	ti	Xi=ln ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	0,33	-1,109	1,229	0,045	-3,068	9,412	3,401
2	0,75	-0,288	0,083	0,110	-2,146	4,605	0,617
3	0,75	-0,288	0,083	0,175	-1,646	2,710	0,474
4	0,83	-0,182	0,033	0,240	-1,292	1,669	0,236
5	1,00	0	0	0,305	-1,010	1,021	0
6	1,083	0,080	0,006	0,370	-0,772	0,595	-0,062
7	1,083	0,080	0,006	0,435	-0,560	0,314	-0,045
8	1,17	0,154	0,024	0,500	-0,367	0,134	-0,056
9	1,25	0,223	0,050	0,565	-0,184	0,034	-0,041
10	1,67	0,511	0,261	0,630	-0,006	0,000	-0,003
11	1,67	0,511	0,261	0,695	0,171	0,029	0,087
12	3,33	1,203	1,447	0,760	0,355	0,126	0,427
13	3,50	1,253	1,569	0,825	0,555	0,307	0,695
14	3,50	1,253	1,569	0,890	0,790	0,624	0,990
15	6,25	1,833	3,358	0,955	1,129	1,274	2,068
		<b>5,23</b>	<b>9,98</b>	<b>7,5</b>	<b>-8,05</b>	<b>22,85</b>	<b>8,79</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{15(8,79) - (5,23)(-8,05)}{\sqrt{[15(9,98) - (5,23)^2][15(22,85) - (-8,05)^2]}} = 0,94$$

#### b. Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	0,33	0,33	0,109	0,045	-1,691	2,858	-0,558
2	0,75	0,75	0,563	0,110	-1,224	1,499	-0,918
3	0,75	0,75	0,563	0,175	-0,933	0,871	-0,7
4	0,83	0,833	0,694	0,240	-0,705	0,498	-0,588

5	1,00	1	1	0,305	-0,510	0,260	-0,510
6	1,083	1,083	1,17289	0,370	-0,332	0,110	-0,359
7	1,083	1,083	1,17289	0,435	-0,163	0,027	-0,177
8	1,17	1,167	1,361	0,50	0	0	0
9	1,25	1,250	1,563	0,565	0,163	0,027	0,204
10	1,67	1,667	2,778	0,630	0,332	0,110	0,553
11	1,67	1,667	2,778	0,695	0,510	0,260	0,849
12	3,33	3,33	11,089	0,760	0,705	0,498	2,349
13	3,50	3,5	12,250	0,825	0,933	0,871	3,267
14	3,50	3,5	12,250	0,890	1,224	1,499	4,286
15	6,25	6,25	39,063	0,955	1,691	2,858	10,566
		<b>28,16</b>	<b>88,40</b>	<b>7,5</b>	<b>0</b>	<b>12,25</b>	<b>18,26</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{15(18,26) - (28,16)(0)}{\sqrt{[15(88,4) - (28,16)^2][15(12,25) - (0)^2]}} = 0,88$$

c. Distribusi Exponensial

No	ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	XiYi
1	0,33	0,33	0,109	0,045	0,047	0,002	0,015
2	0,75	0,75	0,563	0,110	0,117	0,014	0,088
3	0,75	0,75	0,563	0,175	0,193	0,037	0,145
4	0,83	0,833	0,694	0,240	0,275	0,076	0,229
5	1,00	1	1	0,305	0,364	0,133	0,364
6	1,083	1,083	1,173	0,370	0,462	0,214	0,501
7	1,083	1,083	1,173	0,435	0,571	0,326	0,618
8	1,17	1,167	1,361	0,5	0,693	0,480	0,809
9	1,25	1,25	1,563	0,565	0,832	0,693	1,040
10	1,67	1,667	2,778	0,630	0,994	0,988	1,657
11	1,67	1,667	2,778	0,695	1,187	1,409	1,978
12	3,33	3,33	11,089	0,760	1,426	2,034	4,749
13	3,50	3,5	12,25	0,825	1,741	3,031	6,094
14	3,50	3,5	12,25	0,890	2,204	4,856	7,713
15	6,25	6,25	39,063	0,955	3,091	9,555	19,319
		<b>28,16</b>	<b>88,40</b>	<b>7,5</b>	<b>14,20</b>	<b>23,85</b>	<b>45,32</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{15(45,32) - (28,16)(14,2)}{\sqrt{[15(88,4) - (28,16)^2][15(23,84) - (14,2)^2]}} = 0,975$$

d. distribusi Log Normal

No	ti	Xi= ln ti	Xi <sup>2</sup>	F(ti)	Yi	Yi <sup>2</sup>	XiYi
1	0,33	-1,109	1,229	0,045	-1,691	2,858	1,874
2	0,75	-0,288	0,083	0,110	-1,224	1,499	0,352
3	0,75	-0,288	0,083	0,175	-0,933	0,871	0,269
4	0,83	-0,182	0,033	0,240	-0,705	0,498	0,129
5	1,00	0	0	0,305	-0,510	0,260	0
6	1,083	0,080	0,006	0,370	-0,332	0,110	-0,026
7	1,083	0,080	0,006	0,435	-0,163	0,027	-0,013
8	1,17	0,154	0,024	0,5	0	0	0
9	1,25	0,223	0,050	0,565	0,163	0,027	0,036
10	1,67	0,511	0,261	0,630	0,332	0,110	0,169
11	1,67	0,511	0,261	0,695	0,510	0,260	0,260
12	3,33	1,203	1,447	0,760	0,705	0,498	0,849
13	3,50	1,253	1,569	0,825	0,933	0,871	1,169
14	3,50	1,253	1,569	0,890	1,224	1,499	1,534
15	6,25	1,833	3,358	0,955	1,691	2,858	3,098
		<b>5,23</b>	<b>9,98</b>	<b>7,5</b>	<b>0</b>	<b>12,25</b>	<b>9,70</b>

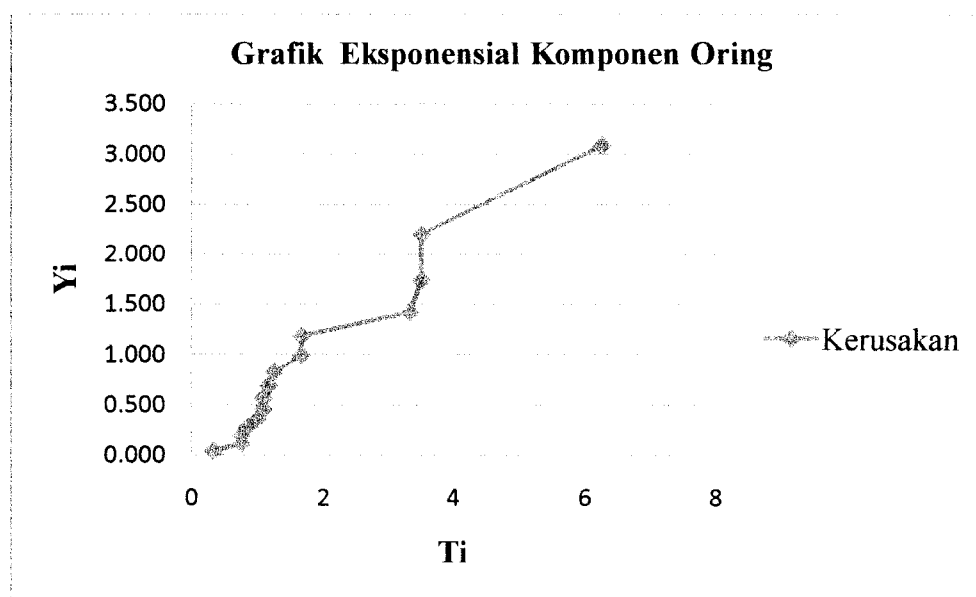
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{15(9,7) - (5,23)(0)}{\sqrt{[15(9,98) - (5,23)^2][15(12,25) - (0)^2]}} = 0,970$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,94
Normal	0,88
<b>Exponensial</b>	<b>0,975</b>
Log Normal	0,970

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Exponensial yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0.975.



Gambar Grafik Ekspensial

## B. Perhitungan MTTR

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \lambda = \frac{45,32}{88,4} = 0,513$$

$$MTTR = \frac{1}{\lambda} \quad MTTR = \frac{1}{0,513} = 1,951 \text{ Jam}$$

### C. Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan

komponen Oring rata – rata waktu pemeriksaan adalah 30 Menit.

#### a. Perhitungan Perkiraan Jumlah Kerusakan (K)

Frekuensi kerusakan komponen = 15 kali

Jangka Waktu kerusakan = 24 bulan

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Jangka Waktu kerusakan}} = \frac{15}{24} = 0,625$$

#### b. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Rata – Rata Waktu

Perbaikan  $\mu$

MTTR = 1,951 jam

Jam kerja per bulan (1 minggu = 5 hari kerja, 1 bulan = 4 minggu kerja, dan 1 hari = 8 jam kerja ).

Sehingga jam kerja per bulan = 5 x 4 x 8 = 160 jam / bulan

$$\mu = \frac{\text{Jam kerja perbulan}}{\text{MTTR}} = \frac{160}{1,951} = 82,01$$

#### c. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Waktu Rata-rata

Pemeriksaan (1/i )

Waktu untuk melakukan pemeriksaian = 30 menit atau 0,5 jam

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan

$$\text{Rata-rata waktu pemeriksaan} = \frac{0,5}{160} = 0,003125$$

$$i = \frac{1}{0,003125} = 320 \text{ jam}$$

**d. Interval Pemeriksaan ( 1/ n)**

$$n = \sqrt{\frac{k i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,625 \times 320}{82,01}} = 1,562 \approx 1 \text{ pemeriksaan / bulan}$$

$$\text{Interval waktu pemeriksaan} = \frac{1}{n} \times \text{jam kerja per bulan}$$

$$= \frac{1}{1} \times 160 = 160 \text{ jam}$$

#### IV. Komponen Roller

Tabel hasil perhitungan TTR dan TTF Roller

NO	Tanggal kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu kerusakan	Jam perbaikan		TTR (JAM)	TTF (JAM)
					Mulai	Selesai		
1	02/02/2007	perbaiki Roller	02/02/2007	9.25	9.40	11.00	1,33	-
2	15/02/2007	Memperbaiki Roller-kesikuan tidak stabil	15/02/2007	13.10	13.25	14.30	1,083	73,17
3	01/03/2007	Memperbaiki Roller-meja geser macet	01/03/2007	10.35	11.00	12.00	1	77,08
4	21/05/2007	Meja tidak siku-roller	21/05/2007	15.00	15.15	16.00	0,75	434
5	07/06/2007	Perbaiki roller	07/06/2007	13.20	14.00	15.20	1,3	93,3
6	09/10/2007	Perbaiki roller	09/10/2007	15.10	15.20	16.00	0,67	688,6
7	18/10/2007	Perbaiki roller	18/10/2007	9.00	10.00	10.30	0,5	50
8	19/12/2007	setting roller	19/12/2007	7.50	8.30	9.30	1	249,3
9	19/02/2008	Meja geser Rusak - ganti Roller	19/02/2008	08.00	8.20	9.30	1,17	286,50
10	29/02/2008	perbaiki Roller	29/02/2008	08.00	8.40	9.20	0,67	143,20
11	24/04/2008	Memperbaiki Roller-meja geser macet	24/04/2008	10.00	10.35	11.45	1,17	286,70
12	09/05/2008	perbaiki Roller	09/05/2008	09.40	10.15	11.20	1,08	69,95
13	18/06/2008	Meja tidak siku-setting roller	18/06/2008	10.00	10.45	11.35	0,83	206,70
14	10/07/2008	Memperbaiki Roller-kesikuan tidak stabil	10/07/2008	07.10	7.30	9.15	1,75	123,56
15	11/09/2008	Perbaiki roller	11/09/2008	11.45	13.00	15.15	2,25	346,50
16	24/10/2008	Perbaiki roller	24/10/2008	10.35	11.00	11.50	0,83	188,30
17	23/12/2008	perbaiki Roller	23/12/2008	10.00	10.15	11.00	0,75	318,20



## 1. Perhitungan Data TTF

### A. Index of fit

#### a. Distribusi Weibul

No	ti	$X_i = \ln t_i$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	50	3,912	15,304	0,043	-3,132	9,811	-12,253
2	69,95	4,248	18,044	0,104	-2,212	4,895	-9,398
3	73,17	4,293	18,428	0,165	-1,715	2,943	-7,364
4	77,08	4,345	18,878	0,226	-1,364	1,860	-5,926
5	93,3	4,536	20,574	0,287	-1,086	1,179	-4,924
6	123,56	4,817	23,201	0,348	-0,851	0,724	-4,098
7	143,20	4,964	24,644	0,409	-0,644	0,415	-3,197
8	188,30	5,238	27,437	0,470	-0,456	0,208	-2,387
9	206,70	5,331	28,422	0,530	-0,280	0,078	-1,491
10	249,3	5,519	30,456	0,591	-0,111	0,012	-0,611
11	286,50	5,658	32,010	0,652	0,055	0,003	0,313
12	286,70	5,658	32,018	0,713	0,223	0,050	1,261
13	318,20	5,763	33,208	0,774	0,398	0,158	2,294
14	346,50	5,848	34,198	0,835	0,590	0,348	3,450
15	434	6,073	36,882	0,896	0,818	0,670	4,970
16	688,6	6,535	42,702	0,957	1,149	1,319	7,506
		<b>82,74</b>	<b>436,40</b>	<b>8</b>	<b>-8,62</b>	<b>24,67</b>	<b>-31,86</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right) \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{16(-31,86) - (82,74)(-8,62)}{\sqrt{[16(436,4) - (82,74)^2][16(24,67) - (-8,62)^2]}} = 0,973$$

b. Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	50	50	2500	0,043	-1,720	2,960	-86,018
2	69,95	69,95	4893,0025	0,104	-1,261	1,590	-88,205
3	73,17	73,17	5353,849	0,165	-0,976	0,952	-71,384
4	77,08	77,08	5941,326	0,226	-0,753	0,568	-58,071
5	93,3	93,3	8704,890	0,287	-0,563	0,317	-52,564
6	123,56	123,56	15267,074	0,348	-0,392	0,154	-48,425
7	143,20	143,2	20506,240	0,409	-0,231	0,054	-33,124
8	188,30	188,3	35456,890	0,470	-0,076	0,006	-14,404
9	206,70	206,7	42724,890	0,530	0,076	0,006	15,812
10	249,3	249,3	62150,490	0,591	0,231	0,054	57,666
11	286,50	286,5	82082,250	0,652	0,392	0,154	112,283
12	286,70	286,7	82196,890	0,713	0,563	0,317	161,523
13	318,20	318,2	101251,240	0,774	0,753	0,568	239,727
14	346,50	346,5	120062,250	0,835	0,976	0,952	338,042
15	434	434	188356,000	0,896	1,261	1,590	547,264
16	688,6	688,6	474169,960	0,957	1,720	2,960	1184,644
		<b>3635,06</b>	<b>1251617,24</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>13,20</b>	<b>2204,77</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{16(2204,77) - (3635,06)(0)}{\sqrt{[16(1251617,24) - (3635,06)^2][16(13,2) - (0)^2]}} = 0,93$$

c. Distribusi Exponensial

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	50	50	2500	0,043	0,044	0,002	2,181
2	69,95	69,95	4893,0025	0,104	0,109	0,012	7,655
3	73,17	73,17	5353,849	0,165	0,180	0,032	13,162
4	77,08	77,08	5941,326	0,226	0,256	0,065	19,708
5	93,3	93,3	8704,890	0,287	0,338	0,114	31,507
6	123,56	123,56	15267,074	0,348	0,427	0,182	52,765

7	143,20	143,2	20506,240	0,409	0,525	0,276	75,202
8	188,30	188,3	35456,890	0,470	0,634	0,402	119,374
9	206,70	206,7	42724,890	0,530	0,756	0,572	156,278
10	249,3	249,3	62150,490	0,591	0,895	0,801	223,167
11	286,50	286,5	82082,250	0,652	1,057	1,117	302,778
12	286,70	286,7	82196,890	0,713	1,250	1,562	358,294
13	318,20	318,2	101251,240	0,774	1,489	2,217	473,783
14	346,50	346,5	120062,250	0,835	1,804	3,255	625,096
15	434	434	188356,000	0,896	2,267	5,138	983,727
16	688,6	688,6	474169,960	0,957	3,154	9,947	2171,814
		<b>3635,06</b>	<b>1251617,24</b>	<b>8</b>	<b>15,18</b>	<b>25,69</b>	<b>5616,49</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{16(5616,44) - (3635,06)(15,18)}{\sqrt{[16(1251617,24) - (3635,06)^2][16(25,69) - (15,18)^2]}} = 0,988786$$

d. distribusi Log Normal

No	ti	$X_i = \ln t_i$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	50	3,912	15,304	0,043	-1,720	2,960	-6,730
2	69,95	4,248	18,044	0,104	-1,261	1,590	-5,356
3	73,17	4,293	18,428	0,165	-0,976	0,952	-4,188
4	77,08	4,345	18,878	0,226	-0,753	0,568	-3,273
5	93,3	4,536	20,574	0,287	-0,563	0,317	-2,555
6	123,56	4,817	23,201	0,348	-0,392	0,154	-1,888
7	143,20	4,964	24,644	0,409	-0,231	0,054	-1,148
8	188,30	5,238	27,437	0,470	-0,076	0,006	-0,401
9	206,70	5,331	28,422	0,530	0,076	0,006	0,408
10	249,3	5,519	30,456	0,591	0,231	0,054	1,277
11	286,50	5,658	32,010	0,652	0,392	0,154	2,217
12	286,70	5,658	32,018	0,713	0,563	0,317	3,188
13	318,20	5,763	33,208	0,774	0,753	0,568	4,342
14	346,50	5,848	34,198	0,835	0,976	0,952	5,705
15	434	6,073	36,882	0,896	1,261	1,590	7,658
16	688,6	6,535	42,702	0,957	1,720	2,960	11,242
		<b>82,74</b>	<b>436,40</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>13,20</b>	<b>10,50</b>

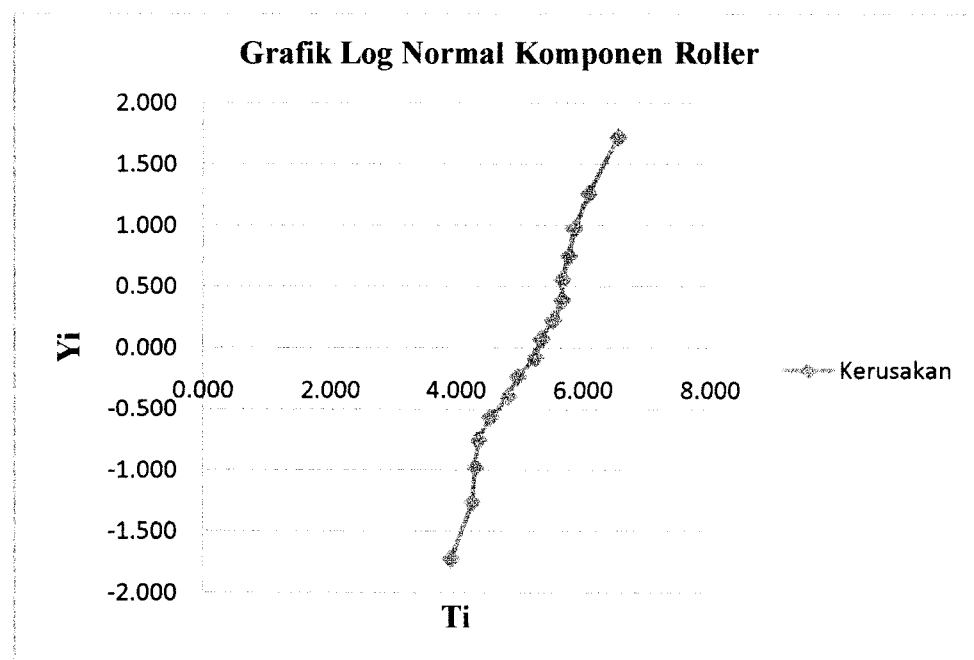
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{16(10,5) - (82,74)(0)}{\sqrt{[16(436,4) - (82,74)^2][16(13,2) - (0)^2]}} = 0,9895$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,973
Normal	0,93
Exponensial	0,988786
<b>Log Normal</b>	<b>0,9895</b>

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Log Normal yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0.9895



Gambar Grafik Log Normal

## B. Perhitungan MTTF

$$S = \hat{S} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln(ti - \hat{\mu}))^2}{n}}$$

$$S^2 = \frac{8,57}{16} = 0,54$$

$$t_{med} = e^{\hat{\mu}}$$

$$t_{med} = e^{5,171} = 176,1$$

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= t_{med} \exp^{\frac{S^2}{2}} \\ &= 176,1 \times 1,31 \\ &= 230,69 \text{ Jam} \end{aligned}$$

## 2. Perhitungan Data TTR

### A. Index of fit

#### a. Distribusi Weibul

No	ti	$X_i = \ln \frac{ti}{ti}$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	0,5	-0,693	0,480	0,040	-3,193	10,193	2,213
2	0,67	-0,405	0,164	0,098	-2,275	5,175	0,922
3	0,67	-0,400	0,160	0,155	-1,780	3,169	0,713
4	0,75	-0,288	0,083	0,213	-1,431	2,048	0,412
5	0,75	-0,288	0,083	0,270	-1,156	1,335	0,332
6	0,83	-0,182	0,033	0,328	-0,924	0,854	0,168
7	0,83	-0,182	0,033	0,385	-0,721	0,520	0,131
8	1	0	0	0,443	-0,537	0,289	0
9	1	0	0	0,5	-0,367	0,134	0
10	1,08	0,080	0,006	0,557	-0,204	0,042	-0,016
11	1,083	0,080	0,006	0,615	-0,047	0,002	-0,004
12	1,3	0,262	0,069	0,672	0,110	0,012	0,029
13	1,33	0,285	0,081	0,730	0,269	0,072	0,077
14	1,17	0,154	0,024	0,787	0,437	0,191	0,067
15	1,17	0,154	0,024	0,845	0,622	0,387	0,096
16	1,75	0,560	0,313	0,902	0,844	0,712	0,472
17	2,25	0,811	0,658	0,960	1,167	1,362	0,947
		<b>-0,05</b>	<b>2,22</b>	<b>8,5</b>	<b>-9,18</b>	<b>26,50</b>	<b>6,56</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{17(6,56) - (-0,05)(-9,18)}{\sqrt{[17(2,22) - (-0,05)^2][17(26,5) - (-9,18)^2]}} = 0,945$$

b. Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	0,5	0,5	0,25	0,040	-1,748	3,056	-0,874
2	0,67	0,667	0,444	0,098	-1,295	1,676	-0,863
3	0,67	0,670	0,449	0,155	-1,014	1,029	-0,680
4	0,75	0,750	0,563	0,213	-0,797	0,636	-0,598
5	0,75	0,750	0,563	0,270	-0,612	0,375	-0,459
6	0,83	0,833	0,694	0,328	-0,447	0,199	-0,372
7	0,83	0,833	0,694	0,385	-0,292	0,085	-0,244
8	1	1	1	0,443	-0,145	0,021	-0,145
9	1	1	1	0,5	0	0	0
10	1,08	1,083	1,174	0,557	0,145	0,021	0,157
11	1,083	1,083	1,173	0,615	0,292	0,085	0,316
12	1,3	1,300	1,690	0,672	0,447	0,199	0,581
13	1,33	1,330	1,769	0,730	0,612	0,375	0,815
14	1,17	1,167	1,361	0,787	0,797	0,636	0,930
15	1,17	1,167	1,361	0,845	1,014	1,029	1,184
16	1,75	1,75	3,063	0,902	1,295	1,676	2,266
17	2,25	2,25	5,063	0,960	1,748	3,056	3,933
		<b>18,13</b>	<b>22,31</b>	<b>8,5</b>	<b>0</b>	<b>14,16</b>	<b>5,95</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{17(5,95) - (18,13)(0)}{\sqrt{[17(22,31) - (18,13)^2][17(14,16) - (0)^2]}} = 0,92$$

c. Distribusi Eksponensial

No	ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	XiYi
1	0,5	0,5	0,25	0,040	0,041	0,002	0,021
2	0,67	0,667	0,444	0,098	0,103	0,011	0,069
3	0,67	0,670	0,449	0,155	0,169	0,028	0,113
4	0,75	0,750	0,563	0,213	0,239	0,057	0,179
5	0,75	0,750	0,563	0,270	0,315	0,099	0,236
6	0,83	0,833	0,694	0,328	0,397	0,158	0,331
7	0,83	0,833	0,694	0,385	0,486	0,236	0,405
8	1	1	1	0,443	0,584	0,341	0,584
9	1	1	1	0,5	0,693	0,480	0,693
10	1,08	1,083	1,174	0,557	0,815	0,665	0,883
11	1,083	1,083	1,173	0,615	0,954	0,911	1,034
12	1,3	1,3	1,69	0,672	1,116	1,245	1,451
13	1,33	1,33	1,769	0,730	1,309	1,713	1,741
14	1,17	1,167	1,361	0,787	1,548	2,397	1,806
15	1,17	1,167	1,361	0,845	1,863	3,472	2,174
16	1,75	1,750	3,063	0,902	2,326	5,410	4,070
17	2,25	2,25	5,063	0,960	3,213	10,324	7,230
		<b>18,13</b>	<b>22,31</b>	<b>8,5</b>	<b>16,17</b>	<b>27,55</b>	<b>23,02</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{17(23,02) - (18,13)(16,17)}{\sqrt{[17(22,31) - (18,13)^2][17(27,55) - (16,17)^2]}} = 0,9671$$

d. Distribusi Log Normal

No	ti	$Xi = \ln ti$	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	$XiYi$
1	0,5	-0,693	0,480	0,040	-1,748	3,056	1,212
2	0,67	-0,405	0,164	0,098	-1,295	1,676	0,525
3	0,67	-0,400	0,160	0,155	-1,014	1,029	0,406
4	0,75	-0,288	0,083	0,213	-0,797	0,636	0,229
5	0,75	-0,288	0,083	0,270	-0,612	0,375	0,176
6	0,83	-0,182	0,033	0,328	-0,447	0,199	0,081
7	0,83	-0,182	0,033	0,385	-0,292	0,085	0,053
8	1	0	0	0,443	0	0,021	0
9	1	0	0	0,5	0	0	0
10	1,08	0,080	0,006	0,557	0,145	0,021	0,012
11	1,083	0,080	0,006	0,615	0,292	0,085	0,023
12	1,3	0,262	0,069	0,672	0,447	0,199	0,117
13	1,33	0,285	0,081	0,730	0,612	0,375	0,175
14	1,17	0,154	0,024	0,787	0,797	0,636	0,123
15	1,17	0,154	0,024	0,845	1,014	1,029	0,156
16	1,75	0,560	0,313	0,902	1,295	1,676	0,725
17	2,25	0,811	0,658	0,960	1,748	3,056	1,418
		<b>-0,05</b>	<b>2,22</b>	<b>8,5</b>	<b>0</b>	<b>14,16</b>	<b>5,43</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n xi yi - (\sum_{i=1}^n xi)(\sum_{i=1}^n yi)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n yi^2 - (\sum_{i=1}^n yi)^2 \right]}}$$

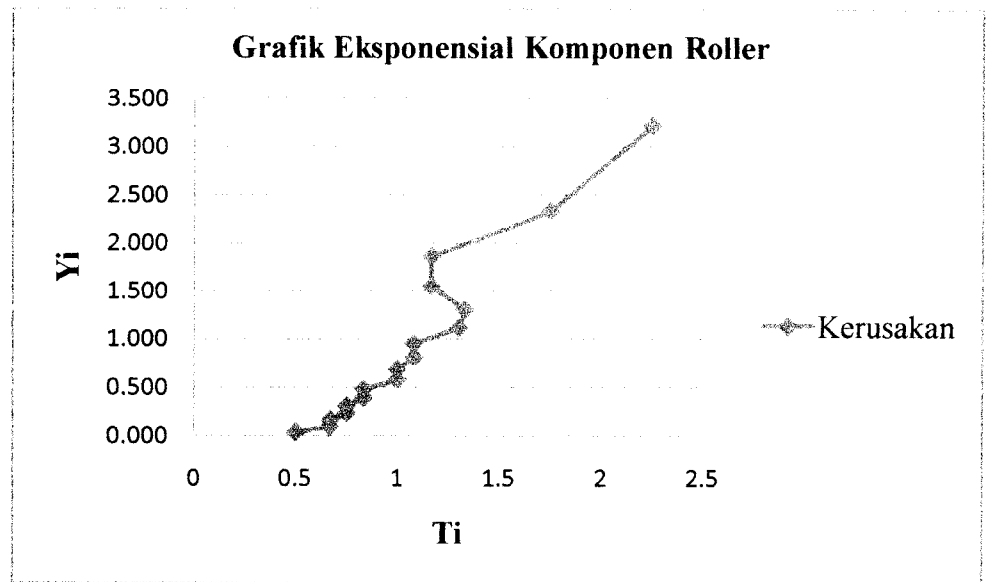
$$r = \frac{17(5,43) - (-0,05)(0)}{\sqrt{[17(2,22) - (-0,05)^2][17(14,16) - (0)^2]}} = 0,962$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,945
Normal	0,92
<b>Exponensial</b>	<b>0,967</b>
Log Normal	0,962



Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Exponensial yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,967.



Gambar Grafik Eksponensial

### B. Perhitungan MTTR

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \lambda = \frac{23,02}{22,31} = 1,032$$

$$MTTR = \frac{1}{\lambda} \quad MTTR = \frac{1}{1,032} = 0,9692 \text{ Jam}$$

### C. Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan

Komponen *Roller* rata – rata waktu pemeriksaan adalah 60 Menit.

#### a. Perhitungan Perkiraan Jumlah Kerusakan (K)

Frekuensi kerusakan komponen = 17 kali

Jangka Waktu kerusakan = 24 bulan

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Jangka Waktu kerusakan}} = \frac{17}{24} = 0,71$$

**b. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Rata – Rata Waktu**

**Perbaikan  $\mu$**

$$\text{MTTR} = 0,9692 \text{ jam}$$

Jam kerja per bulan (1 minggu = 5 hari kerja, 1 bulan = 4 minggu kerja, dan 1 hari = 8 jam kerja ).

$$\text{Sehingga jam kerja per bulan} = 5 \times 4 \times 8 = 160 \text{ jam / bulan}$$

$$\mu = \frac{\text{Jam kerja perbulan}}{\text{MTTR}} = \frac{160}{0,9692} = 165,09$$

**c. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Waktu Rata-rata Pemeriksaan**

**(1/i)**

Waktu untuk melakukan pemeriksaan = 60 menit atau 1 jam

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan

$$\text{Rata-rata waktu pemeriksaan} = \frac{1}{160} = 0,00625$$

$$i = \frac{1}{0,00625} = 160 \text{ jam}$$

**d. Perhitungan Frekuensi (n) dan Interval Pemeriksaan ( 1/ n)**

$$n = \sqrt{\frac{k i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,71 \times 160}{165,09}} = 0,83$$

Interval waktu pemeriksaan =  $\frac{1}{n} \times$  jam kerja per bulan

$$= \frac{1}{0,83} \times 160 = 195,12 \text{ jam}$$

## V. Komponen Hyd Pump

Tabel hasil perhitungan TTR dan TTF Hyd Pump

NO	Tanggal kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu kerusakan	Jam perbaikan		TTR (JAM)	TTF (JAM)
					Mulai	Selesai		
1	23/05/2007	Perbaiki Hyd Pump	23/05/2007	7.15	7.30	8.00	0,5	-
2	11/06/2007	Handle konslet-ganti Hyd Pump	11/06/2007	07.35	8.10	9.10	1	95,583
3	15/11/2007	Setting Hyd Pump	15/11/2007	8.50	9.00	10.10	1,167	895,66
4	14/12/2007	Memperbaiki Hyd Pump	14/12/2007	8.30	9.00	9.35	0,583	86,33
5	3/1/20008	Handle mesin konslet-ganti Hyd Pump	3/1/20008	07.45	8.15	10.00	1,75	78,167
6	02/04/2008	Perbaiki Hyd Pump	02/04/2008	08.00	8.20	9.50	1,50	294,00
7	21/08/2008	Perbaiki Hyd Pump	21/08/2008	09.25	9.40	11.45	2,08	527,59
8	20/10/2008	Setting Hyd Pump	20/10/2008	08.00	8.35	9.45	1,17	276,25
9	28/11/2008	Memperbaiki Hyd Pump	28/11/2008	13.50	14.15	15.15	1,00	235,05

## 1. Perhitungan Data TTF

### A. Index of fit

#### a. Distribusi Weibul

No	ti	$X_i = \ln t_i$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	78,167	4,359	19,000	0,083	-2,442	5,962	-10,643
2	86,33	4,458	19,875	0,202	-1,487	2,210	-6,628
3	95,583	4,560	20,794	0,321	-0,947	0,897	-4,320
4	235,05	5,460	29,809	0,440	-0,544	0,295	-2,968
5	276,25	5,621	31,599	0,560	-0,199	0,039	-1,116
6	294,00	5,684	32,303	0,679	0,127	0,016	0,720
7	527,59	6,268	39,292	0,798	0,469	0,219	2,937
8	895,66	6,798	46,207	0,917	0,910	0,829	6,187
		<b>43,21</b>	<b>238,88</b>	<b>4</b>	<b>-4,11</b>	<b>10,47</b>	<b>-15,83</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{8(-15,83) - (43,21)(-4,11)}{\sqrt{[8(238,88) - (43,21)^2][8(10,47) - (-4,11)^2]}} = 0,94$$

#### b. Distribusi Normal

No	ti	$X_i = t_i$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	78,167	78,167	6110,080	0,083	-1,383	1,913	-108,105
2	86,33	86,33	7452,869	0,202	-0,833	0,694	-71,926
3	95,583	95,583	9136,110	0,321	-0,464	0,215	-44,323
4	235,05	235,05	55248,503	0,440	-0,150	0,022	-35,202
5	276,25	276,25	76314,063	0,560	0,150	0,022	41,372
6	294,00	294	86436	0,679	0,464	0,215	136,330
7	527,59	527,59	278351,208	0,798	0,833	0,694	439,560
8	895,66	895,66	802206,836	0,917	1,383	1,913	1238,693
		<b>2488,63</b>	<b>1321255,67</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>5,69</b>	<b>1596,40</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{8(1596,4) - (2488,63)(0)}{\sqrt{[8(1321255,67) - (2488,63)^2][8(5,69) - (0)^2]}} = 0,91$$

c. Distribusi Exponensial

No	ti	Xi= ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	XiYi
1	78,167	78,167	6110,080	0,083	0,087	0,008	6,801
2	86,33	86,33	7452,869	0,202	0,226	0,051	19,521
3	95,583	95,583	9136,110	0,321	0,388	0,150	37,064
4	235,05	235,05	55248,503	0,440	0,581	0,337	136,486
5	276,25	276,25	76314,063	0,560	0,820	0,672	226,497
6	294,00	294	86436	0,679	1,135	1,288	333,684
7	527,59	527,59	278351,208	0,798	1,598	2,552	842,880
8	895,66	895,66	802206,836	0,917	2,485	6,175	2225,631
		<b>2488,63</b>	<b>1321255,667</b>	<b>4</b>	<b>7,32</b>	<b>11,23</b>	<b>3828,57</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{8(3828,57) - (2488,63)(7,32)}{\sqrt{[8(1321255) - (2488,63)^2][8(11,23) - (7,32)^2]}} = 0,9853$$

d. distribusi Log Normal

No	ti	Xi= ln ti	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	XiYi
1	78,167	4,359	19,000	0,083	-1,383	1,913	-6,028
2	86,33	4,458	19,875	0,202	-0,833	0,694	-3,714
3	95,583	4,560	20,794	0,321	-0,464	0,215	-2,115
4	235,05	5,460	29,809	0,440	-0,150	0,022	-0,818

5	276,25	5,621	31,599	0,560	0,150	0,022	0,842
6	294,00	5,684	32,303	0,679	0,464	0,215	2,636
7	527,59	6,268	39,292	0,798	0,833	0,694	5,222
8	895,66	6,798	46,207	0,917	1,383	1,913	9,401
		<b>43,21</b>	<b>238,88</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>5,69</b>	<b>5,43</b>

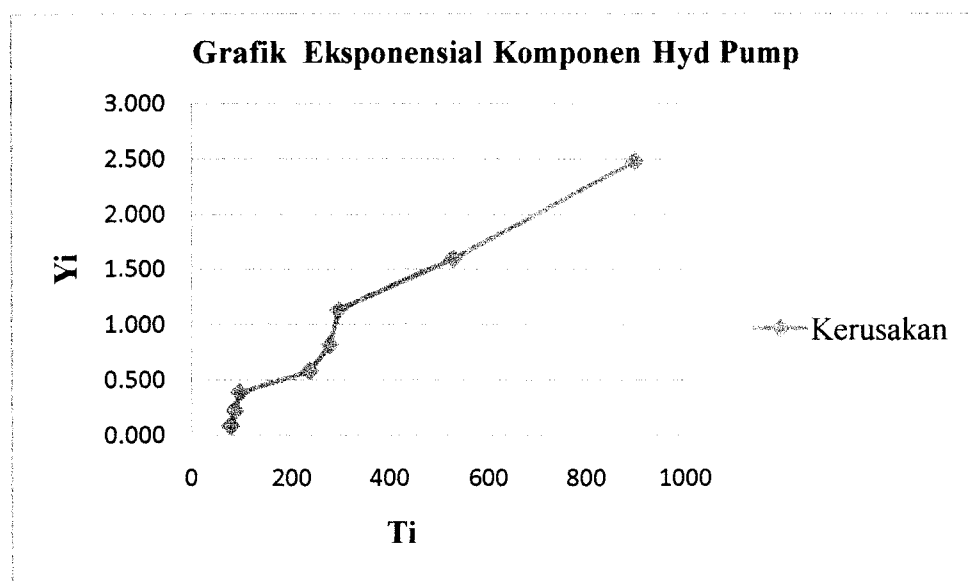
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{8(5,43) - (43,21)(0)}{\sqrt{[8(238,88) - (43,21)^2][8(5,69) - (0)^2]}} = 0,97$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,94
Normal	0,91
<b>Exponensial</b>	<b>0,9853</b>
Log Normal	0,97

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Exponensial yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,9853



Gambar Grafik Ekspensial

## B. Perhitungan MTTF

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \lambda = \frac{3828,57}{1321255,67} = 0,0029$$

$$\text{MTTF} = \frac{1}{\lambda} \quad \text{MTTF} = \frac{1}{0,0029} = 345,1 \text{ Jam}$$

## 2. Perhitungan Data TTR

### A. Index of fit

#### a. Distribusi Weibul

No	ti	$X_i = \ln \frac{t_i}{t_i}$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	0,5	-0,693	0,480	0,074	-2,559	6,548	1,774
2	0,583	-0,540	0,291	0,181	-1,612	2,599	0,870
3	1	0	0	0,287	-1,083	1,173	0
4	1,00	0	0	0,394	-0,693	0,480	0
5	1,167	0,154	0,024	0,500	-0,367	0,134	-0,057
6	1,17	0,154	0,024	0,606	-0,070	0,005	-0,011
7	1,50	0,405	0,164	0,713	0,221	0,049	0,090
8	1,75	0,560	0,313	0,819	0,537	0,288	0,300
9	2,08	0,734	0,539	0,92553	0,95451	0,91108	0,701
		<b>0,77</b>	<b>1,84</b>	<b>4,5</b>	<b>-4,67</b>	<b>12,19</b>	<b>3,67</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{9(3,57) - (0,77)(-4,67)}{\sqrt{[9(1,84) - (10,77)^2][9(12,19) - (-4,67)^2]}} = 0,978$$



b. Distribusi Normal

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	0,5	0,5	0,25	0,074	-1,443	2,083	-0,722
2	0,583	0,583	0,340	0,181	-0,912	0,832	-0,532
3	1	1	1	0,287	-0,561	0,315	-0,561
4	1,00	1	1	0,394	-0,270	0,073	-0,270
5	1,167	1,167	1,362	0,5	0	0	0
6	1,17	1,167	1,361	0,606	0,270	0,073	0,315
7	1,50	1,5	2,25	0,713	0,561	0,315	0,842
8	1,75	1,75	3,063	0,819	0,912	0,832	1,596
9	2,08	2,083	4,340	0,926	1,443	2,083	3,007
		<b>10,75</b>	<b>14,97</b>	<b>4,5</b>	<b>0</b>	<b>6,61</b>	<b>3,68</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{9(3,68) - (10,75)(0)}{\sqrt{[9(14,97) - (10,75)^2][9(6,61) - (0)^2]}} = 0,967$$

c. Distribusi Exponensial

No	ti	Xi= ti	$Xi^2$	F(ti)	Yi	$Yi^2$	XiYi
1	0,5	0,5	0,25	0,074	0,077	0,006	0,039
2	0,583	0,583	0,340	0,181	0,199	0,040	0,116
3	1	1	1	0,287	0,339	0,115	0,339
4	1,00	1	1	0,394	0,500	0,250	0,500
5	1,167	1,167	1,362	0,5	0,693	0,480	0,809
6	1,17	1,16667	1,361	0,606	0,932	0,869	1,088
7	1,50	1,5	2,25	0,713	1,247	1,556	1,871
8	1,75	1,75	3,063	0,819	1,710	2,924	2,993
9	2,08	2,08333	4,340	0,926	2,597	6,746	5,411
		<b>10,75</b>	<b>14,97</b>	<b>4,5</b>	<b>8,30</b>	<b>12,99</b>	<b>13,17</b>

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{9(13,17) - (10,75)(8,3)}{\sqrt{[9(14,97) - (10,75)^2][9(12,99) - (8,3)^2]}} = 0,979$$

d. distribusi Log Normal

No	ti	$X_i = \ln t_i$	$X_i^2$	F(ti)	Yi	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	0,5	-0,693	0,480	0,074	-1,443	2,083	1,000
2	0,583	-0,540	0,291	0,181	-0,912	0,832	0,492
3	1	0	0	0,287	-0,561	0,315	0
4	1,00	0	0	0,394	-0,270	0,073	0
5	1,167	0,154	0,024	0,5	0	0	0
6	1,17	0,154	0,024	0,606	0,270	0,073	0,042
7	1,50	0,405	0,164	0,713	0,561	0,315	0,228
8	1,75	0,560	0,313	0,819	0,912	0,832	0,510
9	2,08	0,734	0,539	0,926	1,443	2,083	1,059
		<b>0,77</b>	<b>1,84</b>	<b>4,5</b>	<b>0</b>	<b>6,61</b>	<b>3,33</b>

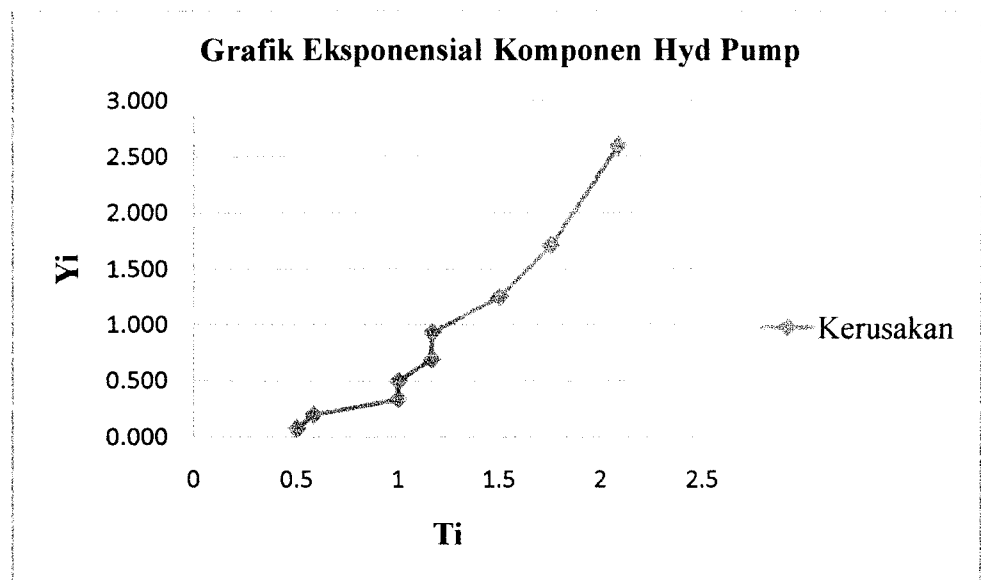
$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{\left[ n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \right] \left[ n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2 \right]}}$$

$$r = \frac{9(3,33) - (0,77)(0)}{\sqrt{[9(1,84) - (0,77)^2][9(6,61) - (0)^2]}} = 0,971$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan Index Of Fit dari ke empat distribusi :

Distribusi	Index Of Fit
Weibull	0,978
Normal	0,967
<b>Exponensial</b>	<b>0,979</b>
Log Normal	0,971

Dari tabel diatas diketahui bahwa Distribusi Eksponensial yang akan di gunakan karena memiliki *Index Of Fit* terbesar yaitu 0,979.



Gambar Grafik Eksponensial

### B. Perhitungan MTTR

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \lambda = \frac{13,17}{0,88} = 0,88$$

$$MTTR = \frac{1}{\lambda} \quad MTTR = \frac{1}{0,88} = 1,14 \text{ Jam}$$

### C. Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan

Komponen *Hyd Pump* rata – rata waktu pemeriksaan adalah 30 Menit.

#### a. Perhitungan Perkiraan Jumlah Kerusakan (K)

Frekuensi kerusakan komponen = 9 kali

Jangka Waktu kerusakan = 24 bulan

$$K = \frac{\text{Frekuensi jumlah kerusakan}}{\text{Jangka Waktu kerusakan}} = \frac{9}{24} = 0,375$$

**b. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Rata – Rata Waktu**

**Perbaikan  $\mu$**

$$MTTR = 1,14 \text{ jam}$$

Jam kerja per bulan (1 minggu = 5 hari kerja, 1 bulan = 4 minggu kerja, dan 1 hari = 8 jam kerja ).

Sehingga jam kerja per bulan =  $5 \times 4 \times 8 = 160$  jam / bulan

$$\mu = \frac{\text{Jam kerja perbulan}}{MTTR} = \frac{160}{1,14} = 140,351$$

**c. Rasio Jam Kerja per Bulan Terhadap Waktu Rata-rata**

**Pemeriksaan (1/i )**

Waktu untuk melakukan pemeriksaan = 30 menit atau 0,5 jam

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan

$$\text{Rata-rata waktu pemeriksaan} = \frac{0,5}{160} = 0,003125$$

$$i = \frac{1}{0,003125} = 320 \text{ jam}$$

**d. Perhitungan Frekuensi (n) dan Interval Pemeriksaan ( 1/ n)**

$$n = \sqrt{\frac{k i}{\mu}}$$

$$n = \sqrt{\frac{0,375 \times 320}{140,351}} = 0,925$$

$$\text{Interval waktu pemeriksaan} = \frac{1}{n} \times \text{jam kerja per bulan}$$

$$= \frac{1}{0,925} \times 160 = 172,98 \text{ jam}$$

**LAMPIRAN DATA KERUSAKAN MESIN GAP SHEAR**

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour	
					Mulai	Selesai		
1	02/01/2007	8.30	Hasil potongan tidak sesuai	02/01/2007	09.20	15.15	5,75	
2	04/01/2007	10.25	Kondisi terjepit pisau tidak mau naik	04/01/2007	10.50	15.40	4,250	
3	09/01/2007	7.45	Kondisi terjepit pisau tidak jalan	09/01/2007	8.00	9.40	1,92	
4	16/01/2007	10.20	Perbaiki limit swith	16/01/2007	10.35	11.45	1,42	
5	19/01/2007	9.00	hold down bocor-Blade lower and upper rusak	19/01/2007	9.15	13.30	3,5	
6	22/01/2007	13.45	Kondisi mesin tidak kuat-oring	22/01/2007	14.00	14.45	1	
7	30/01/2007	13.40	Potongan tidak sesuai	30/01/2007	14.00	15.50	2,167	
							<b>20,00</b>	

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour	
					Mulai	Selesai		
1	02/02/2007	9.25	perbaiki Roller	02/02/2007	9.40	11.00	1,58	
2	05/02/2007	10.30	Lower Blade anjlok	05/02/2007	11.10	12.00	1,5	
3	09/02/2007	11.30	Kondisi mesin tidak kuat-ganti seal	09/02/2007	13.00	14.25	1,92	
4	15/02/2007	13.10	Memperbaiki Roller-kesikuan tidak stabil	15/02/2007	13.25	14.30	1,33	
5	20/02/2007	7.30	Oring putus-ganti Oring	20/02/2007	8.00	8.45	1,25	
6	26/02/2007	7.25	Hasil potongan tidak sesuai	26/02/2007	7.50	12.00	4,58	
							<b>12,17</b>	

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	01/03/2007	10.35	Memperbaiki Roller-meja geser macet	01/03/2007	11.00	12.00	1,42
2	07/03/2007	7.45	Pisau tidak jalan	07/03/2007	7.50	15.30	6,75
3	12/03/2007	13.00	Tekanan potong Lemah-seting limit swith	12/03/2007	13.30	14.15	1,25
4	16/03/2007	11.25	encoder Fault - ganti Seal	16/03/2007	13.10	13.45	1,33
5	21/03/2007	8.00	Pisau tumpul	21/03/2007	8.15	12.00	4
6	23/03/2007	14.50	Ganti limit swith	23/03/2007	15.00	15.25	0,58
7	26/03/2007	9.35	Olie stoper bocor- seal	26/03/2007	10.00	11.15	1,67
8	30/03/2007	8.10	Pisau tidak center	30/03/2007	8.25	11.35	3,42
							<b>20,42</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	10/04/2007	11.20	Hasil potongan tidak center	10/04/2007	11.35	14.25	2,083
2	20/04/2007	8.35	Hasil potongan tidak sempurna	20/04/2007	9.55	11.00	2,583
3	23/04/2007	13.10	Ganti Seal	23/04/2007	13.30	14.00	0,83
4	30/04/2007	14.00	Kondisi terjepit pisau tidak mau naik	30/04/2007	14.25	16.00	2
							<b>7,50</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	02/05/2007	9.15	Setting oring	02/05/2007	9.45	10.50	1,58
2	16/05/2007	8.45	Perbaiki upper blade	16/05/2007	9.00	9.50	1,08
3	21/05/2007	15.00	Meja tidak siku- roller	21/05/2007	15.15	16.00	1
4	23/05/2007	7.15	Perbaiki Hyd Pump	23/05/2007	7.30	8.00	0,75
5	31/05/2007	14.00	Material sering terjepit dan rusak-ganti blade upper dan lower	31/05/2007	14.35	15.45	1,42
6	31/05/2007	9.00	Ganti Seal	31/05/2007	9.20	10.00	1
							<b>6,833</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	06/06/2007	11.45	Olie bocor-setting seal	06/06/2007	13.00	14.35	1,83
2	07/06/2007	13.20	Perbaiki roller	07/06/2007	14.00	15.20	2
3	11/06/2007	07.35	Handle konstet-ganti Hyd Pump	11/06/2007	8.10	9.10	1,42
4	26/06/2007	08.00	Pisau tumpul	26/06/2007	8.25	11.00	3
5	27/06/2007	08.00	perbaiki seal	27/06/2007	8.20	9.30	1,5
							<b>9,75</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	13/07/2007	07.00	Perbaiki limit switch	13/07/2007	7.15	8.30	1,5
2	16/07/2007	09.15	Tekanan potong Lemah-seting limit switch	16/07/2007	10.00	11.15	2
3	20/07/2007	10.00	Hasil potongan tidak center	20/07/2007	10.20	11.50	1,83
4	26/07/2007	09.40	Error encoder Fault - ganti Seal	26/07/2007	10.10	10.30	0,83
5	31/07/2007	14.30	Lower Blade anjlok	31/07/2007	14.40	16.00	1,5
							<b>7,67</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	02/08/2007	08.00	perbaiki seal	02/08/2007	8.15	9.45	1,75
2	07/08/2007	13.10	Pisau tumpul	07/08/2007	13.20	16.00	2,83
3	12/08/2007	09.25	perbaiki seal	12/08/2007	10.00	10.40	1,25
4	13/08/2007	11.00	limit switch rusak-perbaiki	13/08/2007	11.25	12.00	1
5	14/08/2007	07.15	Material sering terjepit dan rusak-seting blade upper	14/08/2007	8.15	9.40	2,42
6	21/08/2007	10.30	Ganti Seal	21/08/2007	11.00	11.30	1
7	23/08/2007	11.45	Perbaiki oring	23/08/2007	13.10	14.15	1,5
8	24/08/2007	13.20	Olie bocor-Oring putus-ganti Oring	24/08/2007	14.15	14.35	1,25
9	29/08/2007	11.30	Blade macet	29/08/2007	13.00	15.40	3,17
							<b>16,17</b>



No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	05/09/2007	13.00	Setting Seal	05/09/2007	13.25	16.00	3
2	13/09/2007	7.15	Pasang counter potong	13/09/2007	7.20	8.35	1,33
3	17/09/2007	8.10	Kondisi mesin tidak jalan-oring	17/09/2007	8.40	12.00	3,83
4	20/09/2007	14.10	Setting Blade upper dan lower	20/09/2007	14.30	15.45	1,58
5	27/09/2007	8.30	Olie mesin bocor - ganti seal	27/09/2007	9.00	9.25	0,92
							<b>10,67</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	04/10/2007	11.25	Material sering terjepit dan rusak-setting blade upper	04/10/2007	13.10	15.00	2,58
2	09/10/2007	15.10	Perbaiki roller	09/10/2007	15.20	16.00	0,83
3	18/10/2007	9.00	Perbaiki roller	18/10/2007	10.00	10.30	1,5
4	22/10/2007	7.30	Setting limit swith	22/10/2007	7.50	12.00	4,5
5	25/10/2007	10.20	Perbaiki seal	25/10/2007	10.45	11.45	1,42
6	30/10/2007	13.15	hold down bocor-Blade lower rusak	30/10/2007	13.25	15.00	1,75
							<b>12,58</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	12/11/2007	11.15	Pisau tidak jalan	12/11/2007	11.25	13.30	1,25
2	13/11/2007	9.45	Ganti limit swith	13/11/2007	10.20	11.00	1,25
3	15/11/2007	8.50	Setting Hyd Pump	15/11/2007	9.00	10.10	1,33
4	19/11/2007	9.30	jarum scale dan sealling selip	19/11/2007	10.10	11.30	2,00
5	20/11/2007	9.00	Perbaiki upper blade	20/11/2007	9.10	11.45	2,75
6	22/11/2007	9.00	Memperbaiki material penjepit- blade upper dan lower error	22/11/2007	9.25	10.50	1,83
							<b>10,42</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	06/12/2007	7.50	Pasang counter potong	06/12/2007	8.10	9.00	1,17
2	14/12/2007	8.30	Memperbaiki Hyd Pump	14/12/2007	9.00	9.35	1,08
3	19/12/2007	7.50	setting roller	19/12/2007	8.30	9.30	1,67
4	19/12/2007	14.45	Clearance position not same-ganti seal	19/12/2007	15.00	15.35	0,83
5	21/12/2007	13.10	Pisau tidak center	21/12/2007	13.30	15.40	2,50
6	26/12/2007	8.00	Material sering terjepit dan rusak-setting blade upper	26/12/2007	8.30	15.45	6,75
							<b>14,00</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Januari, 2008	24	Pasang counter potong	24/1/2008	08.00 - 10.00	2,5
2		14	Olie bocor-Oring putus-ganti Oring	14/1/2008	13.00 - 14.15	1,5
3		18	Setting limit swith	18/1/2008	07.30 - 11.00	4
4		9	Hasil potongan tidak center	09/1/2008	14.30 - 15.45	1,75
5		3	Handle mesin konslet-ganti Hyd Pump	03/1/2008	08.15 - 10.00	2,25
						$\Sigma$ 12

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Februari, 2008	29	Perbaiki Roller	29/2/2008	08.40 - 09.20	1,33
2		27	Tekanan potong Lemah-seting solenoid dan limit swith	27/2/2008	07.30 - 11.10	4,17
3		20	Kondisi mesin tidak kuat-ganti seal dan oring	20/2/2008	07.30 - 15.45	8,50
4		19	Meja geser Rusak - ganti Roller	19/2/2008	08.20 - 09.30	1,50
5		13	Ganti Seal	13/2/2008	09.10 - 10.40	2,00
6		6	Material sering terjepit dan rusak-seting blade upper dan lower	06/2/2008	08.15 - 15.00	7,00
7		1	Olie back Gauge bocor-setting seal	01/2/2008	07.30 - 11.25	4,42
						$\Sigma$ 28,92



No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour	
1	Mei, 2008	30	07.00	Kondisi terjepit pisau tidak mau naik	30/5/2008	07.30 - 14.30	6,50
2		28	13.45	Olie bocor-Oring putus-ganti Oring	28/5/2008	14.20 - 16.00	2,25
3		26	09.00	Overload ketika Couple mekanik clearance active-ganti limit switch	26/5/2008	09.50 - 11.00	2,00
4		22	07.45	Pisau tumpul	22/5/2008	08.15 - 11.00	6,25
5		15	14.00	Clearance position not same-ganti seal	15/5/2008	14.30 - 15.45	1,75
6		13	07.10	Error encoder Fault - ganti Seal	13/5/2008	07.30 - 11.30	4,33
7		9	09.4	perbaiki Roller	09/5/2008	10.15 - 11.20	1,67
8		6	15.00	Ganti limit switch	06/5/2008	15.35 - 16.00	1,00
						$\Sigma$	<b>25,75</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour	
1	Juni, 2008	30	09.30	Oring putus-ganti Oring	30/6/2008	10.00 - 11.40	2,17
2		25	07.00	Material sering terjepit dan rusak-ganti blade upper dan lower	25/6/2008	07.45 - 11.10	3,42
3		20	08.00	Ganti Seal	20/6/2008	08.10 - 09.30	1,50
4		16	11.30	Hasil potongan tidak center	16/6/2008	13.00 - 15.00	2,50
5		18	10.00	Meja tidak siku-seting roller	18/6/2008	10.45 - 11.35	1,58
6		12	09.15	perbaiki limit switch	12/6/2008	09.30 - 11.45	2,50
7		2	13.50	hold down bocor-Blade lower rusak	02/6/2008	14.10 - 16.00	2,17
						$\Sigma$	<b>15,83</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour	
1	Juli, 2008	31	08.20	jarum scale dan sealling selip	31/7/2008	08.45 - 10.15	1,92
2		28	13.00	Potongan tidak sempurna	28/7/2008	13.10 - 14.15	1,25
3		21	09.35	Pisau tumpul	21/7/2008	10.00 - 13.25	2,83
4		17	08.00	Perbaiki limit swith	17/7/2008	08.35 - 09.45	1,75
5		14	15.00	Dua hold down bocor-Blade lower rusak	14/7/2008	15.20 - 16.00	1,00
6		10	07.10	Memperbaiki Roller-kesikuan tidak stabil	10/7/2008	07.30 - 09.15	2,08
7		8	07.30	Olie mesin bocor - ganti seal	08/7/2008	08.00 - 09.15	1,75
						<b>Σ</b>	<b>12,58</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour	
1	Agustus, 2008	27	07.30	Konsleting pada listrik	27/8/2008	08.00 - 09.00	1,50
2		25	09.45	ganti seal	25/8/2008	10.30 - 11.30	1,75
3		21	09.25	Perbaiki Hyd Pump	21/8/2008	9.40 - 11.45	2,33
4		19	11.00	Pisau tidak jalan	19/8/2008	13.10 - 15.45	3,75
5		12	07.00	perbaiki seal	12/8/2008	07.15 - 07.50	0,83
6		7	07.10	Perbaiki oring	07/8/2008	07.30 - 08.30	1,33
7		4	07.40	Material sering terjepit dan rusak-perbaiki blade upper dan lower	04/8/2008	08.00 - 11.00	3,33
						<b>Σ</b>	<b>14,83</b>



No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Nopember, 2008	28	Memperbaiki Hyd Pump	28/11/2008	14.15 - 15.15	1,42
2		25	limit swith rusak-perbaiki	25/11/2008	15.00 - 16.30	2,00
3		21	Lampu DOP mati	21/11/2008	10.15 - 11.00	1,17
4		19	Memperbaiki material penjepit- blade upper dan lower error	19/11/2008	07.45 - 10.45	3,50
5		13	perbaiki Oring	13/11/2008	11.00 - 11.50	1,33
6		7	Hasil potongan tidak sempurna	07/11/2008	14.15 - 16.00	2,33
						<b>Σ 11,75</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Desember, 2008	23	perbaiki Roller	23/12/2008	10.15 - 11.00	1,00
2		19	Tekanan potong Lemah-setting limit swith	19/12/2008	9.25 - 11.45	2,75
3		17	Material sering terjepit-setting blade	17/12/2008	07.45 - 11.15	4,00
						<b>Σ 7,75</b>



**JUMLAH FREKUENSI KERUSAKAN, STOP HOUR MESIN DAN  
KOMPONEN MESIN GAP SHEAR**

<b>No</b>	<b>Nama Mesin</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	Gap shear	147

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	Blade	56
2	Seal	31
3	limit swith	18
4	Roller	17
5	Oring	15
6	Hyd Pump	9

<b>No</b>	<b>Nama mesin</b>	<b>Stop Hours</b>
1	Gap Shear	333,167

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>stop Hours</b>
1	Blade	160,75
2	Seal	64,5
3	limit swith	38,833
4	Oring	37
5	Roller	26
6	Hyd Pump	14,167

LAMPIRAN DATA KERUSAKAN MESIN LAS

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	05/01/2007	7.30	ganti PCB	05/01/2007	8.00	8.45	1,25
2	11/01/2007	9.20	ampere tidak bsa di setel	11/01/2007	9.45	10.00	0,67
3	25/11/2007	13.55	Perbaiki Stang las	25/11/2007	14.10	14.30	2,638
							<b>4,558</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	08/02/2007	9.30	falve tidak normal	08/02/2007	10.10	11.45	2,25
2	13/02/2007	8.40	ganti spull	13/02/2007	9.00	10.50	1,3
3	19/02/2007	10.20	selang gas co tersumbat	19/02/2007	10.30	12.00	1,67
4	21/02/2007	11.00	memasang tyristor	21/02/2007	11.30	13.30	1,5
5	26/02/2007	13.45	jalur elektroda kotor	26/02/2007	14.00	15.00	1,25
							<b>7,97</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	01/03/2007	10.30	falve kotor	01/03/2007	11.00	13.40	2,167
2	15/03/2007	9.40	suara mendengung-ganti stang	15/03/2007	10.00	12.00	2,33
3	30/03/2007	7.40	PCB mati	30/03/2007	8.00	8.30	0,83
							<b>5,327</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	03/04/2007	14.40	Stang Las Rusak	03/04/2007	15.00	16.00	1,33
2	12/04/2007	15.00	selang gas co tersumbat	12/04/2007	15.15	16.00	1
3	20/4/2007	8.40	motor rusak	20/4/2007	9.00	10.10	1,5
4	26/08/2007	9.00	elektroda macet	26/08/2007	9.30	10.40	1,67
							<b>5,5</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	11/05/2007	9.50	spull rusak	11/05/2007	10.15	11.15	1,42
2	21/05/2007	7.45	motor macet	21/05/2007	8.30	9.10	1,416
3	25/05/2007	15.00	selang gas co tersumbat	25/05/2007	15.10	16.00	1
4	28/05/2007	13.45	perbaiki Thyristor	28/05/2007	14.00	15.20	1,583
							<b>5,419</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	20/06/2007	13.30	Stang las rusak	20/06/2007	14.00	15.35	2,083
2	25/06/2007	9.20	falve kotor	25/06/2007	10.00	10.50	1,5
3	28/05/2007	8.40	spull rusak	28/05/2007	9.00	9.25	0,75
							<b>4,333</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	03/07/2007	10.30	valve rusak	03/07/2007	10.45	11.30	1
2	16/07/2007	9.35	perbaiki spull	16/07/2007	9.50	10.50	1,25
3	24/07/2007	11.20	perbaiki motor	24/07/2007	11.30	12.00	0,67
4	25/7/2007	13.50	ganti stang las	25/7/2007	14.00	15.30	1,67
5	31/7/2007	14.35	Selang gas bocor	31/7/2007	14.45	16.00	1,416
							<b>6,006</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	07/08/2007	14.10	Selang gas bocor	07/08/2007	14.30	15.15	1,08
2	08/08/2007	15.10	falve tidak normal	08/08/2007	15.20	16.00	0,83
3	22/8/2007	7.50	PCB Mati	22/8/2007	8.00	8.30	0,67
4	27/08/2007	11.00	mesin rusak - motor mati	27/08/2007	11.20	12.00	1
5	28/8/2007	8.45	jalur elektroda tersumbat	28/8/2007	9.10	9.30	0,75
							<b>4,33</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	20/09/2007	07.10	ampere tidak bsa di setel	20/09/2007	07.30	8.10	1
2	24/09/2007	14.10	Perbaiki stang las	24/09/2007	14.25	15.00	0,83
							<b>1,83</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	04/10/2007	10.50	Selang Bocor	04/10/2007	11.00	11.45	0,92
2	10/10/2007	08.25	PCB Rusak	10/10/2007	08.40	9.00	0,583
3	24/10/2007	11.25	Perbaiki stang las	24/10/2007	11.45	12.00	0,58
4	29/10/2007	07.30	Ganti PCB	29/10/2007	07.50	8.10	0,66
							<b>2,743</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	22/11/2007	07.15	stang las ganti	22/11/2007	07.30	9.30	2,25
2	23/11/2007	7.30	ampere tidak bsa di setel	23/11/2007	7.45	8.00	0,5
3	28/11/2007	08.35	ganti spull	28/11/2007	08.50	9.20	0,583
							<b>3,333</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	03/12/2007	11.15	ampere tidak bsa di setel	03/12/2007	11.30	12.00	0,75
2	05/12/2007	14.10	falve tidak normal	05/12/2007	14.45	15.00	0,83
3	13/12/2007	07.30	selang gas co tersumbat	13/12/2007	07.45	8.50	1,33
4	19/12/2007	07.10	PCB mati	19/12/2007	07.20	9.00	1,83
5	26/12/2007	08.25	perbaiki Thyristor	26/12/2007	9.00	10.10	1,75
							<b>6,49</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Januari,2008 31	08.15	Perbaiki Tyristor	31/1/2008	8.45 - 10.15	2
2	24	09.20	stang las ganti	24/1/2008	9.00 - 11.00	2,67
3	11	07.15	ampere tidak bsa di setel	11/1/2008	7.30 - 80.30	1,25
						Σ 5,92

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Februari,2008 27	15.00	ganti Tyristor	27/2/2008	15.15 - 16.00	1,00
2	22	08.25	ampere tidak bsa di setel	22/2/2008	8.15 - 9.30	1,08
3	18	10.15	spull rusak	18/2/2008	10.45 - 11.45	1,50
						Σ 3,58

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Maret,2008 28	14.00	ganti PCB	28/3/2008	14.30 - 15.45	1,75
2	22	11.30	selang gas co tersumbat	22/3/2008	13.00 - 14.00	1,50
3	14	08.50	ganti spull	14/3/2008	9.15 - 10.15	1,42
						Σ 4,67

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	April,2008	30	perbaiki spull	30/4/2008	13.00 - 14.15	1,50
2		13	stang rusak	13/4/2008	8.15 - 10.00	2,17
3		11	ampere tidak bsa di setel	11/4/2008	15.15 - 16.00	2,25
4		8	ganti falve	08/4/2008	8.30 - 10.00	2,00
5		1	ganti PCB	01/4/2008	10.00 - 11.45	2,25
					$\Sigma$	<b>10,17</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Mei,2008	28	falve kotor	28/5/2008	8.00 - 9.00	2,00
2		26	selang rusak-ganti	26/5/2008	10.15 - 10.45	1,00
3		23	PCB mati	23/5/2008	13.45 - 15.00	1,67
4		16	motor macet	16/5/2008	14.00 - 15.45	3,00
5		14	suara mendengung-ganti stang	14/5/2008	11.00 - 12.00	1,17
					$\Sigma$	<b>8,83</b>



No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Juni,2008	23 08.45	jalur elektroda tersumbat	23/6/2008	9.10 - 11.30	2,75
2		16 9.00	stang Las Rusak	16/6/2008	10.00 - 11.30	2,50
3		5 14.30	valve rusak	05/6/2008	15.00 - 16.00	1,50
						<b>∑ 6,75</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Juli,2008	25 15.00	Spull rusak	25/7/2008	15.30 - 16.00	1,00
2		21 08.45	memasang tyristor	21/7/2008	9.15 - 10.15	1,50
3		16 10.15	ganti PCB	16/7/2008	10.45 - 11.30	1,25
4		10 10.35	Stang Las Rusak	10/72008	11.00 - 13.00	1,42
						<b>∑ 5,17</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Agustus,2008	25 09.15	motor rusak	25/8/2008	10.00 - 12.00	2,75
2		20 13.25	spull rusak	20/8/2008	14.00 - 16.00	2,58
3		1 10.00	Selang gas bocor	01/8/2008	10.30 - 11.00	1,00
						<b>∑ 6,33</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	September,2008	24 07.50	elektroda macet	24/9/2008	8.15 - 10.00	2,17
2		17 10.00	valve rusak	17/9/2008	10.30 - 11.30	1,50
3		11 10.45	perbaiki motor	11/9/2008	11.30 - 14.00	2,25
						Σ 5,92

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Oktober,2008	27 14.10	mesin rusak - motor mati	27/10/2008	14.30 - 16.00	1,83
2		22 10.25	perbaiki stang las	22/10/2008	11.00 - 13.30	2,08
3		16 09.00	PCB mati	16/10/2008	9.30 - 11.00	2,00
4		13 09.45	ampere tidak bsa di setel	13/10/2008	10.15 - 11.15	1,50
5		10 13.30	perbaiki Thyristor	10/10/2008	14.00 - 14.30	1,00
6		6 10.00	falve tidak normal	6/10/2008	10.30 - 11.30	1,50
						Σ 9,92

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Nopember,2008	28 08.50	selang gas co2 pecah	28/11/2008	9.15 - 10.45	1,92
2		24 09.15	ampere tidak bsa di setel	24/11/2008	10.00 - 11.45	2,50
3		21 08.10	ganti stang las	21/11/2008	9.00 - 10.30	2,33
4		3 07.30	jalur elektroda kotor	3/11/2008	8.00 - 9.15	1,75
						$\Sigma$ 8,50

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	Keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu Perbaikan	Stop Hour
1	Desember,2008	17 08.00	selang bocor	17/12/2008	8.30 - 9.15	1,25
						$\Sigma$ 1,25

**JUMLAH FREKUENSI KERUSAKAN, STOP HOUR MESIN DAN  
KOMPONEN MESIN LAS**

<b>No</b>	<b>Nama Mesin</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	welding machine	89

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	Stang Las	15
2	selang co2	12
3	valve	11
4	PCB	11
5	spull	10
6	Ampere	9
7	Motor	8
8	tyristor	7
9	elektroda	6

<b>No</b>	<b>Nama mesin</b>	<b>Stop Hours</b>
1	welding machine	134,839

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>Stop Hours</b>
1	Stang Las	28,1
2	valve	17,1
3	selang co2	15,1
4	PCB	14,74
5	Motor	14,42
6	Ampere	11,5
7	spull	9,83
8	elektroda	10,336
9	tyristor	10,33

**LAMPIRAN DATA KERUSAKAN MESIN FORKLIFT**

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan		Jam perbaikan		Stop Hour
				perbaikan	perbaikan	Mulai	Selesai	
1	11/01/2007	7.25	Hidraulik rusak bocor	11/01/2007		7.50	8.30	1,083
2	23/01/2007	7.30	Ban bagian kiri belakang bocor kena paku	23/01/2007		8.00	8.25	0,9167
3	30/01/2007	13.10	Kopling blong-ganti Master Cluth,repair kit.	30/01/2007		13.25	14.00	0,83
								<b>2,8297</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour	
					Mulai	Selesai		
1	22/02/2007	13.20	Ban belakang bocor kiri-ganti ban dalam dan luar	22/02/2007	13.35	14.10	0,83	
2	27/02/2007	10.30	Perbaiki reli	27/02/2007	11.00	11.45	1,25	
								<b>2,08</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour	
					Mulai	Selesai		
1	16/03/2007	09.25	Acuu tekor-air habis	16/03/2007	10.00	10.15	0,83	
2	22/03/2007	11.00	Minyak hidraulis habis-diisi oli hidraulis	22/03/2007	11.20	12.00	1	
3	30/03/2007	11.45	Ban belakang bocor kiri-kena skrap-ganti ban dalam	30/03/2007	11.50	13.10	0,4167	
								<b>2,2467</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	03/04/2007	08.00	Forklift macet--ganti accu	03/04/2007	8.20	09.00	1
2	13/04/2007	13.10	Ganti Seal	13/04/2007	13.25	14.10	1
3	16/04/2007	07.15	Kopling Rusak	16/04/2007	7.30	9.00	1,75
4	26/04/2007	11.30	Ban bocor kanan depan-ganti ban dalam	26/04/2007	11.45	12.00	0,5
							<b>4,25</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	03/05/2007	15.10	Ban belakang kanan bocor-Tambal	03/05/2007	15.20	16.00	0,83
2	03/05/2007	9.00	perbaiki hidraulic	03/05/2007	9.15	10.35	1,583
3	28/05/2007	10.20	Ban bocor kanan depan-ganti ban dalam	28/05/2007	10.30	11.00	0,67
							<b>3,083</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	20/06/2007	11.25	Accu tekor-di charger	20/06/2007	11.35	12.00	0,583
2	21/06/2007	7.30	Olie mesin habis-diisi olie mesin	21/06/2007	8.00	8.10	0,67
							<b>1,253</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	05/07/2007	11.45	Perbaiki cluth	05/07/2007	13.00	14.00	1,25
2	18/07/2007	08.00	Setting reli	18/07/2007	8.20	9.10	1,167
							<b>2,417</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	13/08/2007	11.00	Ban belakang kiri bocor-ditambal	13/08/2007	11.10	12.00	1
2	20/08/2007	07.15	Nambah air Accu	20/08/2007	7.50	8.00	0,75
3	21/08/2007	11.30	Seal power steering bocor-ganti seal	21/08/2007	13.00	14.20	1,83
4	24/08/2007	09.25	Kopling dimaukan sulit	24/08/2007	10.00	10.30	1,083
5	27/08/2007	13.20	Ban belakang kiri bocor kena Plat-Ditambal	27/08/2007	13.45	14.10	0,83
6	31/08/2007	10.30	Reli rusak-ganti Reli	31/08/2007	10.50	11.30	1
							<b>6,493</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	12/09/2007	13.10	Ban bocor kanan belakang-ganti ban dalam	12/09/2007	13.30	14.00	0,83
2	21/09/2007	08.00	Kopling macet	21/09/2007	8.30	9.30	1,5
							<b>2,33</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan		Jam perbaikan		Stop Hour
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	
1	18/10/2007	07.10	Seal Rusak	18/10/2007	8.30	7.30	8.30	1,33
2	24/10/2007	07.15	Tambah oli hidraulik	24/10/2007	8.00	7.50	8.00	0,75
3	26/10/2007	08.30	Olie mesin habis-diisi olie mesin	26/10/2007	9.15	9.00	9.15	0,75
								<b>2,83</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan		Jam perbaikan		Stop Hour
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	
1	16/11/2007	09.00	Ganti Seal	16/11/2007	10.50	9.15	10.50	1,833
2	22/11/2007	13.25	Hidraulik rusak bocor	22/11/2007	15.20	14.00	15.20	1,9167
3	15/11/2007	7.35	Ban belakang kanan bocor-ganti ban dalam	15/11/2007	8.30	8.00	8.30	0,9167
								<b>4,6664</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan		Jam perbaikan		Stop Hour
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	
1	03/12/2007	11.10	Ban bocor kanan belakang-ganti ban dalam	03/12/2007	11.55	11.20	11.55	0,75
2	19/12/2007	13.40	Tambah air accu	19/12/2007	14.30	14.00	14.30	0,83
3	27/12/2007	13.00	Kopling Macet	27/12/2007	14.00	13.10	14.00	1
								<b>2,58</b>



No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Januari 2008, 28	08.15	Ban belakang kanan bocor-ditambal	28/1/2008	09.00 - 10.00	1,75
2	8	07.45	Reli rusak-ganti Reli	08/1/2008	08.30 - 10.00	2,25
						<b>Σ 4,00</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Februari 2008, 14	7.30	Forklift macet-Accu rusak-ganti accu-ganti olie	14/2/2008	08.00 - 09.00	2,50
2	4	10.50	Ban belakang bocor kiri-ganti ban dalam dan luar	4/2/2008	13.00 - 14.00	2,17
						<b>Σ 4,67</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Maret, 2008 28	11.25	Ganti Seal	28/3/2008	13.00 - 1400	2,58
2	19	07.15	Ban bagian kiri belakang bocor kena paku	19/3/2008	07.30 - 08.30	1,25
3	13	08.35	Kopling Rusak	13/3/2008	09.00 - 10.00	1,42
4	5	11.15	Gas tidak normal- reli pemanas rusak	05/3/2008	13.00 - 14.30	3,25
						<b>Σ 8,50</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	April 2008, 30	14.10	Kopling dimaukan sulit	30/4/2008	15.00 - 16.00	1,83
2	18	07.30	Ban belakang bocor kiri-kena skrap-ganti ban dalam	18/4/2008	08.00 - 09.00	1,50
3	10	07.10	Nambah air Accu	10/4/2008	07.30 - 08.00	0,83
4	1	08.25	Ban bocor kanan depan-ganti ban dalam	01/42008	09.00 - 10.00	1,58
<b>Σ</b>						<b>5,75</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Mei, 2008 27	09.00	Hidraulik rusak bocor	27/05/2008	10.00 - 11.30	2,50
2	23	08.30	Rem blong-tambah olie hidraulis	23/05/2008	09.00 - 10.00	1,50
3	15	07.15	Ban bocor kanan belakang-ganti ban dalam	15/05/2008	08.00 - 09.00	1,75
<b>Σ</b>						<b>5,75</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Juni 2008, 27	07.35	Minyak hidraulis habis-diisi oli hidraulis	27/06/2008	08.00 - 08.30	0,92
2	17	7.10	Hidrolik bocor,rem blong-ganti hidraulic seal,ganti master seal	17/6/2018	08.00 - 09.30	2,33
3	6	9.30	Ban belakang kanan bocor-ganti ban dalam	29/62008	10.00 - 11.00	1,50
<b>Σ</b>						<b>4,75</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Juli 2008, 18	07.40	Seal power steering bocor-ganti seal	18/7/2008	08.00 - 09.30	1,83
2	2	08.30	Ban depan kiri bocor-ganti ban dalam	02/7/2008	09.00 - 10.00	1,50
						∑ 3,33

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Agustus, 2008 30	07.10	Ban belakang kanan bocor-Tambal	30/8/2008	07.30 - 08.30	1,33
2	25	08.00	Accu tekor-di charger	25/8/2008	08.30 - 09.30	1,50
3	5	7.35	Olie mesin habis-diisi olie mesin	05/8/2008	08.00 - 08.30	0,92
						∑ 3,75

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	September, 2008 28	08.00	Ban belakang kiri bocor-ditambal	28/09/2008	08.30 - 09.30	1,50
2	7	10.25	ganti seal	07/09/2008	11.00 - 12.00	1,58
						∑ 3,08

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour	
1	Oktober, 2008	29	07.25	Kopling blong-ganti Master Cluth, baut roda, repair kit.	29/10/2008	08.00 - 10.00	2,58
2		23	10.30	Ban bocor depan dalam kiri	23/10/2008	11.00 - 12.00	1,50
3		20	7.20	Olie gar Box Bocor	20/10/2008	08.00 - 09.00	1,67
4		14	11.35	Ban belakang kanan bocor-ganti ban dalam	14/10/2008	13.00 - 14.00	1,42
5		8	11.20	Ban belakang kiri bocor-ditambal	08/10/2008	13.00 - 14.00	1,67
						<b>Σ</b>	<b>8,83</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour	
1	Nopember, 2008	28	07.10	Tambah oli hidraulic dan perbaiki hidraulic	29/11/2008	08.00 - 09.00	1,83
2		27	07.30	Perbaiki cluth	27/11/2008	08.00 - 10.00	2,50
3		26	08.15	Ganti Olie	26/11/2008	09.00 - 10.00	1,75
4		20	08.20	Ban belakang kiri bocor kena Plat-Ditambal	20/11/2008	09.00 - 10.00	1,67
						<b>Σ</b>	<b>7,75</b>

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour	
1	Desember, 2008	24	07.30	Ban depan bagian kanan bocor-ganti ban dalam	24/12/2008	08.00 - 09.00	1,50
2		18	09.15	Ban blakang bagian kanan bocor-ganti ban dalam	18/12/2008	10.00 - 11.30	2,25
3		11	09.30	Acuu tekor-air habis	11/12/2008	10.00 - 11.00	1,50
						<b>Σ</b>	<b>5,25</b>

**JUMLAH FREKUENSI KERUSAKAN, STOP HOUR MESIN DAN  
KOMPONEN MESIN FORKLIFT**

<b>No</b>	<b>Nama Mesin</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	forklift	73

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	Ban	27
2	Cluth	10
3	Hidraulic	9
4	accu	9
5	Seal	8
6	Relli	5
7	Kerusakan lainnya	5

<b>No</b>	<b>Nama mesin</b>	<b>Stop Hours</b>
1	forklift	102,475

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>stop Hours</b>
1	Ban	34,323
2	Cluth	15,746
3	Seal	14,326
4	Hidraulic	13,1
5	accu	10,326
6	Relli	8,917
7	Kerusakan lainnya	5,753

**LAMPIRAN DATA KERUSAKAN MESIN CRANE**

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	04/01/2007	11.20	tidak bisa bergerak naik turun-ganti brostel	04/01/2007	11.30	12.00	0.67
2	24/01/2007	10.30	crane macet-ganti mur baut	24/01/2007	10.45	11.10	0.67
							1.34

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	15/02/2007	07.15	ganti roda box terminal	15/02/2007	07.45	08.30	1.25
2	23/02/2008	9.35	ganti spul	23/02/2008	9.45	10.00	0.416
							1.67

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	13/03/2007	11.20	spul rem terbakar-ganti kawat email	13/03/2007	11.30	12.00	0.67
2	28/03/2007	7.50	kabel putus - broste habis-ganti brostel	28/03/2007	8.00	8.30	0.67
							1.34

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	05/04/2007	13.50	ganti trolley	05/04/2007	14.00	14.20	0,5
2	16/04/2007	14.35	crane macet-ganti mur baut	16/04/2007	15.00	15.25	0,83
3	23/04/2007	9.30	Perbaiki carbon brush	23/04/2007	9.50	10.15	0,75
4	26/04/2007	13.45	naik turun macet	26/04/2007	14.10	14.30	0,75
							2,83

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	30/05/2007	11.00	Perbaiki Roda box	30/05/2007	11.10	12.00	1
							1

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	20/06/2007	10.20	ganti spul	20/06/2007	10.35	11.25	1,083
2	28/06/2007	8.40	crane macet-ganti mur baut	28/06/2007	8.55	9.30	0,83
							1,913

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	18/07/2007	11.00	kawat email ganti	18/07/2007	11.15	11.50	0,83
2	24/07/2007	7.40	ganti as roda	24/07/2007	8.00	8.15	0,583
							1,413

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	27/08/2007	8.40	ganti trolley	27/08/2007	9.00	9.15	0,583
2	28/08/2007	9.40	carbon brush Aus	28/08/2007	10.00	10.15	0,583
							1,166

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	11/09/2007	07.10	kabel putus - broste habis-ganti brostel	11/09/2007	07.30	8.10	1
2	19/09/2007	10.20	slip rem terbakar-ganti mur baut	19/09/2007	10.30	10.40	0,33
							1,33

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	25/10/2007	07.30	perbaiki roda box terminal	25/10/2007	7.45	8.10	0,67
2	30/10/2007	11.25	spul rusak - ganti	30/10/2007	11.50	13.20	0,9167
							1,5867



No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	1/11/20007	7.15	Perbaiki brostel	1/11/20007	08.00	10.00	2,75
2	28/11/20007	10.50	roda trolly rusak-ganti	28/11/20007	11.00	11.25	0,583
							3,33

No	Tanggal kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Jam perbaikan		Stop Hour
					Mulai	Selesai	
1	05/12/2007	13.45	rem terbakar,kebel brostel terputus	05/12/2007	14.00	15.00	1,25
2	21/12/2007	08.25	Perbaiki as roda	21/12/2007	9.00	10.00	1,583
							2,833

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Januari,2008	18	slip rem terbakar-ganti mur baut	18/1/2008	09.00 - 09.30	1,00
2		3	ganti trolley	03/1/2008	14.00 - 15.30	2,08
						<b>Σ 3,08</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Februari,2008	13 07.30	ganti carbon brush-crane mengeluarkan asap	13/2/2008	08.00 - 09.30	2,00
2		2 07.15	tidak bisa bergerak utara selatan-ganti carbon brush	02/2/2008	08.00 - 10.00	2,75
3		1 07.30	ganti trolley	01/2/2008	08.00 - 09.00	1,50
						<b>Σ 6,25</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Maret,2008	6 13.35	macet - carbon brush terlepas	06/3/2008	14.00 - 15.00	1,42
2		3 07.20	crane macet-ganti mur baut	03/3/2008	08,00 -10.00	2,67
						<b>Σ 4,08</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	April,2008	28 14.00	ganti baut sisi kanan - 4 buah	28/4/2008	14.30 - 16.00	2,00
2		24 14.15	kabel putus - broste habis-ganti brostel	24/4/2008	15.00 - 16.00	1,75
3		8 09.45	ganti spul	08/4/2008	10.00 - 12.00	2,25
4		4 07.15	tidak bisa bergerak naik turun-ganti brostel	04/4/2008	07.45 - 08.30	1,25
						<b>Σ 7,25</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Mei,2008 23	9.30	ganti carbon brush-Aus	23/5/2008	10.00 - 11.00	1,50
						∑ 1,50

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Juni,2008 27	11.30	perbaiki roda box terminal	27/6/2008	13.00 - 14.00	1,50
2	19	7.40	crane macet-ganti brostel	19/6/2008	08.00 - 10.00	2,33
3	4	8.30	kawat email ganti	04/6/2008	09.00 - 10.30	2,00
						∑ 5,83

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Juli,2008 21	08.35	roda trolley rusak-ganti	21/7/2008	09.00 - 10.00	1,42
2	10	07.30	spul rem terbakar-ganti kawat email	10/7/2008	08.00 - 09.00	1,50
						∑ 2,92

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Agustus,2008 19	7.30	rem terbakar,kebel brostel terputus	19/8/2008	08.00 - 10.30	2,00
2	14	11.00	ganti roda box terminal	14/8/2008	13.00 - 14.30	2,50
3	6	8.15	ganti as roda	06/8/2008	09.00 - 10.00	1,75
						$\Sigma$ 6,25

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	September,2008 10	8.30	spul rusak - ganti	10/09/2008	09.00 - 10.00	1,50
						$\Sigma$ 1,50

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Oktober,2008 14	11.45	spul rusak - ganti	14/10/2008	13.00 - 14.00	1,25
2	10	7.30	tidak bisa bergerak ke utara selatan	10/10/2008	08.00 - 08.30	1,00
3	6	7.15	ganti baut sisi kanan - 4 buah	06/10/2008	08.00 - 10.00	2,75
						$\Sigma$ 5,00

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	November,2008	19 07.25	ganti as roda	19/11/2008	08.00 - 09.00	1,58
2		11 08.15	Perbaiki trolley	11/11/2008	09.00 - 10.30	2,25
3		1 07.10	naik turun macet	01/11/2008	07.30 - 08.30	1,33
						$\sum$ 5,17

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Desember,2008	4 7.30	kabel putus - broste habis-ganti brostel	04/12/2008	08.00 - 10.00	2,50
						$\sum$ 2,50

**JUMLAH FREKUENSI KERUSAKAN, STOP HOUR MESIN DAN  
KOMPONEN MESIN CRANE**

<b>No</b>	<b>Nama Mesin</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	Crane	53

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	brostel	10
2	mur baut	8
3	trolley	7
4	Carbon Brush	6
5	spul	6
6	roda box	5
7	as roda	4
8	kawat email	4
9	lainya	3

<b>No</b>	<b>Nama mesin</b>	<b>Stop Hours</b>
1	Crane	73,084

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>stop Hours</b>
1	brostel	16,173
2	mur baut	11,077
3	Carbon Brush	9
4	trolley	8,916
5	spul	7
6	roda box	6,92
7	as roda	5,49
8	kawat email	5
9	lainya	3,083

**LAMPIRAN DATA KERUSAKAN MESIN LASER CUTTING**

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	14/02/2007	08.35	selang pendingin pecah-ganti Selang	14/02/2007	8.45-10.20	1,75
2	06/03/2007	14.10	Perbaiki Sensor cutting	06/03/2007	14.35-15.30	1,33
3	26/04/2007	9.20	conveyor belt fault rusak	26/04/2007	9.40-10.20	1
4	10/05/2007	9.50	Selang pendingin rusak-ganti selang	10/05/2007	10.10-12.00	2,167
5	29/05/2007	8.40	Perbaiki Sensor cutting	29/05/2007	9.00-10.00	1,33
6	17/07/2007	13.30	selang pendingin pecah-ganti Selang	17/07/2007	14.00-14.20	0,83
7	24/10/2007	7.30	conveyor belt fault rusak	24/10/2007	7.50-9.00	1,5
8	30/11/2007	8.40	Selang pendingin rusak-ganti selang	30/11/2007	9.15-10.30	1,83
						<b>11,737</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Januari, 2008	16	Ganti selang pendingin	17/01/2008	08.00 - 10.00	3
						<b>Σ 3</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Februari, 2008 02	08.00	Sensor cutting tidak jalan	02/02/2008	09.00 - 10.30	2,5
2		07.15	selang bocor	02/04/2008	7.30 - 11.00	1,75
						<b>Σ 4,25</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Maret, 2008 03	08.30	selang pendingin pecah-ganti Selang	03/03/2008	09.00 - 10.00	1,5
						<b>Σ 1,5</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	Mei, 2008 06	08.45	cutting kondisi conveyor belt fault	06/52008	10.00 - 11.30	2,75
						<b>Σ 2,75</b>

No	Tanggal Kerusakan	Waktu kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu perbaikan	Stop Hour
1	April, 2008 26	07.45	Selang pendingin rusak-ganti selang	26/4/2008	08.00 - 09.00	1,25
						<b>Σ 1,25</b>





**JUMLAH FREKUENSI KERUSAKAN, STOP HOUR MESIN DAN  
KOMPONEN MESIN LASER CUTTING**

<b>No</b>	<b>Nama Mesin</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	Laser Cutting	18

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>Frekuensi kerusakan</b>
1	Selang pendingin	9
2	Belt Fault	5
3	Sensor cutting	4

<b>No</b>	<b>Nama mesin</b>	<b>Stop Hours</b>
1	Laser Cutting	32,32

<b>No</b>	<b>Nama Komponen</b>	<b>stop Hours</b>
1	Selang pendingin	15,577
2	Belt Fault	10,083
3	Sensor cutting	6,66

**DATA KERUSAKAN KOMPONEN DARI MESIN KRITIS**

NO	Tanggal kerusakan	keterangan	Tanggal perbaikan	Waktu kerusakan	Jam perbaikan		TTR (JAM)	TTF (JAM)
					Mulai	Selesai		
1	02/01/2007	Hasil potongan tidak sesuai	02/01/2007	8.30	09.20	15.15	4,917	-
2	04/01/2007	Kondisi terjepit pisau tidak mau naik	04/01/2007	10.25	10.50	15.40	3,833	12,167
3	09/01/2007	Kondisi terjepit pisau tidak jalan	09/01/2007	7.45	8.00	9.40	1,667	9,08
4	19/01/2007	hold down bocor-Blade lower and upper rusak	19/01/2007	9.00	9.15	13.30	3,25	63,33
5	30/01/2007	Potongan tidak sesuai	30/01/2007	13.40	14.00	15.50	1,833	56,167
6	05/02/2007	Lower Blade anjlok	05/02/2007	10.30	11.10	12.00	0,833	27,67
7	26/02/2007	Hasil potongan tidak sesuai	26/02/2007	7.25	7.50	12.00	4,167	116,417
8	07/03/2007	Pisau tidak jalan	07/03/2007	7.45	7.50	15.30	6,667	52,75
9	21/03/2007	Pisau tumpul	21/03/2007	8.00	8.15	12.00	3,75	65,5
10	30/03/2007	Pisau tidak center	30/03/2007	8.10	8.25	11.35	3,167	53,167
11	10/04/2007	Hasil potongan tidak center	10/04/2007	11.20	11.35	14.25	1,833	47,75
12	20/04/2007	Hasil potongan tidak sempurna	20/04/2007	8.35	9.55	11.00	1,083	59,167
13	30/04/2007	Kondisi terjepit pisau tidak mau naik	30/04/2007	14.00	14.25	16.00	1,583	50
14	16/05/2007	Perbaiki upper blade	16/05/2007	8.45	9.00	9.50	0,833	89,75
15	31/05/2007	Material sering terjepit dan rusak-ganti blade upper dan lower	31/05/2007	14.00	14.35	15.45	1,167	99,167
16	26/06/2007	Pisau tumpul	26/06/2007	08.00	8.25	11.00	2,583	129,25
17	20/07/2007	Hasil potongan tidak center	20/07/2007	10.00	10.20	11.50	1,5	143
18	31/07/2007	Lower Blade anjlok	31/07/2007	14.30	14.40	16.00	1,333	65,667
19	07/08/2007	Pisau tumpul	07/08/2007	13.10	13.20	16.00	3,333	37,167
20	14/08/2007	Material sering terjepit dan rusak-setting blade upper	14/08/2007	07.15	8.15	9.40	1,417	32,25

21	29/08/2007	Blade macet	29/08/2007	11.30	13.00	15.40	2,667	122,33
22	13/09/2007	Pasang counter potong	13/09/2007	7.15	7.20	8.35	1,25	88,58
23	20/09/2007	Setting Blade upper dan lower	20/09/2007	14.10	14.30	15.45	1,25	44,584
24	04/10/2007	Material sering terjepit dan rusak-setting blade upper	04/10/2007	11.25	13.10	15.00	1,833	76,67
25	30/10/2007	hold down bocor-Blade lower rusak	30/10/2007	13.15	13.25	15.00	1,583	142,25
26	12/11/2007	Pisau tidak jalan	12/11/2007	11.15	11.25	13.30	1,083	69,25
27	20/11/2007	Perbaiki upper blade	20/11/2007	9.00	9.10	11.45	2,583	44,5
28	22/11/2007	Memperbaiki material penjepit- blade upper dan lower error	22/11/2007	9.00	9.25	10.50	1,417	13,25
29	06/12/2007	Pasang counter potong	06/12/2007	7.50	8.10	9.00	0,833	77,0003
30	21/12/2007	Pisau tidak center	21/12/2007	13.10	13.30	15.40	2,167	83,167
31	26/12/2007	Material sering terjepit dan rusak-setting blade upper	26/12/2007	8.00	8.30	15.45	6,25	9,3
32	9/1/2008	Hasil potongan tidak center	9/1/2008	14.00	14.30	15.45	1,250	62,25
33	24/01/2008	Pasang counter potong	24/01/2008	07.30	08.00	10.00	2,0	72,75
34	6/3/2008	Material sering terjepit dan rusak-setting blade upper dan lower	6/3/2008	08.00	08.15	15.00	5,750	71
35	14/03/2008	Kondisi terjepit pisau tidak mau naik	14/03/2008	13.00	13.15	14.15	1,0	38
36	18/03/2008	Lower Blade anjlok	18/03/2008	13.00	13.25	14.20	0,917	14,75
37	15/04/2008	Pisau tidak jalan	15/04/2008	14.00	14.15	16.30	2,250	143,67
38	21/04/2008	Hasil potongan tidak center	21/04/2008	11.45	13.25	14.45	1,333	28,75
39	28/04/2008	Pisau Tumpul	28/04/2008	07.15	07.30	15.30	7,0	33,5
40	22/05/2008	Pisau tumpul	22/05/2008	07.45	08.15	11.00	2,750	105,25
41	30/05/2008	Kondisi terjepit pisau tidak mau naik	30/05/2008	07.00	07.30	14.30	6,0	44
42	2/6/2008	hold down bocor-Blade lower rusak	2/6/2008	13.50	14.10	16.00	1,833	7,33
43	16/06/2008	Hasil potongan tidak center	16/06/2008	11.30	13.00	15.00	2,0	76,5
44	25/06/2008	Material sering terjepit dan rusak-ganti blade upper dan lower	25/06/2008	07.00	07.10	11.10	4,0	49
45	14/07/2008	Dua hold down bocor-Blade lower rusak	14/07/2008	15.00	15.15	16.00	0,750	107,83

46	21/07/2008	Pisau tumpul	21/07/2008	09.35	10.00	13.25	2,417	34.58
47	28/07/2008	Potongan tidak sempurna	28/07/2008	08.20	13.10	14.15	1,083	35.91
48	4/8/2008	Material sering terjepit dan rusak-perbaiki blade upper dan lower	4/8/2008	07.40	08.00	11.00	3,0	34.42
49	19/08/2008	Pisau tidak jalan	19/08/2008	11.00	13.10	15.45	2,583	87
50	9/9/2008	Dua buah hold down bocor-Blade lower rusak	9/9/2008	13.20	14.00	15.30	1,50	117.58
51	15/09/2008	Perbaiki upper blade	15/09/2008	08.00	08.40	09.20	0,667	25.5
52	10/10/2008	Perbaiki upper blade	10/10/2008	09.00	09.10	10.20	1,167	95.57
53	14/10/2008	Pisau tidak jalan	14/10/2008	07.15	07.30	10.00	2,50	12.92
54	07/11/2008	Hasil potongan tidak sempurna	07/11/2008	13.40	14.15	16.00	1,750	146.67
55	19/11/2008	Memperbaiki material penjepit- blade upper dan lower error	19/11/2008	07.15	07.45	10.45	3,0	56.25
56	17/12/2008	Material sering terjepit-setting blade	17/12/2008	07.50	07.45	11.15	3,50	149.08