



**USULAN JADWAL PENGGANTIAN PART SEBAGAI  
PREVENTIF MAINTENANCE KENDARAAN TRUK  
DI PT. TTNT**

**Oleh  
Muhammad Ichsan  
NIM : 004201205116**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Akademik  
Mencapai Gelar Strata Satu  
Pada Fakultas Teknik  
Program Studi Teknik Industri**

**2017**

## **LEMBAR REKOMENDASI PEMBIMBING**

Skripsi yang berjudul “**Usulan Jadwal Penggantian Part Sebagai Preventif Maintenance Kendaraan Truk di PT.TTNT**” yang disusun dan diajukan oleh Muhammad Ichsan sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Strata Satu (S1) pada Fakultas Teknik telah ditinjau dan dianggap memenuhi persyaratan sebuah skripsi. Oleh karena itu, Saya merekomendasikan skripsi ini untuk maju sidang.

**Cikarang, Indonesia, 27 Januari 2017**

**Ir. Andira, MT.**

## **LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya menyatakan bahwa skripsi berjudul **“Usulan Jadwal Penggantian Part Sebagai Preventif Maintenance Kendaraan Truk di PT. TTNT”** adalah hasil dari pengetahuan terbaik Saya dan belum pernah diajukan ke Universitas lain maupun diterbitkan baik sebagian maupun secara keseluruhan.

**Cikarang, Indonesia, 27 Januari 2017**

**Muhammad Ichsan**

**USULAN JADWAL PENGGANTIAN PART SEBAGAI  
PREVENTIF MAINTENANCE KENDARAAN TRUK  
DI PT. TTNT**

Oleh

**Muhammad Ichsan**

**NIM : 004201205116**

Disetujui oleh

**Tetuko Kurniawan, ST., MS.**

Dosen Pembimbing II

**Ir. Andira, MT.**

Kepala Program Studi Teknik Industri

## ABSTRAK

PT. Toyota *Tsusho Nasmoco Transport* adalah perusahaan yang bergerak dibidang jasa transportasi logistik untuk mendistribusikan komponen-komponen perusahaan otomotif Jepang di Indonesia. Didalam menjalankan kegiatan operasional perusahaan, dibutuhkan truk sebagai salah satu sumber daya utama perusahaan. Setiap truk yang digunakan memiliki masa pakai yang berbeda sehingga kerusakan pada setiap komponen juga berbeda. Belum adanya perawatan berkala yang menyeluruh, menyebabkan beberapa perawatan masih bersifat korektif, hal ini mengakibatkan truk sering mengalami kerusakan secara tiba-tiba dan tentunya menghambat proses pengiriman. Dalam penelitian ini penulis mencoba untuk menerapkan perawatan preventif terhadap truk yang dimiliki oleh perusahaan, yaitu truk kode 830 sebagai truk dengan kerusakan paling tinggi sebesar 70 kerusakan dan truk kode 837 sebagai truk dengan kerusakan paling rendah yaitu 14 kerusakan. Metode yang digunakan untuk dapat mengetahui komponen yang sering mengalami kerusakan dengan menerapkan pareto. Dalam penelitian ini ditentukan TTR, TTF, MTTF, MTTR, tingkat keandalan (*reliability*), untuk dapat mengetahui selang waktu untuk proses penggantian atau pengecekan komponen. Selain itu dilakukan perbandingan perhitungan antara biaya korektif *maintenance* dan *preventive maintenance*. Setelah dilakukan perhitungan untuk menentukan perawatan preventif untuk keempat komponen kritis yang sering mengalami kerusakan didapatkan kenaikan biaya yaitu sebesar 122% untuk truk 830 dan 214% untuk truk 837 atau sebesar Rp 600.000,00 tiap unitnya. Namun disisi yang lain dengan adanya metode baru dalam perawatan truk, yaitu *preventive maintenance* diharapkan dapat mengurangi kerugian karena adanya perbaikan mendadak baik dari segi jam kerja dan meningkatkan kepuasan terhadap pelayanan.

Kata kunci: *maintenance*, perbaikan *preventive*, perbaikan korektif, *reliability*.

## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya yang selalu menyertai, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Usulan Jadwal Penggantian Part Sebagai Preventif Maintenance Kendaraan Truk di PT. TTNT* ini. Laporan penulisan ini merupakan salah satu bagian dari persyaratan untuk penulis memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Industri *President University*.

Dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam laporan penelitian ini, terutama kepada yang terhormat :

1. Papah Mamah sebagai orang tua yang selalu mendukung penulis untuk menyelesaikan Studi S1 ini, Uni Egi Kakak yang selalu memberikan masukan yang positif, Lia Nur Alia Rahmah adik yang memberi motivasi dengan S2 yang sedang ditempuhnya, beserta Kayla dan Reno dua keponakan tercinta yang selalu menjadi motivasi ketika semua terlihat tidak mungkin.
2. Bapak Dr.-Ing Erwin Sitompul selaku Dekan Fakultas Teknik *President University*.
3. Ibu Ir. Andira, MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Industri *President University*, sekaligus dosen pembimbing I bagi penulis atas bimbingan dan arahnya dalam menyelesaikan skripsi.
4. Bapak Tetuko Kurniawan, ST., MS. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan terkait penyelesaian skripsi.
5. Seluruh dosen *President University* atas ilmu pengetahuan dan pembelajarannya yang sangat bermanfaat bagi penulis.
6. Mutiara Ramrika yang telah memberikan banyak bantuan, saran dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian skripsi.

7. Teman teman Teknik Industri *President University* angkatan 2012 atas kebersamaan yang telah dilalui selama hampir 5 tahun, semoga kita semua lulus dan wisuda dengan hasil yang terbaik.
8. Seluruh jajaran staff dilingkungan *President University* yang telah banyak membantu penulis dalam proses kelancaran kegiatan selama perkuliahan.

Pada akhirnya penulis menyadari bahwa penulisan penelitian skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis memohon saran serta kritik yang membangun untuk perbaikan di waktu mendatang. Semoga skripsi ini dapat menjadi pengetahuan dan memberikan manfaat bagi kita semua.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Bekasi, 27 Januari 2017

Muhammad Ichsan

# DAFTAR ISI

COVER .....	
LEMBAR REKOMENDASI PEMBIMBING .....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TERMINOLOGI .....	xii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Asumsi .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II .....	4
STUDI PUSTAKA .....	4
2.1 Pengertian <i>Total Productive Maintenance</i> .....	4
2.2 Pengertian <i>Maintenance</i> .....	5
2.3 Pengertian Keandalan .....	7
2.4 Distribusi Kerusakan .....	7
2.5 Uji Anderson Darling .....	15
2.6 Definisi <i>P-Value</i> .....	16
2.7 Definisi Truk .....	16
BAB III .....	22
METODOLOGI PENELITIAN .....	22

3.1 Observasi Pendahuluan.....	23
3.2 Identifikasi Masalah.....	23
3.3 Studi Pustaka.....	23
3.4 Pengolahan Data dan Analisis .....	23
3.5 Simpulan dan Saran .....	23
BAB IV .....	25
PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS .....	25
4.1 Studi Pendahuluan .....	25
4.2 Pengolahan Data .....	29
4.3 Analisa data.....	56
BAB V .....	61
SIMPULAN DAN SARAN .....	61
5.1. Simpulan .....	61
5.1 Saran .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62
LAMPIRAN.....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Kerusakan Kendaraan Truk Tipe Tahun Pembuatan 2008 Pada Tahun 2015 .....	26
Tabel 4.2	Jam Operasi Truk 830 dan Truk 837 .....	27
Tabel 4.3	Jumlah Kerusakan Truk 830 .....	28
Tabel 4.4	Jumlah Kerusakan Truk 837 .....	28
Tabel 4.5	TTR dan TTF Untuk Kerusakan Komponen Lampu.....	30
Tabel 4.6	TTR dan TTF Untuk Kerusakan Komponen <i>Accu</i> .....	31
Tabel 4.7	TTR dan TTF Untuk Kerusakan Komponen <i>Wing</i> .....	32
Tabel 4.8	TTR dan TTF Untuk Kerusakan Komponen Rem.....	33
Tabel 4.9	Pola Distribusi dan Nilai Anderson Darling Truk 830 .....	34
Tabel 4.10	Parameter Distribusi TTR Truk 830 .....	35
Tabel 4.11	Pola Distribusi dan Nilai Anderson Darling Truk 837 .....	36
Tabel 4.12	Parameter Distribusi TTR Truk 837 .....	36
Tabel 4.13	Pola Distribusi dan Nilai Anderson Darling TTF Truk 830 .....	37
Tabel 4.14	Parameter Distribusi TTF Truk 830.....	38
Tabel 4.15	Pola Distribusi dan Nilai Anderson Darling TTF Truk 837 .....	38
Tabel 4.16	Parameter Distribusi TTF Truk 837.....	39
Tabel 4.17	MTTR Komponen : Lampu, <i>Accu</i> , <i>Wing</i> .....	39
Tabel 4.18	MTTR Komponen : Rem.....	40
Tabel 4.19	MTTF Komponen : Lampu, <i>Accu</i> , <i>Wing</i> .....	40
Tabel 4.20	MTTF Komponen : Rem .....	41
Tabel 4.21	Perhitungan Interval Pergantian Komponen Lampu.....	46
Tabel 4.22	Perhitungan Interval Pergantian Komponen <i>Accu</i> .....	49
Tabel 4.23	Perhitungan Interval Pergantian Komponen <i>Wing</i> .....	52
Tabel 4.24	Perhitungan Interval Pergantian Komponen Rem .....	54
Tabel 4.25	Biaya <i>Cost Up Preventive Maintenance</i> .....	56
Tabel 4.26	Jadwal Pergantian Komponen Lampu .....	58
Tabel 4.27	Jadwal Pergantian Komponen <i>Accu</i> .....	59
Tabel 4.28	Jadwal Pergantian Komponen <i>Wing</i> .....	59

Tabel 4.29	Jadwal Pergantian Komponen Rem .....	60
------------	--------------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola distribusi Lognormal .....	8
Gambar 2.2	Pola distribusi normal .....	11
Gambar 2.3	Truk .....	17
Gambar 2.4	Lampu Truk.....	17
Gambar 2.5	<i>Accu</i> Truk .....	18
Gambar 2.6	<i>Wing</i> Truk .....	18
Gambar 2.7	Kopling Truk.....	19
Gambar 2.8	Ban Truk .....	19
Gambar 2.9	Rem Truk .....	19
Gambar 2.10	Oli Truk.....	20
Gambar 2.11	Spion Truk.....	20
Gambar 2.12	Terpal Truk.....	20
Gambar 2.13	<i>Fan Belt</i> .....	21
Gambar 4.1	Grafik Keandalan Lampu.....	47
Gambar 4.2	Grafik Keandalan <i>Accu</i> .....	50
Gambar 4.3	Grafik Keandalan <i>Wing</i> .....	53
Gambar 4.4	Grafik Keandalan Rem.....	56
Gambar 4.5	Perbandingan Biaya Perbaikan Korektif dan Preventif Truk 830.....	57
Gambar 4.6	Perbandingan Biaya Perbaikan Korektif dan Preventif Truk 837.....	57

## DAFTAR TERMINOLOGI

- *Maintenance* : suatu tindakan yang dilakukan untuk memelihara dan menjaga suatu barang agar dapat berjalan sebagaimana mestinya dan dalam kondisi yang dapat diterima.
- *Breakdown* : kegagalan fungsi dari suatu barang sehingga menghilangkan atau mereduksi kegunaan barang tersebut.
- *preventive maintenance* : tindakan perawatan yang dilakukan pada selang waktu tertentu yang telah ditetapkan dan direncanakan sebelumnya dengan cara membersihkan dan melakukan penggantian terhadap komponen-komponen yang memang sudah habis masa pakainya agar tidak sampai terjadi kerusakan pada suatu mesin
- Keandalan : Suatu barang atau alat dikatakan andal jika probabilitas barang tersebut dalam menjalankan fungsinya selama periode waktu tertentu berjalan secara konsisten.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Perkembangan zaman dewasa ini yang semakin global membuat persaingan dalam dunia usaha menjadi lebih ketat, setiap pelaku usaha dituntut untuk dapat bertahan dan terus berkembang dalam menjalankan usahanya, baik usaha yang bergerak dibidang manufaktur ataupun yang bergerak dibidang jasa. Mempertahankan kualitas merupakan salah satu bagian penting dalam upaya tetap bertahan dan terus berkembang agar dapat bersaing dengan pesaing lainnya yang semakin bertambah, khususnya untuk perusahaan yang bergerak dibidang usaha jasa. Dalam dunia usaha jasa salah satu tolak ukur kualitas sebuah perusahaan adalah bagaimana perusahaan dapat meningkatkan produktifitasnya dengan cara ketersediaan jasa yang selalu tersedia sebagai bentuk pelayanan yang optimal terhadap pelanggan. Pelayanan yang optimal akan membuat kepuasan pelanggan tercapai sehingga tidak akan beralih kepada pesaing yang lain.

Pada PT. *Toyota Tsusho Logistic Center Nasmoco Transport* atau yang disingkat dengan PT. TTNT, sebuah perusahaan jasa transportasi logistik pengiriman komponen atau barang perusahaan-perusahaan otomotif Jepang di Indonesia, dimana tiga besar perusahaan tersebut diantaranya yaitu PT. *Toyota Motor Manufacturing* Indonesia (TMMIN), PT. *Astra Daihatsu Motor* (ADM), dan PT. *Yamaha Motor Manufacturing* Indonesia (YIMM). Dalam menjalankan kegiatan usahanya PT. TTNT menggunakan dua sumber daya utama yaitu Truk (*Machine*), dan Supir/Operator (*Man Power*).

Sumber daya truk yang dimiliki oleh PT. TTNT berjenis truk HINO dengan tipe truk yang diurutkan berdasarkan tahun pembuatannya yaitu, tahun 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2011, 2012, 2013, dan 2015. Setiap kendaraan truk memiliki umur pakai/*life cycle* dari tiap komponennya, umur pakai ini mempengaruhi kinerja dari truk PT. TTNT. Jika ada salah satu dari komponen truk yang umur

pakainya telah habis, maka dapat mengakibatkan kerusakan. Kerusakan yang terjadi ditangani oleh departemen *maintenance* PT. TTNT, namun penanganan yang dilakukan bersifat korektif atau penanganan dilakukan setelah terjadi kerusakan. Hal ini menyebabkan truk mengalami *breakdown time* yang berakibat truk tidak dapat digunakan untuk melakukan pengiriman, atau terjadinya keterlambatan pengiriman karena harus menunggu perbaikan truk terlebih dahulu. Hal ini yang menjadi masalah bagi PT. TTNT karena belum adanya penjadwalan perawatan *preventif* kendaraan truk secara menyeluruh, seperti pada kendaraan truk PT. TTNT dengan kode truk T830 yang memiliki kerusakan paling banyak pada tipenya sehingga menjadi penting untuk diteliti agar kerusakan tiba-tiba dapat dihindari. Adapun komponen kendaraan truk yang cukup sering terjadi kerusakan pada penulisan ini adalah lampu, *accu*, *wing*, dan rem.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada penelitian skripsi ini yang menjadi masalah untuk ditanggulangi adalah bagaimana membuat penjadwalan perawatan *preventif* untuk menghindari kerusakan yang bersifat korektif.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan penjadwalan *preventive* perawatan kendaraan truk sehingga kerusakan korektif dapat dicegah.

## **1.4 Batasan Masalah**

Pada pembuatan laporan skripsi ini diperlukan adanya batasan masalah agar permasalahan tidak melebar jauh, adapun ruang lingkup batasan masalahnya yaitu:

1. Data truk yang digunakan adalah truk pembuatan tahun 2008.
2. Data truk yang digunakan adalah truk untuk pengiriman ke *customer* YIMM dengan pengambilan area barang di Ejjip-Delta.
3. Penyebab kerusakan mesin tidak dibahas.
4. Pengambilan data dilakukan pada tahun 2015 berdasarkan data laporan perbaikan truk.

## **1.5 Asumsi**

Dalam pembuatan penelitian laporan skripsi ini ada asumsi yang dilakukan yaitu :

1. Lamanya perhitungan waktu *breakdown* dilakukan dari truk berada di area *maintenance* sampai truk dapat digunakan kembali.
2. Kemampuan atau keterampilan cara supir mengemudi kendaraan truk adalah sama.
3. Tidak ada perbedaan topografi, serta tidak ada perbedaan infrastruktur jalan pada tiap area yang dilalui kendaraan truk.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan ini adalah terdiri dari lima (5) bab. Aspek-aspek dalam laporan skripsi ini secara keseluruhan adalah :

### **BAB I            PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang masalah, pokok permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, asumsi, dan sistematika penulisan.

### **BAB II           STUDI PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang studi literatur yang digunakan dalam menyusun laporan skripsi.

### **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi pembahasan metode yang mendukung pemahaman dan penyelesaian yang akan ditampilkan pada analisis dan pembahasan.

### **BAB IV          PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS**

Bab ini menyajikan analisis dan pembahasan terhadap masalah yang terjadi dan berisi tentang implementasi serta penyelesaian terhadap masalah.

### **BAB V           SIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini adalah bab yang berisi suatu kesimpulan dari analisis dan pembahasan yang telah diperoleh pada bab sebelumnya disertai dengan saran-saran yang diusulkan, baik bagi pihak perusahaan maupun pengembangan penelitian selanjutnya.

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian *Total Productive Maintenance***

*Total Productive Maintenance* adalah salah satu sistem yang merupakan suatu konsep inovatif dari Jepang. *Total Productive Maintenance* atau disingkat TPM digunakan untuk memelihara sehingga dapat meningkatkan kualitas produksi melalui perawatan mesin dan alat-alat kerja. Hal utama dalam TPM adalah memastikan bahwa semua perlengkapan dan peralatan yang digunakan dalam produksi dapat beroperasi dalam keadaan terbaik agar dapat menghindari terjadinya kerusakan yang tiba-tiba sehingga menyebabkan keterlambatan dalam suatu proses produksi.

Konsep dasar dari TPM adalah *Preventive Maintenance* yang merupakan adopsi dari konsep Amerika Serikat. Konsep *Preventive Maintenance* sendiri dikenal pada tahun 1960 oleh Toyota yang merupakan perusahaan pertama yang memperkenalkan konsep TPM. Slogan dari konsep ini adalah “*Productivity Maintenance with Total Employee Participation*”. Adalah Seiji Nakajima yang pada kala itu merupakan *Vice Chairman Japan Institute of Plant Maintenance* (JIOPM) dikenal sebagai bapak TPM.

Tujuan dari konsep TPM adalah untuk mencegah terjadinya 6 kerugian atau yang lebih dikenal dengan *Six Big Losses*, 6 kerugian tersebut adalah :

1. *Breakdown*

Kerugian yang terjadi akibat rusaknya mesin, peralatan dan perlengkapan kerja. Kerusakan ini terjadi secara tiba-tiba diluar perkiraan sehingga menyebabkan proses produksi menjadi terhambat.

2. *Setup and Adjustments*

Kerugian yang diakibatkan perlunya persiapan ulang mesin, peralatan dan perlengkapan kerja.

3. *Small Stops*

Kerugian akibat terjadinya gangguan yang dapat menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi secara optimal.

4. *Slow Running*

Kerugian yang disebabkan karena mesin berjalan lebih lambat dari kecepatan yang diinginkan sehingga target tidak tercapai.

5. *Startup Defect*

Kerugian yang terjadi dan mengakibatkan terjadinya cacat produk saat *Startup* (saat awal mesin mulai beroperasi).

6. *Production Defect*

Kerugian yang disebabkan karena banyaknya cacat produk didalam proses produksi.

## **2.2 Pengertian *Maintenance***

*Maintenance* atau pemeliharaan/perawatan adalah suatu kegiatan yang memiliki tujuan untuk memelihara dan menjaga peralatan, mesin yang dimiliki oleh perusahaan. Termasuk juga didalamnya proses perbaikan dan penggantian *spare part* yang diperlukan agar suatu kegiatan produksi dapat terus berjalan dengan baik. Dengan adanya suatu perawatan, maka peralatan atau mesin akan dapat digunakan sesuai perencanaan proses produksi.

Menurut Supandi (2009), tindakan perawatan yang telah terorganisasi dengan baik adalah perawatan yang telah direncanakan dalam suatu jadwal perawatan dan perbaikan. Hal tersebut sebagai pengendalian agar dalam pelaksanaan perawatan sesuai dengan rencana yang sudah ditetapkan sebelumnya. Ada beberapa jenis perawatan yaitu :

1. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Perawatan pencegahan memiliki tujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin. Kerusakan ini sudah dapat diprediksi sebelumnya dengan perencanaan perawatan yang baik. Kegiatan perawatan pencegahan diantaranya yaitu pekerjaan pengecekan, penyetelan, pelumasan dan perbaikan kecil untuk mencegah kerusakan. Perawatan pencegahan ini dilakukan sebelum kerusakan tersebut terjadi.

2. Perawatan Korektif (*Corrective Maintenance*)

Perawatan korektif adalah merupakan tindakan perawatan yang dilakukan dalam meningkatkan kondisi dari suatu fasilitas pabrik sehingga dapat beroperasi sesuai standar yang telah ditetapkan sebelumnya. Perawatan korektif direncanakan untuk mengembalikan keadaan barang ke kondisi semula. Hal ini disebabkan tidak berfungsinya alat dengan baik dan mengalami kerusakan.

Menurut Devi Costania Siagian (2013), dalam melakukan penghitungan biaya perbaikan secara korektif menggunakan rumus sebagai berikut :

$C_p = \text{Biaya Komponen} + (\text{waktu penggantian} \times \text{gaji per jam}) + (\text{kapasiti per jam} \times \text{waktu penggantian} \times \text{loss produksi})$

$C_p = \text{Biaya Perbaikan Korektif}$  (2-1)

3. Perawatan Jalan (*Running Maintenance*)

Perawatan jalan adalah perawatan yang dilakukan pada mesin ketika sedang beroperasi. Tindakan perawatan ini dilakukan terhadap mesin yang terus menerus beroperasi dalam proses produksi. Pada saat melakukan tindakan perawatan jalan harus selalu dibarengi dengan monitoring terhadap alat secara aktif tujuannya agar tidak mengganggu jalannya produksi.

4. Perawatan Prediktif (*Predictive Maintenance*)

Perawatan prediktif adalah tindakan perawatan yang dilakukan sehingga dapat mengetahui terjadinya perubahan atau kelainan teknis dari suatu alat ataupun mesin. Biasanya tindakan perawatan prediktif ini menggunakan suatu alat bantu teknologi.

5. Perawatan Setelah Kerusakan (*Breakdown Maintenance*)

Perawatan ini adalah perawatan yang dilakukan setelah kerusakan tersebut terjadi. Dalam melakukan perawatan ini diperlukan komponen atau *spare part* sebagai pengganti.

Selain itu, ada dua jenis penurunan yang terjadi pada mesin atau peralatan diantaranya yaitu :

1. Penurunan Mesin Disebabkan Kesalahan Manusia.

Mesin dan peralatan dapat mengalami kerusakan atau mengalami penurunan yang disebabkan kesalahan manusia (*human error*). Hal ini akan

mempercepat mesin menjadi aus, mesin yang mendapatkan perlakuan kasar dan tidak sewajarnya akan cepat mengalami rusak dan menurun performanya.

## 2. Penurunan Mesin Secara Alami

Kerusakan mesin dan peralatan yang disebabkan oleh keausan mesin sendiri.

Hal tersebut karena telah digunakan dalam jangka waktu yang lama.

Diharapkan dengan adanya suatu perawatan, mesin dan peralatan dapat dilakukan tindakan untuk mengganti komponen mesin dalam suatu periode tertentu sebelum terjadi kerusakan fatal.

## 2.3 Pengertian Keandalan

Keandalan atau *reliability* adalah suatu penerapan perancangan pada suatu komponen agar komponen tersebut dapat menjalankan fungsinya secara baik, tanpa adanya kegagalan, sesuai dengan rancangan proses yang telah dibuat.

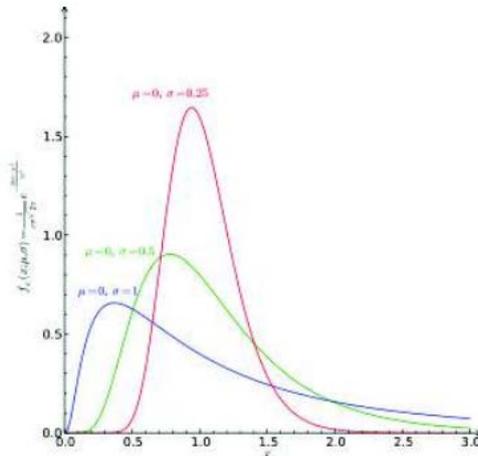
Dalam fungsi statistik keandalan  $R(t)$  adalah probabilitas dari suatu barang untuk tidak mengalami suatu kerusakan dalam periode waktu tertentu ( $t$ ). Selain itu, fungsi keandalan  $R(t)$  dapat didefinisikan sebagai probabilitas dari suatu barang untuk berjalan sesuai fungsinya berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan pada selang periode waktu tertentu ( $t$ ).

## 2.4 Distribusi Kerusakan

Distribusi kerusakan adalah informasi dasar mengenai umur komponen mesin dalam sebuah populasi. Ada beberapa distribusi kerusakan yang sering digunakan yaitu *Weibull Distribution*, *Lognormal Distribution*, *Normal Distribution*, dan *Exponential Distribution*. Dalam penelitian ini kita hanya membahas 4 distribusi, namun yang digunakan yaitu hanya distribusi normal dan lognormal.

### 2.4.1 Distribusi Lognormal

Distribusi ini memerlukan 2 parameter di dalamnya dimana  $s$  sebagai *shape parameter* dan  $t$  med sebagai *location parameter*. Biasanya menggunakan *mean* ( $\mu$ ) dan deviasi standart ( $\sigma$ ) dari  $\log(X)$ .



**Gambar 2.1 Pola distribusi Lognormal**

Beberapa fungsi yang biasa digunakan pada distribusi lognormal

1. *Probability Density Function* (2-2)

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

$f(t)$  = probability density function

$s$  = scale

$med$  = median

$t$  = waktu

$e$  = 2,7183

2. *Cumulative Distribution Function* (2-3)

*Cumulative distribution function* adalah hasil penjumlahan data *probability density function* dari tiap *range*. Total dari nilai *cumulative distribution function* adalah 1 karena jumlah dari peluang yang ada nilainya 1. *Cumulative distribution function* dapat dirumuskan dalam formula dibawah ini.

$$F(t) = \Phi \left( \frac{1}{s} \ln \frac{t}{tmed} \right)$$

$F(t)$  = cumulative distribution function

$t$  = waktu

$med$  = median

3. *Reliability Function* (2-4)

*Reliability function* atau fungsi keandalan adalah probabilitas dari suatu peralatan untuk dapat beroperasi secara baik tanpa mengalami kerusakan dalam periode waktu tertentu. Fungsi keandalan dinyatakan sebagai berikut :

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

$R(t)$  = *reliability function*

$F(t)$  = *cumulative distribution function*

4. *Failure Rate Function* (2-5)

*Faliure rate function* atau fungsi laju kerusakan adalah probabilitas suatu peralatan akan mengalami kerusakan pada selang waktu berikutnya dan diketahui pada awal interval kondisinya baik. Pada dasarnya laju kerusakan dari suatu sistem akan selalu berubah sesuai dengan bertambahnya waktu. Sehingga kurva *bath up* adalah pola dasar dari laju kerusakan, adapun fungsi laju kerusakan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\lambda(t) = \frac{F(t)}{R(t)}$$

$\lambda(t)$  = *failure rate function*

$F(t)$  = *cumulative distribution function*

$R(t)$  = *reliability function*

5. *Mean Time To Failure* (2-6)

*Mean time to failure* (MTTF) adalah nilai rata-rata interval dari suatu kerusakan ke kerusakan yang lain. MTTF berguna untuk dapat mengetahui performa kinerja dan kemampuan dari peralatan yang digunakan. Rumus untuk MTTF dapat dilihat sebagai berikut :

$$MTTF = t_{med} \exp\left(\frac{s^2}{2}\right)$$

$MTTF$  = *Mean time to failure*

$t$  = waktu

$med$  = *median*

$s$  = *scale*

6. *Variance* (2-7)

*Variance* adalah jumlah kuadrat dari nilai selisih data observasi dengan nilai rata-ratanya, kemudian dibagi jumlah observasi. Varian digunakan untuk dapat mengetahui seberapa jauh sebaran nilai dari hasil observasi terhadap nilai rata-rata. Rumus varian dinyatakan sebagai berikut :

$$\sigma^2 = \frac{\sum(X - \mu)^2}{N}$$

- $\sigma$  = *variance*
- X = nilai populasi sebenarnya
- $\mu$  = populasi rata-rata
- X = jumlah populasi

7. *P-Value*

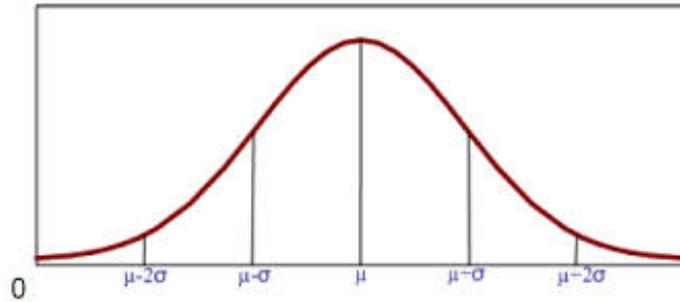
*P-Value* adalah nilai yang menunjukkan nilai signifikansi. *P-value* adalah ukuran probabilitas dari bukti untuk menolak atau menerima hipotesis null atau  $H_0$ . Nilai *P-value* yang didapat semakin kecil maka semakin kuat data atau bukti untuk menolak hipotesis nul.

8. *Failure Start Time & Finish Repair Time*

*Failure start time* adalah waktu dimana peralatan terjadi kerusakan sedangkan *finish repair time* adalah waktu dimana peralatan selesai diperbaiki dan digunakan.

### 2.4.2 Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan distribusi yang paling penting dalam analisis statistiska. Parameternya mengandung *mean* ( $\mu$ ) dan standart deviasi atau simpangan baku ( $\sigma$ ).



**Gambar 2.2 Pola distribusi normal**

Beberapa fungsi yang biasa digunakan pada distribusi normal

1. *Probability Density Function* (2-8)

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

$f(t)$  = *probability density function*

$t_{med}$  = *median*

$t$  = waktu

$e$  = 2,7183

2. *Cumulative Distribution Function* (2-9)

*Cumulative distribution function* adalah hasil penjumlahan data *probability density function* dari tiap *range*. Total dari nilai *cumulative distribution function* adalah 1 karena jumlah dari peluang yang ada nilainya 1. *Cumulative distribution function* dapat dirumuskan dalam formula dibawah ini.

$$F(t) = \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$F(t)$  = *cummulative distribution function*

$\sigma$  = *standart deviation*

$\mu$  = nilai rata-rata

3. *Reliability Function* (2-10)

*Reliability function* atau fungsi keandalan adalah probabilitas dari suatu peralatan untuk dapat beroperasi secara baik tanpa mengalami kerusakan dalam periode waktu tertentu. Fungsi keandalan dinyatakan sebagai berikut :

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

$R(t)$  = *reliability function*

$F(t)$  = *cummulative distribution function*

#### 4. Failure Rate Function (2-11)

*Failure rate function* atau fungsi laju kerusakan adalah probabilitas suatu peralatan akan mengalami kerusakan pada selang waktu berikutnya dan diketahui pada awal interval kondisinya baik. Adapun fungsi laju kerusakan untuk distribusi normal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\lambda(t) = \frac{F(t)}{\sigma R(t)}$$

$\lambda(t)$  = *failure rate function*

$F(t)$  = *cummulative distribution function*

$R(t)$  = *reliability function*

$\sigma$  = *variance*

#### 5. Mean Time To Failure (2-12)

*Mean time to failure* (MTTF) adalah nilai rata-rata interval dari suatu kerusakan ke kerusakan yang lain. MTTF berguna untuk dapat mengetahui performa kinerja dan kemampuan dari peralatan yang digunakan. Rumus untuk MTTF pada distribusi normal dapat dilihat sebagai berikut:

$$MTTF = \mu$$

MTTF = *Mean time to failure*

$\mu$  = Nilai Rata-rata

### 2.4.3 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial adalah distribusi yang memiliki laju kerusakan yang tidak berubah dan konstan terhadap waktu (*Constant Failure Rate Model*). Apabila ada peralatan yang memiliki laju kerusakan yang tetap atau konstan, maka dapat dipastikan bahwa perhitungannya dapat termasuk dalam distribusi eksponensial.

Perhitungan parameter dari distribusi eksponensial ini dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square method*).

Beberapa fungsi yang biasa digunakan pada distribusi eksponensial :

1. *Probability Density Function* (2-13)

$$f(t) = [\lambda e^{-\lambda t}]$$

$f(t)$  = *probability density function*

$\lambda$  = *Failure rate*

$t$  = waktu

$e$  = 2,7183

2. *Reliability Function* (2-14)

*Reliability function* atau fungsi keandalan adalah probabilitas dari suatu peralatan untuk dapat beroperasi secara baik tanpa mengalami kerusakan dalam periode waktu tertentu. Fungsi keandalan dinyatakan sebagai berikut :

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

$R(t)$  = *reliability function*

$F(t)$  = *cummulative distribution function*

3. *Failure Rate Function* (2-15)

*Failure rate function* atau fungsi laju kerusakan adalah probabilitas suatu peralatan akan mengalami kerusakan pada selang waktu berikutnya dan diketahui pada awal interval kondisinya baik. Pada dasarnya laju kerusakan dari suatu sistem akan selalu berubah sesuai dengan bertambahnya waktu. Sehingga kurva *bath up* adalah pola dasar dari laju kerusakan, adapun fungsi laju kerusakan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\lambda(t) = \frac{F(t)}{R(t)}$$

$\lambda(t)$  = *failure rate function*

$F(t)$  = *cummulative distribution function*

$R(t)$  = *reliability function*

4. *Mean Time To Failure* (2-16)

*Mean time to failure* (MTTF) adalah nilai rata-rata interval dari suatu kerusakan ke kerusakan yang lain. MTTF berguna untuk dapat mengetahui performa kinerja dan kemampuan dari peralatan yang digunakan. Rumus untuk MTTF dapat dilihat sebagai berikut:

$$MTTF = 1/\lambda$$

*MTTF* = *Mean time to failure*

$\lambda$  = *Failure rate*

**2.4.4 Distribusi Weibull**

Distribusi *Weibull* merupakan distribusi yang sering digunakan sebagai pendekatan untuk dapat mengetahui karakteristik dari suatu fungsi kerusakan karena perubahan nilai yang terjadi akan dapat mengakibatkan distribusi *Weibull* memiliki sifat tertentu atau ekuivalen dengan distribusi tertentu. Sama seperti distribusi eksponensial, distribusi weibull juga dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*least square method*).

1. *Probability Density Function* (2-17)

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

*f(t)* = *probability density function*

*t* = waktu

$\alpha$  = *scale parameter*

$\beta$  = *shape parameter*

$\gamma$  = *location parameter*

2. *Reliability Function* (2-18)

*Reliability function* atau fungsi keandalan adalah probabilitas dari suatu peralatan untuk dapat beroperasi secara baik tanpa mengalami kerusakan dalam periode waktu tertentu. Fungsi keandalan dinyatakan sebagai berikut :

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

$R(t)$  = reliability function  
 $\alpha$  = scale parameter  
 $\beta$  = shape parameter

3. *Failure Rate Function* (2-19)

*Failure rate function* atau fungsi laju kerusakan adalah probabilitas suatu peralatan akan mengalami kerusakan pada selang waktu berikutnya dan diketahui pada awal interval kondisinya baik. Pada dasarnya laju kerusakan dari suatu sistem akan selalu berubah sesuai dengan bertambahnya waktu. Sehingga kurva *bath up* adalah pola dasar dari laju kerusakan, adapun fungsi laju kerusakan dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\lambda(t) = \frac{F(t)}{R(t)}$$

$\lambda(t)$  = failure rate function  
 $F(t)$  = cumulative distribution function  
 $R(t)$  = reliability function

4. *Mean Time To Failure* (2-20)

*Mean time to failure* (MTTF) adalah nilai rata-rata interval dari suatu kerusakan ke kerusakan yang lain. MTTF berguna untuk dapat mengetahui performa kinerja dan kemampuan dari peralatan yang digunakan. Rumus untuk MTTF dapat dilihat sebagai berikut :

$$MTTF = \alpha \Gamma \left( \frac{1}{\beta} + 1 \right)$$

$MTTF$  = Mean Time to Failure  
 $\alpha$  = scale parameter  
 $\beta$  = shape parameter  
 $\Gamma$  = nilai gamma

## 2.5 Uji Anderson Darling

Uji Anderson Darling (AD) merupakan suatu uji statistik yang dinamai dari nama penemunya, yaitu Theodore Wilbur Anderson dan Donald A. Darling. Uji statistik ini digunakan untuk mengetahui pola distribusi dari suatu sampel data. Dalam sekumpulan data tertentu, jika dipetakan dengan menggunakan fasilitas uji AD, maka data tersebut akan memenuhi distribusi tertentu, hal ini diindikasikan dengan nilai AD yang terkecil. Semakin kecil nilai *AD-statistic* semakin baik, maka sebaran tersebut akan semakin sesuai dengan datanya. Berikut rumus untuk nilai Anderson Darling :

$$AD = -n - S \quad (2-21)$$

n = jumlah sampel

S = data sejumlah n

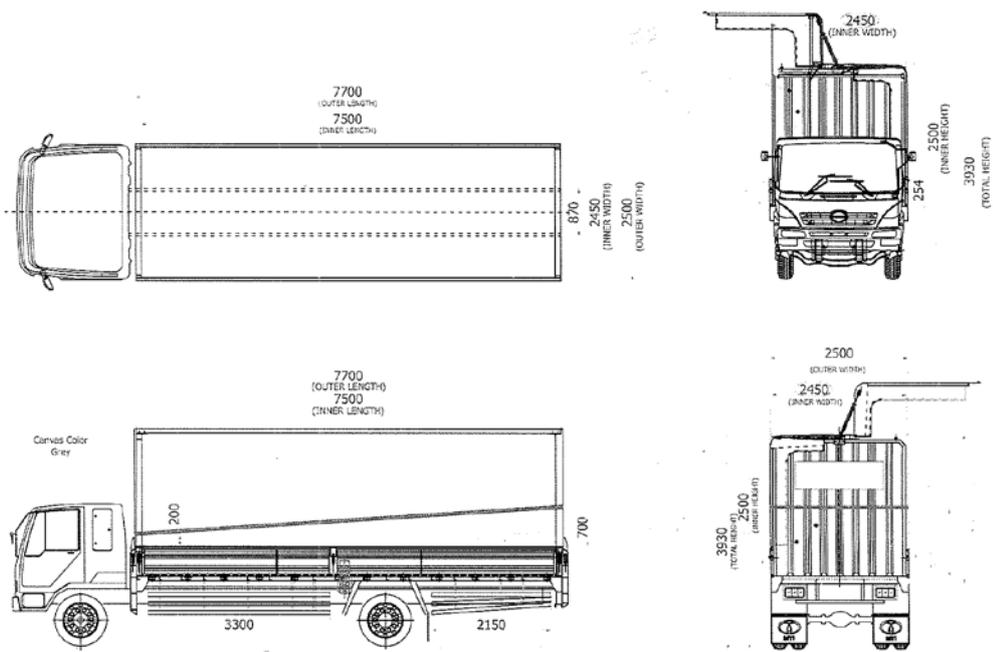
## 2.6 Definisi P-Value

*P-Value* adalah nilai yang menunjukkan nilai signifikansi. *P-value* adalah ukuran probabilitas dari bukti untuk menolak atau menerima hipotesis null atau  $H_0$ . Nilai *P-value* yang didapat semakin kecil maka semakin kuat data tersebut dan bukti untuk menolak hipotesis nul. Dalam penelitian ini perhitungan nilai *P-value* akan menggunakan *software* Minitab 17.

## 2.7 Definisi Truk

Menurut Apple (1990), truk adalah sebuah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan campuran atau merata sepanjang berbagai jalur dengan permukaan yang sesuai dengan fungsi utama "*memanuver*". Truk sering kali digunakan sebagai alat angkut dengan kapasitas yang besar dan dapat digunakan untuk jarak yang relatif jauh.

Dibawah ini adalah gambar truk yang digunakan dalam proses pengiriman :



**Gambar 2.3 Truk**

Sedangkan komponen–komponen yang sering mengalami kerusakan dalam truk ada beberapa, yaitu :

### **2.7.1 Lampu**

Lampu adalah alat yang digunakan untuk menerangi jalan terutama diperlukan untuk perjalanan pada malam hari. Lampu truk seperti gambar dibawah ini:



**Gambar 2.4 Lampu Truk**

### 2.7.2 *Accu*

Kegunaan *accu* atau lebih dikenal sebagai aki adalah sebagai alat yang menciptakan tenaga listrik yang akan digunakan pada saat *starter* dan lampu, klakson, penggerak *speedometer* dan penggerak jarum penunjuk bensin. *Accu* seperti pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.5 *Accu* Truk**

### 2.7.3 *Wing*

*Wing* adalah box penutup dari sebuah truk. Berguna untuk melindungi barang-barang yang ada didalam truk. *Wing* seperti pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.6 *Wing* Truk**

### 2.7.4 *Kopling*

*Kopling* adalah suatu alat yang digunakan untuk menghubungkan dua poros pada di kedua ujungnya, tujuannya adalah untuk mentransmisikan suatu daya mekanis. Gambar kopling seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2.7 Kopling Truk**

### **2.7.5 Ban**

Ban adalah suatu alat yang digunakan pada kendaraan bermotor sebagai penahan beban dari kendaraan. Ban biasanya diisi dengan angin. Gambar ban seperti dibawah ini:



**Gambar 2.8 Ban Truk**

### **2.7.6 Rem**

Rem adalah suatu alat yang digunakan untuk memperlambat atau menghentikan laju dari suatu kendaraan. Rem pada truk diletakkan dekat pada roda truk tersebut. Gambar rem seperti pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.9 Rem Truk**

### 2.7.7 Oli

Fungsi oli adalah untuk mendinginkan mesin yang telah menjadi panas dan sebagai *lubricant* terhadap mesin agar mengurangi gesekan. Gambar oli seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2.10 Oli Truk**

### 2.7.8 Spion

Spion adalah suatu alat yang terbuat dari kaca dan terletak di bagian kanan dan kiri dari kendaraan. Gunanya adalah untuk dapat membantu melihat keadaan kendaraan lain di sisi kanan dan kiri.



**Gambar 2.11 SpionTruk**

### 2.7.9 Terpal

Terpal digunakan sebagai penutup dari wing. Untuk menghindari panas dan sebagai identitas dari nama perusahaan. Gambar terpal seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2.12 Terpal Truk**

### **2.7.10 Fan Belt**

*Fan Belt* dalam truk digunakan untuk menyambungkan antara daya poros dengan poros lainnya dengan mengikuti laju putaran pada mesin kendaraan. Gambar *fan belt* seperti pada gambar dibawah ini :



**Gambar 2.13 Fan Belt**

### **2.7.11 Interlock**

Logam yang memiliki bentuk seperti tanda plus ini memiliki fungsi untuk menghubungkan dua as yang tidak segaris sumbu as nya. Menghubungkan *gearbox* dengan *propeller shaft* (as kopel). Dan juga mempunyai karakter sebagai as sehingga bila memungkinkan as kopel dapat bergerak naik dan turun.

### **2.7.12 Tambang Wing**

Tambang wing merupakan tali yang berada di *wing* atau box. Gunanya adalah untuk membantu terpal tertahan pada *wing* atau box kendaraan.

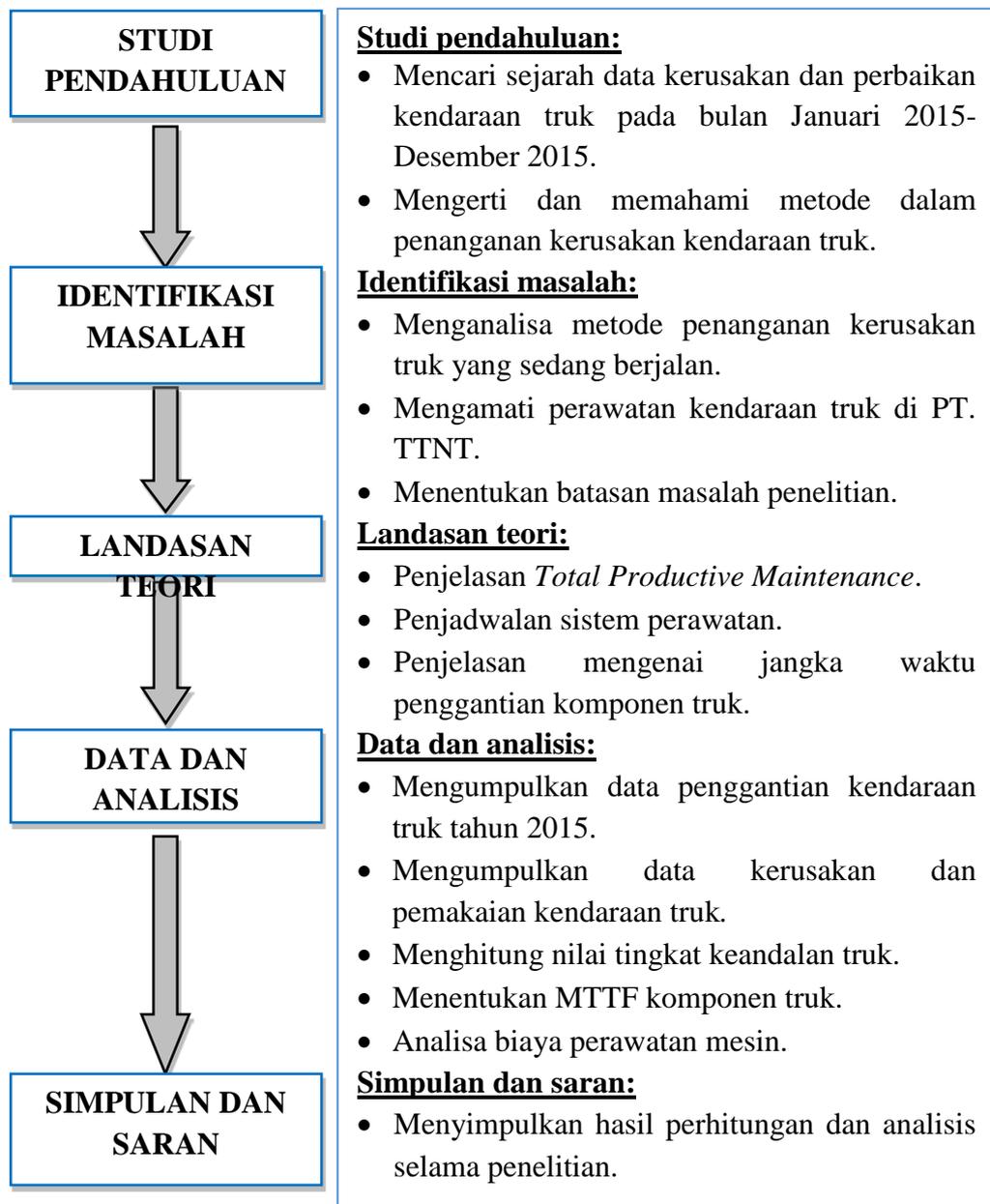
### **2.7.13 Klakson**

Klakson merupakan alat yang dapat mengeluarkan bunyi. Gunanya untuk memberikan peringatan kepada pengendara lain.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian untuk mengetahui proses yang dilakukan dibuatkan langkah-langkah penelitian dalam diagram alir yang merupakan ikhtisar dari prosedur penelitian yang dilakukan.



### **3.1 Observasi Pendahuluan**

Observasi dalam pengumpulan data dilakukan pada bulan Januari-Desember 2015 atau selama 1 tahun pada departemen *maintenance* di PT. TTNT. Observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi aktual agar data yang didapatkan merupakan kondisi sesungguhnya yang terjadi.

### **3.2 Identifikasi Masalah**

Masalah yang dihadapi oleh bagian departemen *maintenance* adalah belum adanya preventif *maintenance* pada kerusakan-kerusakan yang cukup sering terjadi. Tindakan *maintenance* yang dilakukan hanya bersifat korektif, yaitu diperbaiki apabila terjadi kerusakan.

### **3.3 Studi Pustaka**

Melakukan studi pustaka dengan cara mempelajari pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan teori yang mendukung dan berkaitan untuk menganalisa dan menyelesaikan masalah dengan mengacu pada batasan yang sudah ditentukan. Studi pendahuluan dilakukan dengan mencari dan mendapatkan referensi dari sumber-sumber ada yang terkait.

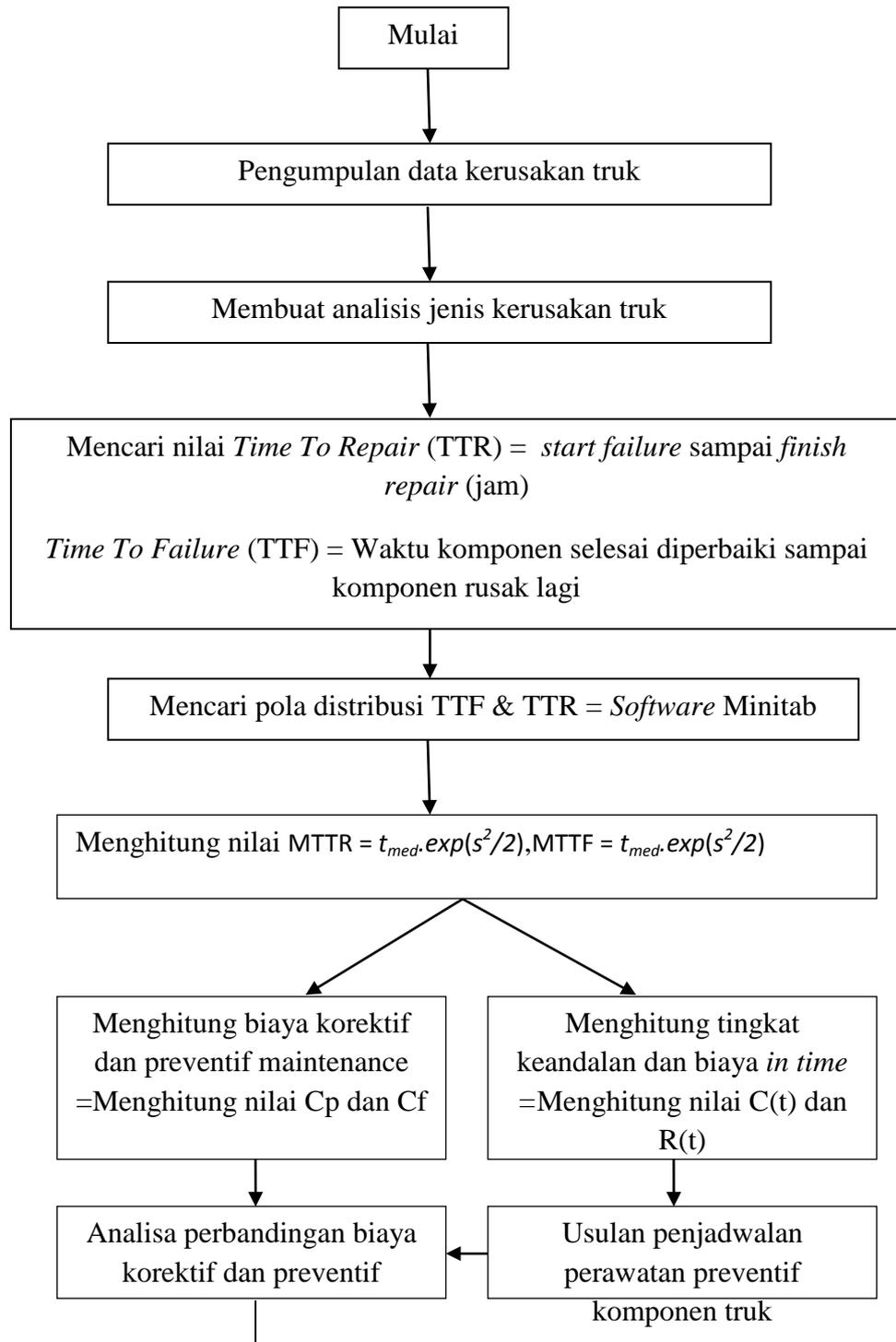
### **3.4 Pengolahan Data dan Analisis**

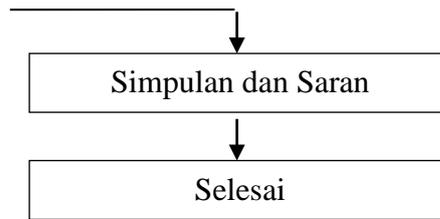
Pada bagian ini bertujuan untuk menganalisis data, membuktikan, menjelaskan serta menjawab akar dari permasalahan penelitian. Data-data yang dikumpulkan berkaitan dengan masalah kerusakan truk sesuai dengan tujuan penelitian, dimana data-data tersebut adalah data umum dalam internal perusahaan yang skala tingkat kerahasiaan tidak terlalu tinggi tetapi dianggap sudah cukup untuk selanjutnya diolah dalam tahap penelitian.

### **3.5 Simpulan dan Saran**

Dalam tahap terakhir penelitian ini berdasarkan hasil pengolahan data yang ada, diharapkan dengan adanya usulan penjadwalan preventif perawatan komponen truk dapat meminimalkan kerusakan yang terjadi pada kendaraan truk.

### Kerangka Metodologi Pemikiran





## **BAB IV**

### **PENGOLAHAN DATA DAN ANALISIS**

#### **4.1 Studi Pendahuluan**

Dalam sub bab pembahasan ini akan dilakukan observasi pada truk TTNT tipe pembuatan tahun 2008 terhadap jumlah jam operasi kendaraan truk dan data kerusakan yang terjadi pada kendaraan truk. Data yang diperoleh akan digunakan sebagai panduan atau acuan dasar dalam menentukan langkah kebijakan mengatur jadwal perbaikan preventif maupun korektif.

##### **4.1.1 Data Truk Tipe Pembuatan Tahun 2008**

Beberapa data yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

###### **4.1.1.1 Data Jumlah Kerusakan Truk Tipe Pembuatan Tahun 2008**

Dalam data ini jumlah jam kerusakan kendaraan akan ditunjukkan sebagai gambaran umum banyaknya permasalahan kendaraan truk yang terjadi di PT. TTNT. Adapun data yang akan digunakan dalam pembahasan ini adalah data selama periode Januari-Desember 2015, seperti yang dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.1 Kerusakan Kendaraan Truk Tipe Tahun Pembuatan 2008 Pada Tahun 2015**

<b>No</b>	<b>Kode Truk</b>	<b>Jumlah Kerusakan Tahun 2015</b>	<b>Keterangan</b>
1	801	31	
2	802	29	
3	803	28	
4	804	36	
5	805	16	
6	806	26	
7	807	32	
8	808	24	
9	809	29	
10	810	24	
11	811	38	
12	812	29	
13	813	17	
14	814	31	
15	815	25	
16	816	34	
17	817	27	
18	818	45	
19	819	20	
20	820	23	
21	821	36	
22	822	19	
23	823	31	
24	824	21	
25	825	20	
26	826	27	
27	827	26	
28	828	26	
29	829	24	
30	830	70	Jumlah kerusakan paling banyak
31	831	25	
32	832	26	
33	833	33	
34	834	28	
35	835	29	
36	836	32	

37	837	14	Jumlah kerusakan paling sedikit
38	838	19	
39	839	23	
40	840	25	
41	841	27	
42	842	21	
43	843	18	

Berdasarkan data tabel diatas dapat ditentukan dari 43 truk pembuatan tahun 2008 terdapat total 1184 kerusakan. Jumlah kerusakan truk tahun pembuatan 2008 rata-rata adalah 23 kerusakan, dimana jumlah kerusakan truk yang paling sedikit terdapat pada truk kode 837 sebanyak 14 kali, dan jumlah kerusakan truk yang paling banyak terjadi pada truk kode 830 sebanyak 70 kali kerusakan. Sehingga dalam pembahasan penelitian kerusakan ini akan difokuskan kepada truk kode 830 yaitu truk dengan jumlah kerusakan paling banyak, dan truk kode 837 yaitu truk dengan jumlah kerusakan paling sedikit dimana apabila tidak dilakukan preventif *maintenance* dapat menyebabkan kerusakan serta kerugian yang lebih besar lagi.

#### 4.1.2 Data Kendaraan Truk 830 dan Truk 837

##### 4.1.2.1 Data Jumlah Jam Operasi Truk 830 dan Truk 837

Data jumlah jam operasi adalah suatu data waktu keseluruhan operasi kendaraan truk selama periode waktu tertentu dalam satuan jam. Data yang akan diambil adalah data selama periode bulan Januari-Desember 2015, yang dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 4.2 Jam Operasi Truk 830 dan Truk 837**

No	Bulan	Jam Operasi Truk 830 (jam)	Jam Operasi Truk 837 (jam)
1	Jan-15	280	330
2	Feb-15	280	315
3	Mar-15	438	352
4	Apr-15	301	264
5	May-15	378	240
6	Jun-15	407	495
7	Jul-15	296	320
8	Aug-15	315	428
9	Sep-15	357	440
10	Oct-15	424	440

11	Nov-15	381	420
12	Dec-15	360	371

Berdasarkan data tabel 4.2 dapat dilihat frekuensi jam operasi dari kendaraan Truk 830 dan Truk 837. Pada Truk 830 frekuensi jam operasi tertinggi terjadi pada bulan Maret 2015 dengan jam operasi selama 438 jam, sedangkan frekuensi jam operasi terendah terjadi pada bulan Januari dan Februari 2015 dengan jam operasi selama 280 jam. Sedangkan pada Truk 837 dapat dilihat frekuensi jam operasi tertinggi terjadi pada bulan Juni 2015 dengan jam operasi selama 495 jam, sedangkan frekuensi jam operasi terendah terjadi pada bulan Mei 2015 dengan jam operasi selama 240 jam.

#### 4.1.2.2 Data Kerusakan Kendaraan Truk 830 Dan Truk 837

Data berikut dibawah ini menunjukkan frekuensi jumlah kerusakan kendaraan truk periode Januari-Deseember 2015.

**Tabel 4.3 Jumlah Kerusakan Truk 830**

No	Jenis Kerusakan	Jumlah Kerusakan	Jumlah Kumulatif	Persentase Kumulatif
1	Lampu	19	19	27%
2	Accu	10	29	41%
3	Wing	9	38	54%
4	Ban	6	44	63%
5	Kopling	6	50	71%
6	Oli	6	56	80%
7	Lockset	4	60	86%
8	Interlock	2	62	89%
9	Rem	2	64	91%
10	Tambang wing	2	66	94%
11	Terpal sobek	2	68	97%
12	Klakson	1	69	99%
13	Spion	1	70	100%

**Tabel 4.4 Jumlah Kerusakan Truk 837**

No	Jenis Kerusakan	Jumlah Kerusakan	Jumlah Kumulatif	Persentase Kumulatif
1	Rem	5	5	36%
2	Ban	2	7	50%
3	Wing	2	9	64%

4	Kabel Engine	1	10	71%
5	Kopling	1	11	79%
6	Lampu rem	1	12	86%
7	Rantai kopel	1	13	93%
8	Van belt	1	14	100%

Berdasarkan data tabel 4.3 dan tabel 4.4 dapat dilihat jenis dan frekuensi jumlah kerusakan pada truk 830 dan 837. Pada truk 830, yaitu truk yang memiliki jumlah kerusakan paling banyak, sebanyak 70 kali kerusakan, dapat ditunjukkan persentase kontribusi kerusakan truk sebesar 54% adalah jenis kerusakan lampu, *accu*, dan *wing* truk. Jenis kerusakan tersebut adalah jenis kerusakan yang memiliki jumlah kerusakan lebih dari 6 kali kejadian dalam satu tahun, oleh karena itu berdasarkan data tersebut untuk truk 830 penelitian akan difokuskan pada 3 jenis kerusakan. Sedangkan pada truk 837 yaitu truk yang memiliki jumlah kerusakan paling sedikit, sebanyak 14 kali kerusakan, dapat ditunjukkan persentase kontribusi kerusakan truk sebesar 36% adalah jenis kerusakan rem. Jenis kerusakan tersebut adalah jenis kerusakan yang memiliki jumlah kerusakan lebih dari 4 kali kejadian dalam satu tahun, oleh karena itu berdasarkan data tersebut untuk truk 837 penelitian akan difokuskan pada 1 jenis kerusakan.

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Waktu Kerusakan, *Time To Failure*, dan *Time To Repair* Truk 830

Data waktu kerusakan komponen beserta proses perbaikan dimulai dari kendaraan truk mengalami kerusakan lalu setelah itu dilakukan perbaikan oleh teknisi *maintenance* sampai selesai diperbaiki berdasarkan dari lembaran catatan perbaikan *maintenance*.

Data yang digunakan dan diambil adalah data *failure start time* dan *finish repair time*.

Dalam menghitung *time to failure* (TTF), kendaraan truk beroperasi rata-rata 19 jam dalam sehari dan 7 hari dalam seminggu. *Time to Repair* (TTR) adalah waktu perbaikan yang dihitung dari mulai terjadinya kerusakan sampai kendaraan truk dapat diperbaiki. Sedangkan waktu antar kerusakan (TTF) adalah waktu yang dihitung dari mulai beroperasinya kendaraan truk setelah mengalami kerusakan sampai mengalami kerusakan kembali.

Data yang digunakan dalam menghitung waktu kerusakan, TTF, dan TTR adalah periode Januari-Desember 2015

#### 4.2.1.1 Lampu

Dalam data ini diambil dari awal mula kerusakan (*failure start time*) sampai selesai diperbaiki (*finish repair time*). Berikut adalah tabel *time to repair* (TTR) dan *time to failure* (TTF) untuk komponen lampu.

**Tabel 4.5 TTR dan TTF Untuk Kerusakan Komponen Lampu**

No	Tanggal	<i>Failure Start Time (Hour)</i>	<i>Finish Repair Time (Hour)</i>	<b>TTR (Jam)</b>	<b>TTF</b>
1	28-Jan-15	21:30	21:40	0.17	0
2	3-Feb-15	8:40	9:00	0.33	130.99
3	5-Feb-15	17:00	17:05	0.08	56
4	23-Mar-15	19:00	19:30	0.50	1105.92
5	21-Apr-15	13:05	13:35	0.50	713.58
6	26-Apr-15	19:00	19:07	0.12	125.42
7	29-Apr-15	3:00	3:15	0.25	655.88
8	6-May-15	0:00	0:05	0.08	164.75
9	9-May-15	16:00	16:30	0.50	87.92
10	17-May-15	19:00	19:05	0.08	194.5
11	10-Jun-15	17:00	17:10	0.17	573.92
12	15-Jun-15	3:00	3:15	0.25	345.83
13	1-Jul-15	20:00	20:15	0.25	400.75
14	9-Jul-15	13:15	13:25	0.17	185
15	15-Jul-15	19:10	19:25	0.25	142.74
16	4-Aug-15	13:00	13:15	0.25	473.58
17	15-Sep-15	17:00	17:10	0.17	1005.58
18	1-Oct-15	13:10	13:15	0.08	379.99
19	8-Nov-15	0:00	0:25	0.42	898.75

Adapun contoh untuk perhitungan TTF pada komponen kerusakan lampu :

- Mesin beroperasi 7 hari dalam seminggu.
- Contoh yang digunakan dalam data tanggal 3 Februari 2015 terjadi kerusakan mulai 8:40 selesai diperbaiki jam 09:00.



#### 4.2.1.3 Wing

Dalam data ini diambil dari awal mula kerusakan (*failure start time*) sampai selesai diperbaiki (*finish repair time*). Berikut adalah tabel *time to repair* (TTR) dan *time to failure* (TTF) untuk komponen *wing*.

**Tabel 4.7 TTR dan TTF Untuk Kerusakan Komponen Wing**

No	Tanggal	<i>Failure Start Time</i> (Hour)	<i>Finish Repair Time</i> (Hour)	TTR (Jam)	TTF
1	19-Jan-15	11:00	11:20	0.33	0
2	24-Feb-15	10:45	11:20	0.58	863.42
3	29-Mar-15	10:00	10:55	0.92	790.67
4	31-May-15	11:30	11:55	0.42	744.58
5	25-Jun-15	10:00	10:20	0.33	598.08
6	31-Aug-15	11:00	11:30	0.50	1608.67
7	20-Sep-15	8:00	8:50	0.83	716.5
8	27-Nov-15	9:00	9:30	0.50	1632.16
9	29-Dec-15	8:00	8:35	0.58	766.5

Adapun contoh untuk perhitungan TTF pada komponen kerusakan *wing* :

- Mesin beroperasi 7 hari dalam seminggu.
  - Contoh yang digunakan dalam data tanggal 24 Februari 2015 terjadi kerusakan mulai 10:45 selesai diperbaiki jam 11:20.
- |                 |                        |            |
|-----------------|------------------------|------------|
| • 19 Jan        | 11:20 sampai 24:00     | 12.67 jam  |
| • 19 Jan-24 Feb | 35 hari kerja x 24 jam | 840 jam    |
| • 24 Feb        | 00:00 sampai 10:45     | 10.75 jam  |
| • Nilai TTF     |                        | 863.62 jam |

#### 4.2.2 Waktu Kerusakan, *Time To Failure*, dan *Time To Repair* Truk 837

Dalam data ini diambil dari awal mula kerusakan (*failure start time*) sampai selesai diperbaiki (*finish repair time*). Berikut adalah tabel *time to repair* (TTR) dan *time to failure* (TTF) untuk komponen rem pada truk 837.

**Tabel 4.8 TTR dan TTF Untuk Kerusakan Komponen Rem**

No	Tanggal	<i>Failure Start Time (Hour)</i>	<i>Finish Repair Time (Hour)</i>	TTR (Jam)	TTF
1	7-Jan-15	13:20	16:30	3.17	0
2	8-Jan-15	13:20	16:30	3.17	20.83
3	22-Apr-15	17:00	17:45	0.75	2496.5
4	29-Apr-15	13:00	13:40	0.67	163.25
5	1-Oct-15	11:00	11:15	0.25	3717.33

Adapun contoh untuk perhitungan TTF pada komponen kerusakan rem :

- Mesin beroperasi 7 hari dalam seminggu.
  - Contoh yang digunakan dalam data tanggal 22 April 2015 terjadi kerusakan mulai 17:00 selesai diperbaiki jam 17:45.
- |               |                           |               |
|---------------|---------------------------|---------------|
| • 8 Jan       | 16:30 sampai 24:00        | 7.5 jam       |
| 8 Jan-22 Apr  | 103 hari kerja x 24 jam   | 2472 jam      |
| <u>22 Apr</u> | <u>00:00 sampai 17:00</u> | <u>17 jam</u> |
| Nilai TTF     |                           | 2496.5 jam    |

#### 4.2.3 Identifikasi pola distribusi dan parameter

Sesudah didapatkan data TTR dan TTF, tahap berikutnya adalah mencari pola distribusi yang tepat yang digunakan dalam penelitian ini. Dengan menggunakan *software minitab* dapat diketahui pola distribusi mana yang tepat untuk tiap-tiap komponen. Dengan menggunakan uji *Goodness of fit test*, yaitu sebuah pengujian dalam menentukan apakah suatu himpunan frekuensi yang diharapkan sama dengan frekuensi yang diperoleh dalam suatu distribusi. Uji *Goodness of fit test* digunakan untuk mendapatkan nilai *Anderson Darling (AD)* dan nilai *P-Value*

dari dugaan-dugaan distribusi. Semakin baik pola distribusi semakin kecil nilai AD, *P-Value* yang kecil tidak menunjukkan kedua variabel itu saling berhubungan, AD dan *P-Value* memiliki korelasi yang kuat namun koefisiennya mendekati nol. *P-Value* disini tidak mengukur korelasi non linier tetapi hanya mengukur korelasi linier. Pemilihan dan penentuan distribusi yang tepat berdasarkan nilai AD terkecil.

#### 4.2.3.1 Identifikasi pola distribusi dan parameter TTR

##### 4.2.3.1.1 Truk 830

Dalam tahap selanjutnya pola distribusi dan parameter *time to repair* untuk ketiga komponen truk 830 diidentifikasi sehingga didapatkan hasil distribusi yang tepat. Sehingga dengan menggunakan *software* minitab maka diperoleh hasil pola distribusi yang tepat seperti pada tabel berikut.

**Tabel 4.9 Pola Distribusi dan Nilai Anderson Darling TTR Truk 830**

No	Komponen	Distribusi	Nilai AD	<i>P-Value</i>	<i>Result</i>
1	Lampu	Normal	0.875	0.02	Tidak dipilih
		Exponential	1.705	0.017	Tidak dipilih
		Weibull	0.606	0.103	Tidak dipilih
		<b>Lognormal</b>	<b>0.581</b>	<b>0.115</b>	<b>Dipilih</b>
2	Accu	Normal	1.470	<0.005	Tidak dipilih
		Exponential	2.670	<0.003	Tidak dipilih
		Weibull	1.392	<0.010	Tidak dipilih
		<b>Lognormal</b>	<b>1.138</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>Dipilih</b>
3	Wing	<b>Normal</b>	<b>0.417</b>	<b>0.256</b>	<b>Dipilih</b>
		Exponential	1.901	0.009	Tidak dipilih
		Weibull	0.405	>0.250	Tidak dipilih
		Lognormal	0.2773	0.574	Tidak dipilih

Berdasarkan tabel diatas dengan menggunakan *software* dapat ditunjukkan bahwa pola distribusi *time to repair* pada komponen masing-masing. Untuk menentukan distribusi yang akan digunakan dapat menggunakan hipotesis *Anderson Darling Test*:

- H<sub>0</sub> : Data mengikuti sebaran distribusi normal

- H1 : Data tidak mengikuti sebaran distribusi normal

Dan untuk teori pengambilan keputusan adalah sebagai berikut :

- Terima H0 jika  $p\text{-value} > \alpha$  dan,
- Tolak H0 jika  $p\text{-value} < \alpha$ .
- 

### 1. Lampu

Komponen lampu adalah distribusi lognormal, karena menghasilkan nilai AD yang terkecil diantara pola distribusi lainnya, yaitu sebesar 0.581. Dan nilai  $p\text{-value}$  sebesar 0.115 yang lebih besar dari nilai  $\alpha$  yaitu 0.05 membuat kita menerima H0 yang berarti data berdistribusi normal. Namun pada nilai  $p\text{-value}$  distribusi normal yang bernilai 0.02 lebih kecil dari 0.05 mengindikasikan bahwa data tidak berdistribusi normal. Sehingga distribusi yang dipilih dengan memilih nilai AD paling kecil yaitu pada distribusi lognormal.

### 2. Accu

Pada komponen *accu* pola distribusi *time to repair* memiliki nilai  $p\text{-value}$  pada semua distribusi  $< 0.005$  yang lebih kecil dari  $\alpha$  yaitu 0.05 membuat kita menolak H0. Sehingga tidak ada distribusi yang sesuai, pemilihan pola distribusi lognormal dengan nilai AD yang dihasilkan adalah 1.138 merupakan hasil pendekatan diantara pola distribusi lainnya.

### 3. Wing

Pada komponen *wing*, pola distribusi TTR yang digunakan adalah distribusi lognormal yang memiliki nilai AD terkecil dibandingkan dengan pola distribusi lainnya, yaitu sebesar 0.2773. Namun, nilai  $p\text{-value}$  sebesar 0.574 yang  $>$  dari  $\alpha$  yaitu 0.05 membuat kita menerima H0 yang berarti bahwa data berdistribusi normal.

Setelah mendapatkan pola distribusi yang tepat untuk tiap-tiap komponen, tahap berikutnya yang dilakukan adalah menganalisa pola distribusi yang sesuai dengan

masing-masing komponen sehingga diperoleh parameter *scale* dan median sebagai panduan dalam melakukan penghitungan MTTR.

**Tabel 4.10 Parameter Distribusi TTR Truk 830**

No	Komponen	Distribusi	Parameter			
			Scale	Median	Mean	Standar Deviasi
1	Lampu	Lognormal	0.649	0.202	0.250	0.181
2	Accu	Lognormal	0.297	0.238	0.249	0.075
3	Wing	Normal	-	0.554	0.554	0.214

Berdasarkan tabel diatas perhitungan *distribution overview plot software* (minitab) dapat ditunjukkan beberapa data mengenai komponen lampu yang memiliki nilai *scale* 0.649, *median* 0.202, *mean* 0.250 dan standar deviasi 0.181. Kemudian pada komponen *accu* dapat dilihat memiliki nilai *scale parameter* 0.297, *median* 0.238, *mean* 0.249, dan standar deviasi 0.075. Selain itu dapat diketahui juga untuk komponen *wing* yang memiliki nilai *median* 0.554, *mean* 0,554, dan standar deviasi 0.214.

#### 4.2.3.1.2 Truk 837

Dalam tahap selanjutnya pola distribusi dan parameter *time to repair* untuk komponen Truk 837 yaitu rem akan diidentifikasi sehingga didapatkan hasil distribusi yang tepat. Sehingga dengan menggunakan *software* minitab akan diperoleh hasil pola distribusi yang tepat seperti pada tabel berikut :

**Tabel 4.11 Pola Distribusi dan Nilai Anderson Darling TTR Truk 837**

No	Komponen	Distribusi	Nilai AD	P-Value
1	Rem	Normal	0.589	0.057
		Exponential	0.409	0.546
		Weibull	0.503	0.182
		Lognormal	0.354	0.294

Untuk komponen rem adalah distribusi lognormal yang memiliki nilai AD paling terkecil yaitu sebesar 0.354. Dan nilai *p-value* sebesar 0.294 yang lebih besar dari  $\alpha$  yaitu 0.05 membuat kita menerima  $H_0$  yang berarti bahwa data berdistribusi normal.

Setelah mendapatkan pola distribusi yang tepat untuk tiap komponen rem, tahap berikutnya yang dilakukan adalah menganalisa pola distribusi normal sehingga

diperoleh parameter *mean*, *median*, dan standar deviasi sebagai panduan dalam melakukan penghitungan MTTR.

**Tabel 4.12 Parameter Distribusi TTR Truk 837**

Komponen	Distribusi	Parameter			
		Scale	Median	Mean	Standar Deviasi
Rem	Normal	-	0.544	0.544	0.214

Berdasarkan tabel perhitungan *distribution overview plot software* diatas menunjukkan beberapa informasi seperti pada komponen rem memiliki nilai *median* 0.544, *mean* 0.544, dan standar deviasi 0.214

#### 4.2.3.2 Identifikasi pola distribusi dan parameter TTF

##### 4.2.3.2.1 Truk 830

Dalam parameter ini dengan menggunakan *software* minitab diperoleh hasil pola distribusi yang tepat untuk ke 3 komponen truk 830 sebagai berikut:

**Tabel 4.13 Pola Distribusi dan Nilai Anderson Darling TTF Truk 830**

No	Komponen	Distribusi	Nilai AD	P-Value	Result
1	Lampu	Normal	<b>0.733</b>	<b>0.046</b>	<b>Dipilih</b>
		Exponential	0.497	0.486	Tidak dipilih
		Weibull	0.363	>0.250	Tidak dipilih
		Lognormal	0.325	0.497	Tidak dipilih
2	Accu	Normal	<b>1.078</b>	<b>&lt;0.005</b>	<b>Dipilih</b>
		Exponential	0.72	0.228	Tidak dipilih
		Weibull	0.651	0.076	Tidak dipilih
		Lognormal	0.417	0.256	Tidak dipilih
3	Wing	Normal	1.071	<0.005	Tidak dipilih
		Exponential	1.787	0.011	Tidak dipilih
		Weibull	1.006	<0.001	Tidak dipilih
		Lognormal	<b>0.802</b>	<b>0.021</b>	<b>Dipilih</b>

Berdasarkan tabel perhitungan *software* diatas ditunjukkan bahwa pola distribusi TTF. Penentuan distribusi yang sesuai sama seperti pada poin 4.2.3.1. Lebih jelasnya dapat dilihat dibawah ini :

##### 1. Lampu

Untuk komponen lampu adalah distribusi lognormal yang memiliki nilai AD paling terkecil yaitu sebesar 0.325. Kemudian nilai *p-value* sebesar 0.497 yang

lebih besar dari  $\alpha$  yaitu 0.05 membuat kita menerima  $H_0$  yang berarti bahwa data berdistribusi normal.

### 2. *Accu*

Begitu pula untuk komponen *accu* pola distribusi TTF yang digunakan adalah pola distribusi normal yang memiliki nilai AD sebesar 0.417. Kemudian nilai *p-value* sebesar 0.256 yang lebih besar dari  $\alpha$  yaitu 0.05 membuat kita menerima  $H_0$  yang berarti bahwa data berdistribusi normal.

### 3. *Wing*

Untuk komponen *wing* pola distribusi TTF yang digunakan adalah pola distribusi lognormal yang memiliki nilai AD sebesar 0.082. Kemudian nilai *p-value* yang < dari  $\alpha$  yaitu 0.05 membuat kita menolak  $H_0$  yang berarti bahwa data berdistribusi tidak normal (Lognormal).

**Tabel 4.14 Parameter Distribusi TTF Truk 830**

No	Komponen	Distribusi	Parameter			
			Scale	Median	Mean	Standar Deviasi
1	Lampu	Normal	-	424.506	424.506	335.138
2	<i>Accu</i>	Normal	-	717.499	717.499	593.326
3	<i>Wing</i>	Lognormal	0.375	902.050	967.912	376.562

Berdasarkan tabel perhitungan *distribution overview plot software* diatas menunjukkan beberapa informasi seperti pada komponen lampu memiliki nilai *median* 424.506, *mean* 424.506, dan standar deviasi 335.138. Sedangkan untuk komponen *accu* memiliki *median* 717.499, *mean* 717.499, dan standar deviasi 593.326. Adapun untuk komponen *wing* memiliki memiliki nilai *scale* 0.375, *median* 902.050, *mean* 967.912, dan standar deviasi 376.562

#### 4.2.3.2.2 Truk 837

Dalam parameter ini dengan menggunakan *software* minitab diperoleh hasil pola distribusi yang tepat untuk komponen rem truk 837 sebagai berikut:

**Tabel 4.15 Pola Distribusi dan Nilai Anderson Darling TTF Truk 837**

No	Komponen	Distribusi	Nilai AD	P-Value
----	----------	------------	----------	---------

1	Rem	Normal	0.339	0.276
		Exponential	1.213	0.042
		Weibull	0.383	> 0.250
		Lognormal	0.287	0.400

Dalam pola distribusi komponen rem didapatkan hasil nilai AD terkecil pada distribusi lognormal yaitu 0.287, dan nilai *P-Value* adalah lebih besar dari  $\alpha$  yaitu 0.400 membuat kita menerima  $H_0$  yang berarti data yang diperoleh adalah distribusi normal.

Sehingga jika dilakukan perhitungan *distribution overview plot software* diperoleh nilai mean dan median serta standar deviasi seperti pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.16 Parameter Distribusi TTF Truk 837**

Komponen	Distribusi	Parameter			
		Scale	Median	Mean	Standar Deviasi
Rem	Normal	-	1599.48	1599.48	2020.58

#### 4.2.4 Menghitung MTTR ( *Mean Time To Repair* )

##### 4.2.4.1 Truk 830

Berikut tabel hasil penghitungan menggunakan *software* Minitab. Cara menghitung MTTR pada distribusi normal dan lognormal dengan rumus :

Untuk nilai *scale* yang digunakan, mengacu pada tabel sebelumnya. Dari perhitungan MTTR diperoleh hasil seperti di bawah ini:

**Tabel 4.17 MTTR Komponen : Lampu, Accu, Wing**

Komponen	Distribusi	<i>Tmed</i>	Scale	MTTR ( Jam )
Lampu	Logormal	0.202	0.649	0.116
Accu	Lognormal	0.238	0.297	0.029
Wing	Normal	0.554	-	0.554

Berikut ini adalah cara menghitung nilai MTTR pada distribusi lognormal:

$$MTTR = t_{med} \exp(s^2/2)$$

Untuk nilai *scale* yang digunakan, mengacu pada tabel sebelumnya. Sedangkan untuk distribusi normal menggunakan rumus di bawah ini:

$$MTTR = \mu$$

Dari perhitungan MTTR diperoleh hasil seperti dibawah ini:

1. Lampu

$$MTTR = 0,202.e(0.649^2/2) = 0.116$$

2. Accu

$$MTTR = 0,238 .e(0.297^2/2) = 0.029$$

3. Wing

$$MTTR = 0,554$$

#### 4.2.4.2 Truk 837

Sedangkan untuk perhitungan MTTR pada komponen rem, distribusi yang digunakan adalah distribusi normal.

Sehingga perhitungan dari MTTR akan menggunakan rumus dibawah ini:

$$MTTR = \mu$$

**Tabel 4.18 MTTR Komponen : Rem**

Komponen	Distribusi	T <sub>med</sub>	Scale	MTTR ( jam )
Rem	Normal	0.554	-	0554

#### 4.2.5 Menghitung MTTF ( Mean Time To Failure )

##### 4.2.5.1 Truk 830

Berikut tabel hasil penghitungan menggunakan *software* Minitab. Perhitungan MTTF pada distribusi lognormal dengan rumus:

$$MTTF = t_{med}exp(s^2/2)$$

Untuk nilai *scale* yang digunakan, mengacu pada tabel sebelumnya. Sedangkan untuk distribusi normal menggunakan rumus dibawah ini:

$$MTTF = \mu$$

Dari perhitungan MTTF diperoleh hasil seperti dibawah ini:

**Tabel 4.19 MTTF Komponen :Lampu, Accu, Wing**

Komponen	Distribusi	T <sub>med</sub>	Scale	MTTF
Lampu	Normal	424.506	-	424.506
Accu	Normal	717.409	-	717.409
Wing	Lognormal	902.05	0.375	172.4093

Berikut ini adalah cara menghitung nilai MTTF pada distribusi lognormal:

1. Lampu

$$\text{MTTF} = 424.506$$

2. *Accu*

$$\text{MTTF} = 717.409$$

3. *Wing*

$$\text{MTTF} = 902,05 \cdot e^{(0.375^2/2)} = 172.4093$$

#### 4.2.5.2 Truk 837

Sedangkan untuk perhitungan MTTF pada komponen rem. Distribusi yang digunakan adalah distribusi normal.

Sehingga perhitungan dari MTTF akan menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{MTTF} = \mu$$

Dan didapatkan hasil seperti dibawah ini:

**Tabel 4.20 MTTF Komponen : Rem**

Komponen	Distribusi	<i>T med</i>	<i>Scale</i>	MTTF
Lampu	Normal	1599.48	-	1599.48

#### 4.2.6 Menghitung Biaya Produksi (Jasa)

Biaya produksi dalam perusahaan jasa berkaitan dengan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menghasilkan 1 kali pelayanan (*service*), dalam hal ini waktu yang dibutuhkan oleh 1 truk untuk melakukan 1 kali pengiriman barang. Dalam 1 kali pengiriman diperlukan waktu rata-rata adalah selama 9 jam, sehingga untuk setiap jam nya adalah 1/9 trip/jam. Tetapi dalam hal ini untuk usaha jasa pelayanan pengiriman setiap trip yang tidak dapat dilakukan karena kerusakan truk, maka yang terjadi hanya mengakibatkan pengiriman barang menjadi terlambat sampai di *customer*. Ketepatan waktu pengiriman adalah salah satu indikator penting bagi kualitas perusahaan transportasi, keterlambatan pengiriman akan berkaitan pada kepuasan atau kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan menjadi berkurang, dimana hal ini akan berdampak pada hilangnya bisnis bagi perusahaan.

#### 4.2.7 Menghitung Biaya Maintenance

Dalam menghitung biaya perbaikan dibutuhkan data-data pendukung yang digunakan, diantaranya adalah

1. Harga komponen lampu adalah Rp 35.000,00 /unit.
2. Harga komponen *accu* adalah Rp 180.000,00 /unit.
3. Harga komponen *wing* adalah Rp 300.000,00 /unit.
4. Harga komponen rem adalah Rp 260.000,00/unit.
5. Gaji operator *maintenance* per jam = Rp 3.261.375 / 20 hari / 8 jam  
$$= \text{Rp } 20.383,59 / \text{jam}$$

#### 4.2.8 Menghitung Biaya Korektif Maintenance (Cf)

Adapun biaya yang timbul akibat kerusakan yang tiba tiba adalah dengan rumus berikut :

$$\mathbf{Cf = Biaya\ komponen + Biaya\ operator\ maintenance}$$

Dalam menghitung biaya korektif *maintenance*, biaya yang muncul dikarenakan kerusakan tiba-tiba adalah biaya komponen/*spare part* yang harus diganti dan biaya operator *maintenance*. Adapun lamanya waktu perbaikan rata-rata tiap komponen adalah 1 jam, sehingga biaya operator *maintenance* adalah untuk 1 jam perbaikan.

##### 1. Biaya Perbaikan Truk 830

##### a. Biaya Korektif Komponen Lampu :

$$\begin{aligned} \text{Cf Lampu} &= \text{Biaya komponen lampu} + \text{biaya operator } maintenance \\ &= \text{Rp } 35.000,00 + \text{Rp } 20.383,59 \\ &= \text{Rp } 55.383,59 \end{aligned}$$

##### b. Biaya Korektif Komponen *Accu* :

$$\text{Cf } Accu = \text{Biaya komponen } accu + \text{biaya operator } maintenance$$

$$= \text{Rp } 180.000,00 + \text{Rp } 20.383,59$$

$$= \text{Rp } 200.383,59$$

c. Biaya Korektif Komponen *Wing* :

$$\text{Cf Wing} = \text{Biaya komponen wing} + \text{biaya operator maintenance}$$

$$= \text{Rp } 300.000, + \text{Rp } 20.383,59$$

$$= \text{Rp } 320.383,59$$

Sehingga total biaya korektif untuk 3 komponen truk 830 adalah

$$= \text{Cf Lampu} + \text{Cf Accu} + \text{Cf Wing}$$

$$= \text{Rp } 55.383,59 + 200.383,59 + 320.383,59$$

$$= \text{Rp } 576.150,77$$

2. Biaya Perbaikan Truk 837

a. Biaya Korektif Komponen Rem :

$$\text{Cf Rem} = \text{Biaya komponen rem} + \text{biaya operator maintenance}$$

$$= \text{Rp } 260.000, + \text{Rp } 20.383,59$$

$$= \text{Rp } 280.383,59$$

#### 4.2.9 Menghitung biaya preventif *maintenance* (Cp)

Dalam menghitung biaya preventif *maintenance* (Cp) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Cp} = \text{Biaya komponen} + \text{Biaya Operator Maintenance} + (\text{Biaya Truk Pengganti})$$

Dalam hal biaya untuk truk pengganti adalah biaya yang dikeluarkan untuk menyewa 1 unit truk pengganti/cadangan selama truk dilakukan perbaikan. Hal ini agar pengiriman tidak terlambat dengan adanya *preventive maintenance* tersebut. Adapun untuk jasa penyewaan truk minimal penyewaan adalah 1 bulan (30 hari),

yaitu sebesar adalah Rp 18.000.000,00 sehingga biaya penyewaan dalam 1 hari adalah Rp 18.000.000, 00 : 30 hari = Rp 600.000,00/hari. Untuk jumlah penyewaan truk berdasarkan tiap unit truk, yaitu untuk truk 830 dan truk 837

1. Biaya Preventif Truk 830

a. Biaya Preventif Komponen Lampu :

Cp Lampu = Biaya komponen lampu + Biaya Operator *maintenance*

$$= \text{Rp } 35.000,00 + \text{Rp } 20.383,59$$

$$= \text{Rp } 55.383, 59$$

b. Biaya Preventif Komponen *Accu*

Cf *Accu* = Biaya komponen *accu* + biaya operator *maintenance*

$$= \text{Rp } 180.000,00 + \text{Rp } 20.383,59$$

$$= \text{Rp } 200.383,59$$

c. Biaya Preventif Komponen *Wing*

Cf *Wing* = Biaya komponen *wing* + biaya operator *maintenance*

$$= \text{Rp } 300.000, + \text{Rp } 20.383,59$$

$$= \text{Rp } 320.383,59$$

Sehingga total biaya korektif untuk truk 830 adalah

= Cf Lampu + Cf *Accu* + Cf *Wing*+ Biaya Truk Pengganti

$$= \text{Rp } 55.383,59 + 200.383.,59 + 320.383,59 + \text{Rp } 600.000,00$$

$$= \text{Rp } 1. 176.150,77$$

2. Biaya Preventif Truk 837

Cf Lampu = Biaya komponen rem + biaya operator *maintenance* + Biaya Truk Pengganti

$$= \text{Rp } 260.000, + \text{Rp } 20.383,59 + \text{Rp } 600.000,00$$

$$= \text{Rp } 880.383,59$$

#### 4.2.10 Menentukan Interval Penggantian Komponen

Untuk mendapatkan nilai interval penggantian sebuah komponen, harus diketahui sebelumnya pola distribusi yang diperoleh. Berdasarkan data yang diperoleh sebelumnya dengan menggunakan *software* minitab, digunakan pola distribusi normal dan lognormal untuk melakukan penghitungan, berikut ini adalah perhitungan yang dilakukan dan hasilnya :

##### 4.2.10.1 Lampu

Berdasarkan pola distribusi yang telah diperoleh sebelumnya yaitu lognormal maka digunakan perhitungan sebagai berikut:

###### a. *Probability Density Function*

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

$$f(420) = 0,0001$$

###### b. *Cumulative Distribution Function*

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

For  $t \geq 0$

$$F(420) = 4.5455$$

###### c. *Reliability Function*

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

$$R(420) = 0,0106$$

d. *Cumulative Hazard Function*

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

$$H(420) = 5.4544$$

e. *Cost per unit in time*

$$C(t) = \frac{C_p + (C_f \times H(t))}{t}$$

$$C(420) = \text{Rp } 9035.8416$$

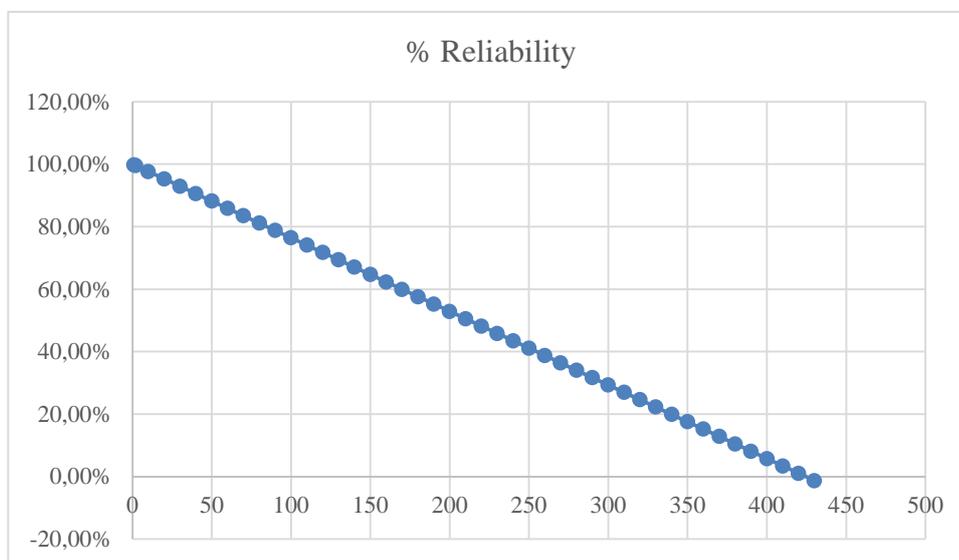
Sedangkan dibawah ini adalah tabel penghitungan untuk beberapa nilai t. Nilai t dalam hal ini adalah waktu dari lampu itu sendiri.

**Tabel 4.21 Penghitungan Interval Penggantian Komponen Lampu**

t (Jam)	R(t)	f(t)	H(t)	C(t)	% Reliability
1	0.9976	0.7874	0.3124	1356128.3172	99.76%
2	0.9953	0.7837	0.3118	677904.6375	99.53%
10	0.9764	0.7543	0.3083	135379.7917	97.64%
20	0.9529	0.7184	0.3063	67630.6829	95.29%
30	0.9293	0.6833	0.3067	45095.7322	92.93%
40	0.9058	0.6491	0.3096	33863.4424	90.58%
50	0.8822	0.6158	0.3149	27151.5692	88.22%
60	0.8587	0.5833	0.3225	22699.4131	85.87%
70	0.8351	0.5517	0.3324	19538.1472	83.51%
80	0.8115	0.5211	0.3446	17183.3991	81.15%
90	0.7880	0.4912	0.3589	15366.1123	78.80%
100	0.7644	0.4623	0.3755	13924.8909	76.44%
110	0.7409	0.4343	0.3942	12757.0656	74.09%
120	0.7173	0.4071	0.4151	11794.2274	71.73%
130	0.6938	0.3808	0.4381	10989.0538	69.38%
140	0.6702	0.3554	0.4633	10307.7812	67.02%
150	0.6466	0.3308	0.4907	9725.6894	64.66%
160	0.6231	0.3072	0.5202	9224.2797	62.31%
170	0.5995	0.2844	0.5520	8789.4498	59.95%
180	0.5760	0.2625	0.6206	8520.5270	57.60%
190	0.5524	0.2414	0.6226	8078.1928	55.24%
200	0.5289	0.2213	0.6615	7786.3918	52.89%
210	0.5053	0.2020	0.7030	7529.4298	50.53%
220	0.4818	0.1836	0.7472	7302.9199	48.18%

230	0.4582	0.1661	0.7943	7103.3153	45.82%
240	0.4346	0.1495	0.8444	6927.7490	43.46%
250	0.4111	0.1337	0.8979	6773.9155	41.11%
260	0.3875	0.1188	0.9550	6639.9850	38.75%
270	0.3640	0.1048	1.0162	6524.5433	36.40%
280	0.3404	0.0917	1.0818	6426.5535	34.04%
290	0.3169	0.0794	1.1525	6345.3388	31.69%
300	0.2933	0.0681	1.2289	6280.5853	29.33%
310	0.2697	0.0576	1.3120	6232.3711	26.97%
320	0.2462	0.0479	1.4028	6201.2282	24.62%
330	0.2226	0.0392	1.5030	6188.2532	22.26%
340	0.1991	0.0314	1.6146	6195.2970	19.91%
350	0.1755	0.0244	1.7403	6225.2885	17.55%
360	0.1520	0.0183	1.8843	6282.8103	15.20%
370	0.1284	0.0130	2.0527	6375.1776	12.84%
380	0.1048	0.0087	2.2553	6514.6490	10.48%
390	0.0813	0.0052	2.5098	6723.5327	8.13%
400	0.0577	0.0026	2.8520	7048.3487	5.77%
410	0.0342	0.0009	3.3764	7613.2820	3.42%
420	0.0106	0.0001	4.5455	9035.8416	1.06%
430	-0.0129	0.0001	#NUM!	#NUM!	-1.29%

Sehingga waktu penggantian yang berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa biaya pada saat 420 jam sebesar Rp 9.035,8416 dengan tingkat keandalan sudah sangat menurun yaitu sebesar 1.06%. Oleh karena itu interval yang disarankan dalam melakukan penggantian komponen lampu adalah 420 jam.



#### Gambar 4.1 Grafik Keandalan Lampu

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik yang terdapat diatas. Pada jam ke 420, dapat dilihat bahwa *reliability* yang diperoleh telah mengalami penurunan menjadi 1.06%.

#### 4.2.10.2 Accu

Berdasarkan pola distribusi yang telah diperoleh sebelumnya yaitu distribusi lognormal, maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

a. *Probability Density Function*

$$f(t) = \frac{1}{st\sqrt{2\pi}} e \left[ \frac{1}{2s^2} \left( \ln \frac{t}{tmed} \right)^2 \right]$$

For  $t \geq 0$

$$f(700) = 0,0011$$

b. *Cumulative Distribution Function*

$$F(t) = \Phi \left( \frac{1}{s} \ln \frac{t}{tmed} \right)$$

$$F(700) = 3.7136$$

c. *Reliability Function*

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

$$R(700) = 0,0244$$

d. *Cumulative Hazard Function*

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

$$H(700) = 3.7136$$

e. *Cost per unit in time*

$$C(t) = \frac{Cp + (Cf \times H(t))}{t}$$

$$C(700) = \text{Rp } 4736.80$$

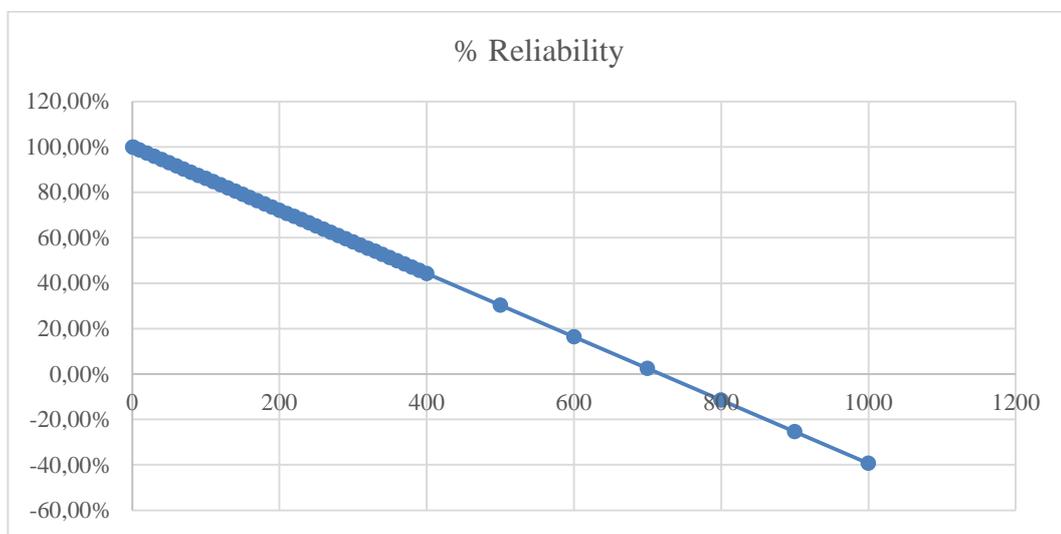
Sedangkan dibawah ini adalah tabel penghitungan untuk beberapa nilai t. Nilai t dalam hal ini adalah waktu dari accu itu sendiri.

**Tabel 4.22 Penghitungan Interval Penggantian Komponen Accu**

t (Jam)	R(t)	f(t)	H(t)	C(t)	% Reliability
1	0.9986	1.8102	1.6398	2504825.2330	99.86%
2	0.9972	1.8052	1.6321	1247866.1747	99.72%
10	0.9861	1.7650	1.5717	242467.9086	98.61%
20	0.9721	1.7155	1.4997	117000.9918	97.21%
30	0.9582	1.6666	1.4316	75329.0403	95.82%
40	0.9443	1.6185	1.3671	54602.9693	94.43%
50	0.9303	1.5711	1.3064	42253.0031	93.03%
60	0.9164	1.5244	1.2492	34089.2514	91.64%
70	0.9024	1.4783	1.1954	28316.0770	90.24%
80	0.8885	1.4330	1.1450	24035.6880	88.85%
90	0.8746	1.3884	1.0979	20749.3352	87.46%
100	0.8606	1.3445	1.0540	18157.7907	86.06%
110	0.8467	1.3013	1.0132	16070.6569	84.67%
120	0.8328	1.2588	0.9754	14361.0209	83.28%
130	0.8188	1.2171	0.9405	12941.0372	81.88%
140	0.8049	1.1760	0.9085	11747.9755	80.49%
150	0.7909	1.1356	0.8793	10735.8495	79.09%
160	0.7770	1.0959	0.8528	9870.1842	77.70%
170	0.7631	1.0570	0.8290	9124.6306	76.31%
180	0.7491	1.0187	1.3266	11869.2203	74.91%
190	0.7352	0.9812	0.7890	7916.2648	73.52%
200	0.7213	0.9443	0.7726	7424.3869	72.13%
210	0.7073	0.9082	0.7587	6992.6363	70.73%
220	0.6934	0.8727	0.7470	6612.4846	69.34%
230	0.6794	0.8380	0.7376	6276.8987	67.94%
240	0.6655	0.8040	0.7304	5980.0299	66.55%
250	0.6516	0.7707	0.7253	5716.9774	65.16%
260	0.6376	0.7380	0.7223	5483.6060	63.76%

270	0.6237	0.7061	0.7214	5276.4055	62.37%
280	0.6098	0.6749	0.7225	5092.3790	60.98%
290	0.5958	0.6444	0.7255	4928.9550	59.58%
300	0.5819	0.6146	0.7304	4783.9174	58.19%
310	0.5679	0.5855	0.7372	4655.3483	56.79%
320	0.5540	0.5571	0.7458	4541.5825	55.40%
330	0.5401	0.5295	0.7562	4441.1696	54.01%
340	0.5261	0.5025	0.7685	4761.4566	52.61%
350	0.5122	0.4762	0.7824	4648.4481	51.22%
360	0.4983	0.4507	0.7982	4544.5159	49.83%
370	0.4843	0.4258	0.8157	4448.9055	48.43%
380	0.4704	0.4016	0.8349	4360.9493	47.04%
390	0.4564	0.3782	0.8558	4280.0568	45.64%
400	0.4425	0.3555	0.8785	4205.7051	44.25%
500	0.3031	0.1668	1.2075	3743.6935	30.31%
600	0.1638	0.0487	1.8105	3698.8119	16.38%
700	0.0244	0.0011	3.7136	4736.8009	2.44%
800	-0.1150	0.0240	#NUM!	#NUM!	-11.50%
900	-0.2544	0.1174	#NUM!	#NUM!	-25.44%
1000	-0.3937	0.2814	#NUM!	#NUM!	-39.37%

Sehingga waktu penggantian yang berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa biaya pada saat 700 jam sebesar Rp 4,736.80 dengan tingkat keandalan 2.44%. Oleh karena itu interval yang disarankan dalam melakukan penggantian komponen accu adalah 700 jam.



**Gambar 4.2 Grafik Keandalan Accu**

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik yang terdapat diatas. Pada jam ke 700, dapat dilihat bahwa *reliability* yang diperoleh telah mengalami nilai yang stabil yaitu 2.44%.

#### 4.2.10.3 Wing

Berdasarkan pola distribusi yang telah diperoleh sebelumnya yaitu distribusi lognormal, maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

a. *Probability Density Function*

$$f(t) = \frac{1}{st\sqrt{2\pi}} e \left[ \frac{1}{2s^2} \left( \ln \frac{t}{tmed} \right)^2 \right]$$

For  $t \geq 0$

$$f(230) = 0,0273$$

b. *Cumulative Distribution Function*

$$F(t) = \Phi \left( \frac{1}{s} \ln \frac{t}{tmed} \right)$$

$$F(230) = 0,7036$$

c. *Reliability Function*

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

$$R(230) = 0,495$$

d. *Cumulative Hazard Function*

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

$$H(230) = 0,7035$$

e. *Cost per unit in time*

$$C(t) = \frac{cp + (cf \times H(t))}{t}$$

$$C(230) = \text{Rp } 6876.145$$

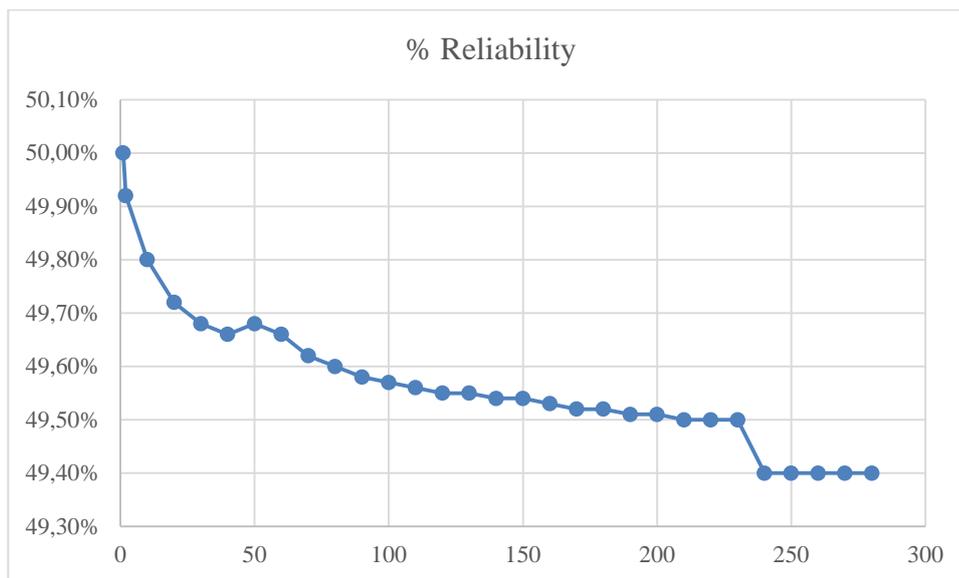
Sedangkan dibawah ini adalah tabel penghitungan untuk beberapa nilai t. Nilai t dalam hal ini adalah waktu dari *wing* itu sendiri.

**Tabel 4.23 Penghitungan Interval Penggantian Komponen Wing**

t (Jam)	R(t)	f(t)	H(t)	C(t)	% Reliability
1	0.5	0.6515	0.905373	1697782	50.00%
2	0.4992	0.4608	0.800917	818799.8	49.92%
10	0.498	0.2061	0.718394	159005.4	49.80%
20	0.4972	0.1457	0.709377	79242.95	49.72%
30	0.4968	0.1188	0.706624	52775.77	49.68%
40	0.4966	0.103	0.705275	39562.39	49.66%
50	0.4968	0.0922	0.703818	31633.12	49.68%
60	0.4966	0.0841	0.703507	26357.95	49.66%
70	0.4962	0.0799	0.703968	22596.32	49.62%
80	0.496	0.0729	0.703837	19770.83	49.60%
90	0.4958	0.0687	0.703943	17574.75	49.58%
100	0.4957	0.0652	0.70391	15817.09	49.57%
110	0.4956	0.0394	0.702762	14373.16	49.56%
120	0.4955	0.0377	0.702899	13176.05	49.55%
130	0.4955	0.0362	0.702843	12162.26	49.55%
140	0.4954	0.0349	0.702999	11294.17	49.54%
150	0.4954	0.0337	0.702958	10541.07	49.54%
160	0.4953	0.0326	0.703123	9882.848	49.53%
170	0.4952	0.0317	0.703296	9302.09	49.52%
180	0.4952	0.0308	0.703268	8785.217	49.52%
190	0.4951	0.3	0.747996	8458.468	49.51%
200	0.4951	0.0292	0.703422	7907.139	49.51%
210	0.495	0.0285	0.703604	7531.107	49.50%
220	0.495	0.0278	0.703584	7188.733	49.50%
230	0.495	0.0273	0.70357	6876.145	49.50%
240	0.494	0.0266	0.705574	6594.448	49.40%
250	0.494	0.0261	0.70556	6330.64	49.40%
260	0.494	0.0256	0.705547	6087.125	49.40%
270	0.494	0.0256	0.7055	5861.68	49.40%

280	0.494	0.0256	0.7055	5652.33	49.40%
290	0.494	0.0256	0.7055	5457.42	49.40%
300	0.494	0.0256	0.7055	5275.51	49.40%
350	0.494	0.0256	0.7055	4521.86	49.40%
400	0.494	0.0256	0.7055	3956.63	49.40%

Sehingga waktu penggantian yang berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa biaya pada saat 230 jam sebesar Rp 6,876.14 dengan tingkat keandalan 49,50%. Oleh karena itu interval yang disarankan dalam melakukan penggantian komponen wing adalah 230 jam.



**Gambar 4.3 Grafik Keandalan Wing**

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik yang terdapat diatas. Pada jam ke 230, dapat dilihat bahwa reliability yang diperoleh telah mengalami nilai yang stabil yaitu 49.50%.

#### 4.2.10.4 Rem

Berdasarkan pola distribusi yang telah diperoleh sebelumnya yaitu normal maka digunakan perhitungan sebagai berikut :

a. *Probability Density Function*

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\sigma^2\pi}} e^{\left[ \frac{(t/tmed)^2}{2\sigma^2} \right]}$$

$$f(1500) = 0,0001$$

b. *Cumulative Distribution Function*

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

$$F(1500) = 4.5455$$

c. *Reliability Function*

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

$$R(1500) = 0,0106$$

d. *Cumulative Hazard Function*

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

$$H(1500) = 5.4544$$

e. *Cost per unit in time*

$$C(t) = \frac{Cp + (Cf \times H(t))}{t}$$

$$C(1500) = \text{Rp } 9035.8416$$

Sedangkan dibawah ini adalah tabel penghitungan untuk beberapa nilai t. Nilai t dalam hal ini adalah waktu dari rem itu sendiri.

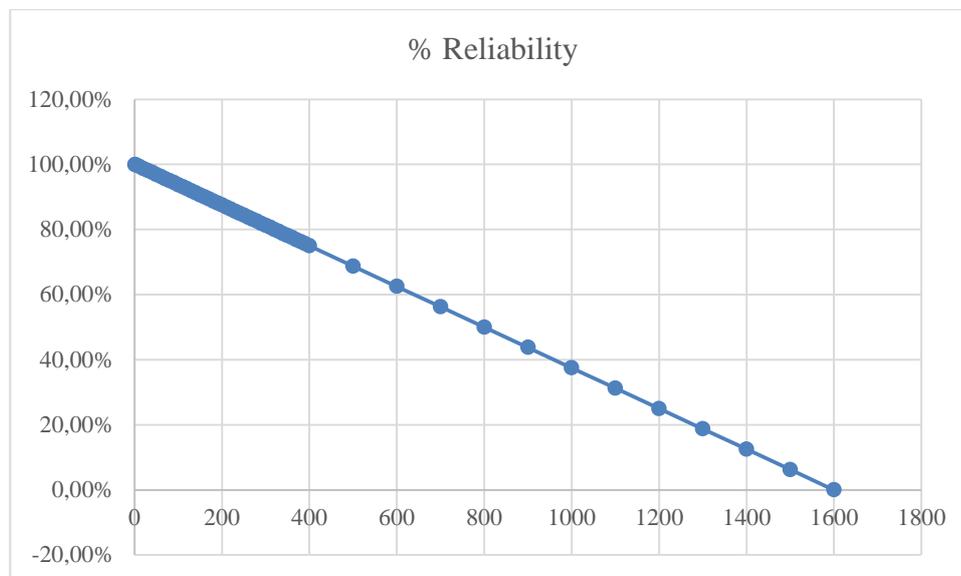
**Tabel 4.24 Penghitungan Interval Penggantian Komponen Rem**

t (Jam)	R(t)	f(t)	H(t)	C(t)	% Reliability
1	0.9994	1.3818	0.9553	1148241.0899	99.94%
2	0.9987	1.3804	0.9541	573943.3854	99.87%
10	0.9937	1.3695	0.9441	114508.4444	99.37%
20	0.9875	1.3559	0.9319	57083.0868	98.75%

30	0.9812	1.3424	0.9200	37944.2516	98.12%
40	0.9750	1.3290	0.9084	28377.0313	97.50%
50	0.9687	1.3156	0.8971	22638.4445	96.87%
60	0.9625	1.3023	0.8862	18814.1644	96.25%
70	0.9562	1.2890	0.8755	16083.7650	95.62%
80	0.9500	1.2758	0.8652	14037.0336	95.00%
90	0.9437	1.2627	0.8551	12446.0743	94.37%
100	0.9375	1.2497	0.8454	11174.1495	93.75%
110	0.9312	1.2367	0.8359	10134.2447	93.12%
120	0.9250	1.2238	0.8268	9268.3500	92.50%
130	0.9187	1.2109	0.8179	8536.3050	91.87%
140	0.9125	1.1981	0.8094	7909.4235	91.25%
150	0.9062	1.1854	0.8011	7366.6693	90.62%
160	0.9000	1.1728	0.7931	6892.2650	90.00%
170	0.8937	1.1602	0.7854	6474.1457	89.37%
180	0.8875	1.1477	1.4366	7128.8666	88.75%
190	0.8812	1.1353	0.7709	5771.2029	88.12%
200	0.8750	1.1229	0.7640	5473.0447	87.50%
210	0.8687	1.1106	0.7575	5203.6553	86.87%
220	0.8625	1.0984	0.7512	4959.1097	86.25%
230	0.8562	1.0862	0.7452	4736.1652	85.62%
240	0.8500	1.0741	0.7394	4532.1195	85.00%
250	0.8437	1.0621	0.7340	4344.7032	84.37%
260	0.8374	1.0501	0.7288	4171.9954	83.74%
270	0.8312	1.0382	0.7238	4012.3604	83.12%
280	0.8249	1.0264	0.7192	3864.3959	82.49%
290	0.8187	1.0146	0.7148	3726.8931	81.87%
300	0.8124	1.0029	0.7107	3598.8044	81.24%
310	0.8062	0.9913	0.7068	3479.2175	80.62%
320	0.7999	0.9798	0.7032	3367.3340	79.99%
330	0.7937	0.9683	0.6998	3262.4524	79.37%
340	0.7874	0.9569	0.6968	3163.9538	78.74%
350	0.7812	0.9455	0.6939	3071.2901	78.12%
360	0.7749	0.9342	0.6914	2983.9739	77.49%
370	0.7687	0.9230	0.6890	2901.5707	76.87%
380	0.7624	0.9118	0.6870	2823.6918	76.24%
390	0.7562	0.9008	0.6852	2749.9882	75.62%
400	0.7499	0.8897	0.6836	2680.1462	74.99%
500	0.6874	0.7833	0.6816	2143.0109	68.74%
600	0.6249	0.6837	0.7039	1796.2488	62.49%
700	0.5624	0.5908	0.7502	1558.1626	56.24%
800	0.4998	0.5047	0.8208	1388.1700	49.98%
900	0.4373	0.4254	0.9176	1264.0661	43.73%

1000	0.3748	0.3529	1.0436	1173.0007	37.48%
1100	0.3123	0.2871	1.2051	1107.5172	31.23%
1200	0.2498	0.2281	1.4133	1063.8725	24.98%
1300	0.1872	0.1759	1.6909	1041.9020	18.72%
1400	0.1247	0.1305	2.0902	1047.4644	12.47%
1500	0.0622	0.0918	2.7817	1106.8829	6.22%
1600	-0.0003	0.0599	#NUM!	#NUM!	-0.03%

Sehingga waktu penggantian yang berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa biaya pada saat 1500 jam sebesar Rp 1106.88,00 dengan tingkat keandalan 6.22%. Oleh karena itu interval yang disarankan dalam melakukan penggantian komponen rem adalah 1500 jam.



**Gambar 4.4 Grafik Keandalan Rem**

### 4.3 Analisa data

#### 4.3.1 Perbandingan Biaya Perbaikan Korektif dan Preventif

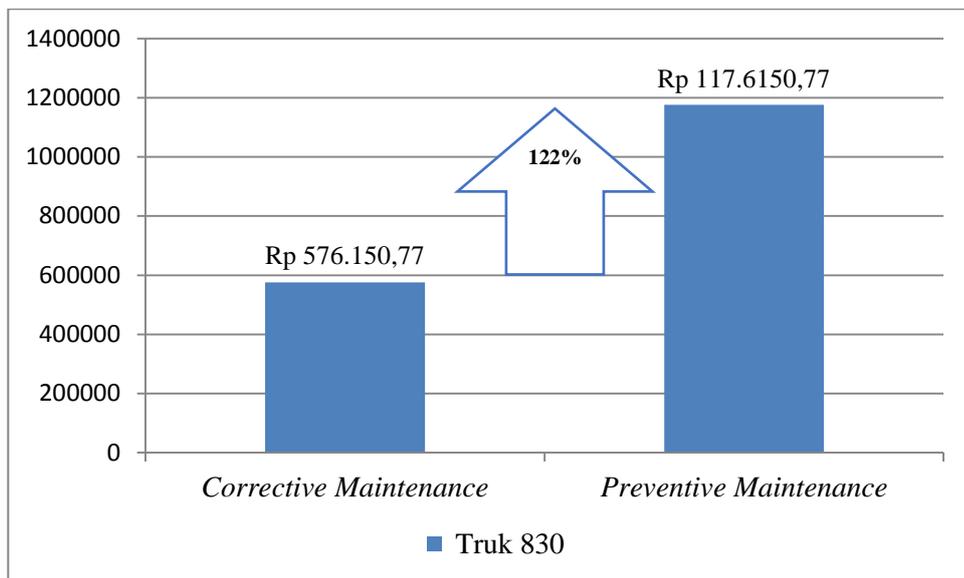
Setelah PT.TTNT melakukan perawatan preventif yang disarankan, akan terjadi perubahan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Biaya yang dikeluarkan dengan menggunakan perawatan preventif akan lebih besar bila dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan pada saat terjadi kerusakan tiba-tiba pada truk.

**Tabel 4.25 Biaya Cost up Preventive Maintenance**

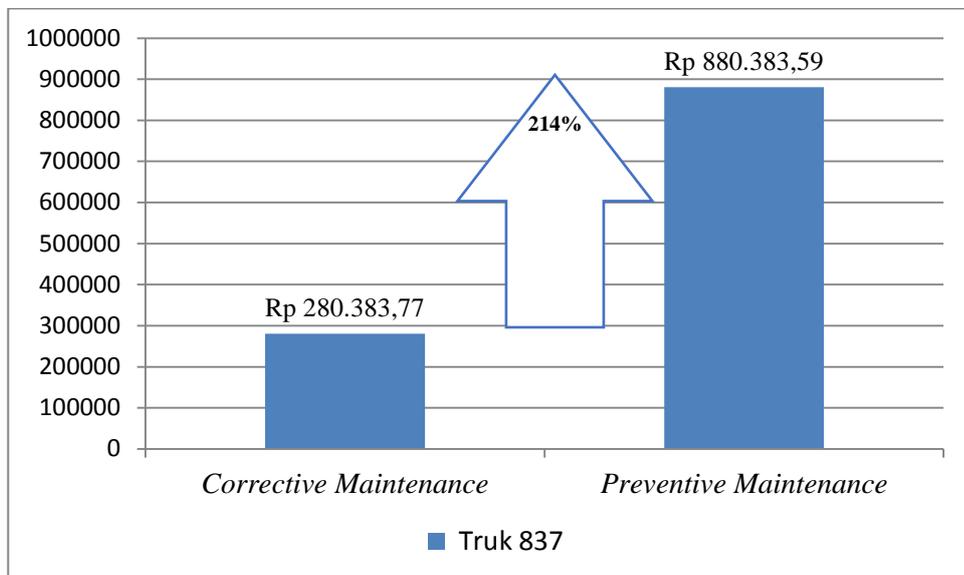
Komponen	<i>Corrective Maintenance</i>	<i>Preventive Maintenance</i>	<i>Cost up</i>
----------	-------------------------------	-------------------------------	----------------

Truk 830	Rp 576.150,77	Rp 1.176.150,77	Rp 600.000,00	122%
Truk 837	Rp 280.383,77	Rp 880.383,59	Rp 600.000,00	214%

Terjadi kenaikan biaya sebesar 122% untuk truk 830 yaitu dari Rp 576.150,77 menjadi sebesar Rp 1.176.150,77, sedangkan untuk truk 837 terjadi kenaikan biaya sebesar 214% yaitu dari Rp 280.383,77 menjadi sebesar Rp 880.383,59. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



**Gambar 4.5 Perbandingan Biaya Perbaikan Korektif dan Preventif Truk 830**



**Gambar 4.6 Perbandingan Biaya Perbaikan Korektif dan Preventif Truk 837**

### 4.3.2 Jadwal penggantian komponen yang disarankan

Berdasarkan dari perhitungan jarak waktu atau interval pergantian tiap-tiap kerusakan kendaraan dengan keandalan yang optimal diperoleh interval waktu untuk perbaikan pada lampu adalah sebesar 420 jam atau sama dengan 17.5 hari, interval waktu perbaikan *accu* sebesar 700 jam atau sama dengan 29.16 hari, perbaikan pada *wing* 230 jam atau sama dengan 9.58 hari, dan perbaikan rem adalah 1500 jam atau sama dengan 62.5 hari. Dengan menggunakan data-data tersebut maka dapat dibuat jadwal penggantian tiap komponen selama periode 4 bulan kedepan di mulai dari bulan Februari 2017.

#### 1. Jadwal Penggantian Komponen Lampu.

Dalam penjadwalan perbaikan penggantian komponen lampu, diasumsikan perbaikan pertama kali dilakukan pada tanggal 01 Februari 2017 jam 00:00, dengan lama waktu perbaikan diambil dari data MTTR lampu yaitu selama 0.251 jam atau sama dengan 15.06 menit yang dibulatkan menjadi 16 menit. Sehingga didapat waktu penjadwalan untuk pergantian lampu pada tabel berikut :

**Tabel 4.26 Jadwal Penggantian Komponen Lampu**

No	Komponen	Bulan
1	Lampu	1-Feb-17
2		19-Feb-17
3		9-Mar-17
4		27-Mar-17
5		14-Apr-17
6		2-Mei-17
7		19-Mei-17

Pada tabel diatas dapat dilihat untuk penjadwalan perbaikan komponen lampu dilakukan sebanyak 7 kali, dimana tiap bulannya rata-rata adalah 2 kali perbaikan, kecuali untuk bulan April hanya diperlukan 1 kali perbaikan.

#### 2. Jadwal Penggantian Komponen *Accu*.

Dalam penjadwalan perbaikan penggantian komponen *accu*, diasumsikan perbaikan pertama kali dilakukan pada tanggal 01 Februari 2017 jam 00:00,

dengan lama waktu perbaikan diambil dari data MTTR *accu* yaitu selama 0.029 jam atau sama dengan 2 menit. Sehingga didapat waktu penjadwalan untuk pergantian *accu* pada tabel berikut :

**Tabel 4.27 Jadwal Penggantian Komponen *Accu***

No	Komponen	Bulan
1	Accu	1-Feb-17
2		3-Mar-17
3		2-Apr-17
4		2-Mei-17

Pada tabel diatas dapat dilihat untuk penjadwalan perbaikan komponen *accu* dilakukan sebanyak 4 kali, dimana tiap bulannya rata-rata adalah hanya cukup 1 kali perbaikan.

### 3. Jadwal Penggantian Komponen *Wing*.

Dalam penjadwalan perbaikan penggantian komponen *wing*, diasumsikan perbaikan pertama kali dilakukan pada tanggal 01 Februari 2017 jam 00:00, dengan lama waktu perbaikan diambil dari data MTTR *wing* yaitu selama 0.554 jam atau sama dengan 32.64 menit yang dibulatkan menjadi 33 menit. Sehingga didapat waktu penjadwalan untuk pergantian *wing* pada tabel berikut :

**Tabel 4.28 Jadwal Penggantian Komponen *Wing***

No	Komponen	Bulan
1	Wing	1-Feb-17
2		11-Feb-17
3		21-Feb-17
4		3-Mar-17
5		13-Mar-17
6		23-Mar-17
7		2-Apr-17
8		12-Apr-17
9		22-Apr-17

10		2-Mei-17
11		12-Mei-17
12		22-Mei-17

Pada tabel diatas dapat dilihat untuk penjadwalan perbaikan komponen *wing* dilakukan sebanyak 12 kali, yaitu pada bulan Februari tanggal 1 Februari, 11 Februari, dan 21 Februari. Pada bulan Maret dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu tanggal 3 Maret, 13 Maret, dan 23 Maret. Dalam bulan April dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu tanggal 2 April, 12 April, dan 22 April. Kemudian pada Mei juga dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada tanggal 2 Mei, 12 Mei, dan 22 Mei.

#### 4. Jadwal Penggantian Komponen Rem.

Dalam penjadwalan perbaikan penggantian komponen rem, diasumsikan perbaikan pertama kali dilakukan pada tanggal 01 Februari 2017 jam 00:00, dengan lama waktu perbaikan diambil dari data MTTR rem yaitu selama 0.554 jam atau sama dengan 32.64 menit yang dibulatkan menjadi 33 menit. Sehingga didapat waktu penjadwalan untuk pergantian rem pada tabel berikut :

**Tabel 4.29 Jadwal Penggantian Komponen Rem**

No	Komponen	Bulan
1	Rem	1-Feb-17
2		5-Apr-17

Pada tabel diatas dapat dilihat untuk penjadwalan perbaikan komponen *rem* dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu pada tanggal 1 Februari dan 5 April

Berdasarkan pada pembahasan dalam uraian-uraian sebelumnya yang telah dijelaskan, dengan adanya *preventive maintenance* dari segi biaya perawatan akan mengalami *cost up* atau kenaikan biaya sebesar Rp 600.000 dari biaya sebelumnya, yaitu biaya korektif. Tetapi dengan terjadinya kenaikan biaya *preventive maintenance* akan berpengaruh terhadap performa kendaraan truk, yaitu tidak adanya lagi perbaikan yang bersifat korektif, dalam hal ini perbaikan yang baru dilakukan ketika kerusakan kendaraan terjadi. Dimana dengan adanya *preventive maintenance* sebelum kerusakan terjadi, perusahaan sudah dapat

mencegah terlebih dahulu kerusakan. Hal ini akan dapat meningkatkan performa kendaraan truk dengan berkurangnya kerusakan dan meingkatkan performa perusahaan dalam hal tidak ada lagi keterlambatan pengiriman barang karena permasalahan kerusakan truk yang tiba-tiba, yang pada akhirnya hal tersebut akan berpengaruh terhadap kualitas kepuasan dan kepercayaan *customer* terhadap perusahaan.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Simpulan**

Dari hasil analisis dan pengolahan data dapat disimpulkan dengan adanya *previnteve maintenace* didapatkan metode baru atau usulan dalam melakukan perawatan kendaraan truk. Perawatan truk yang terjadwal akan memberikan dampak terhadap ketahanan/keandalan dari komponen truk menjadi lebih lama dibandingkan *corrtive maintenance*, sehingga metode yang digunakan dalam perawatan truk adalah mencegah kerusakan bukan lagi memperbaiki kerusakan. Secara biaya dengan adanya *preventive maintenance* akan berpengaruh terhadap biaya perawatan truk, sehingga berdampak pada kenaikan biaya sebesar 122% untuk truk 830 dan 214% untuk truk 837 atau sebesar Rp 600.000 tiap unitnya.

#### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diberikan kepada PT. TTNT dengan hasil yang baik setelah dilakukan *preventive maintenance* adalah dapat melakukan integrasi antara jadwal pengiriman truk dan jadwal *preventive maintenance* di PT. TTNT. Selain itu diharapkan penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya mengenai penyebab kerusakan truk, khususnya truk kode 830 yang memiliki jumlah kerusakan paling tinggi dibandingkan dengan truk yang lain di PT. TTNT.

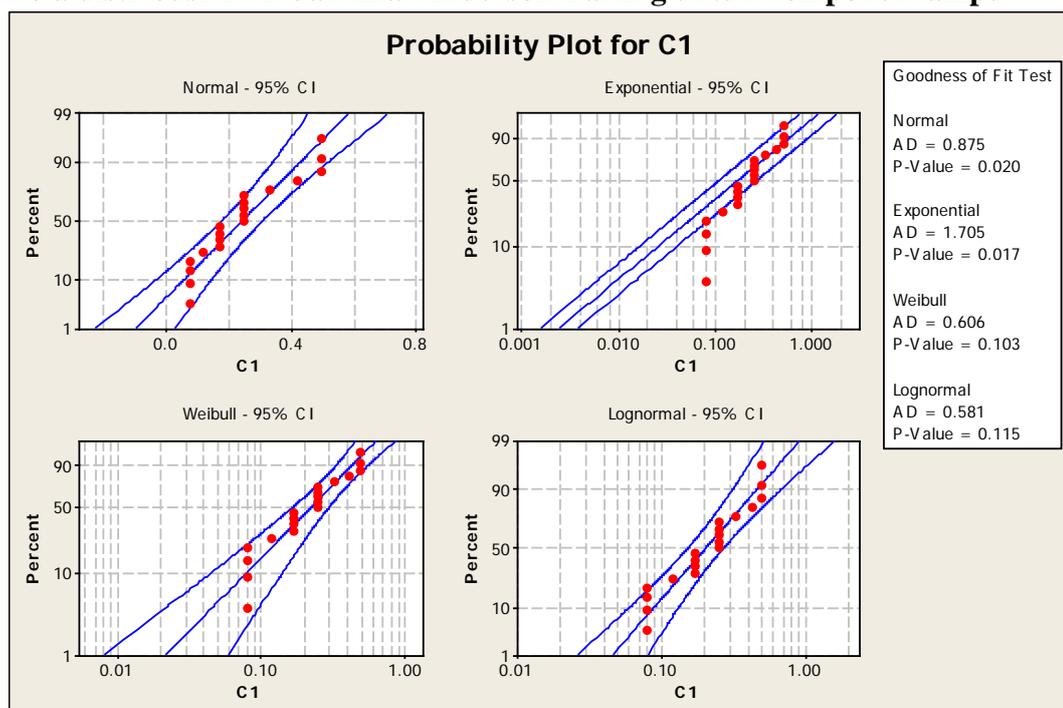
## DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (1993). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Corder, Antony S. (1974). *Maintenance Management Techniques*. United Kingdom : McGraw Hill Ltd.
- Devi Costania Siagian, H. N. (2013). Usulan Perawatan Mesin Berdasarkan Keandalan Spare Part Sebagai Solusi Penurunan Biaya Perawatan pada PT. XYZ. *e-jurnal Teknik Industri FT USU Vol 3*, 47-52.
- Dhillon, B.S, Reiche, Hans. (1995). *Reliability and Maintainability Management*. New Delhi: CBS Publisher & Distributor.
- Gasperzs, V. (1996). *Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Mitra, Amitava. (1998). *Fundamental of Quality Control and Improvement 2<sup>nd</sup> Edition*. United Sated of America : Prentice Hall.
- Supandi. (1996). *Manajemen Perawatan Industri*. Bandung : Ganesha.

# LAMPIRAN

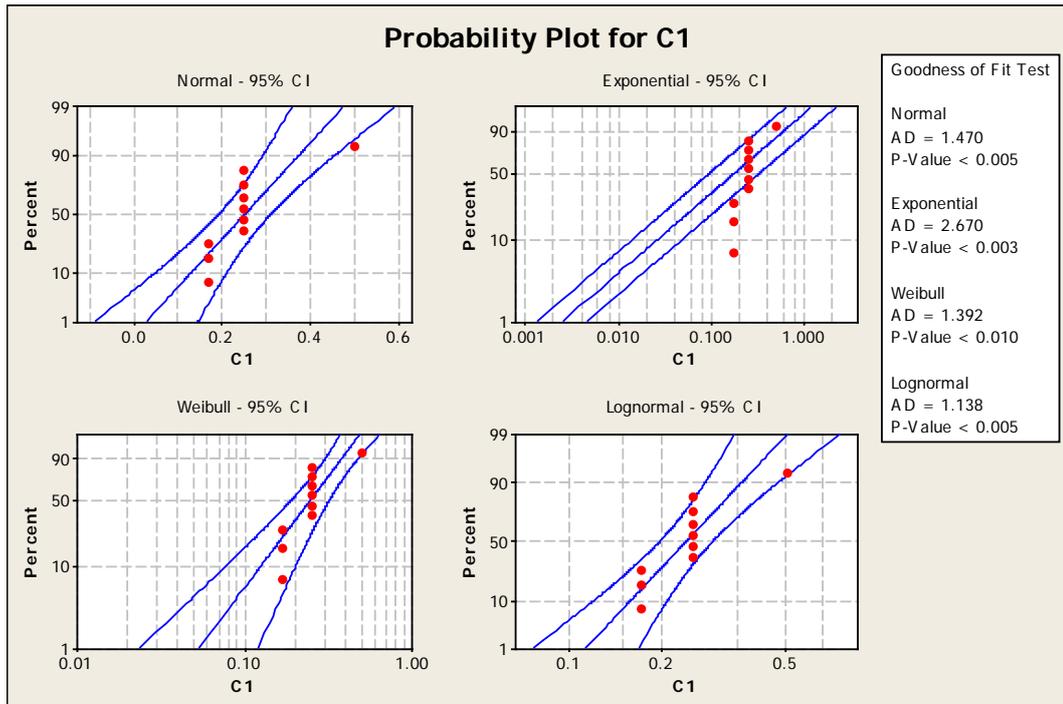
## Lampiran 1

### Pola distribusi TTR dan nilai Anderson Darling untuk komponen lampu



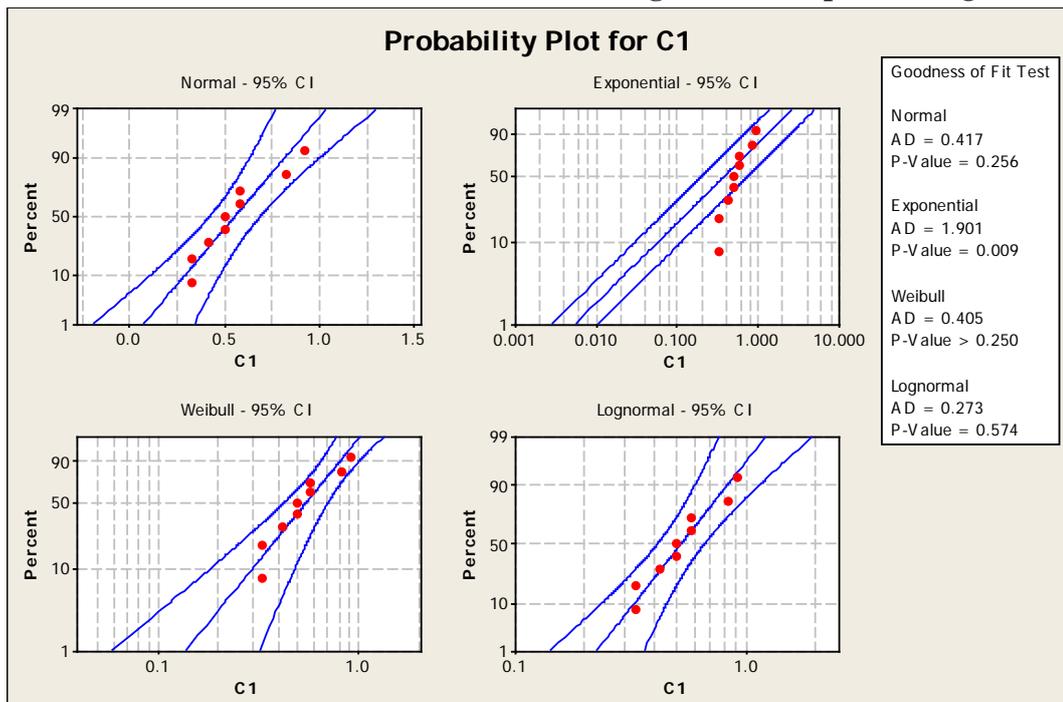
## Lampiran 2

### Pola distribusi TTR dan nilai Anderson Darling untuk komponen *accu*



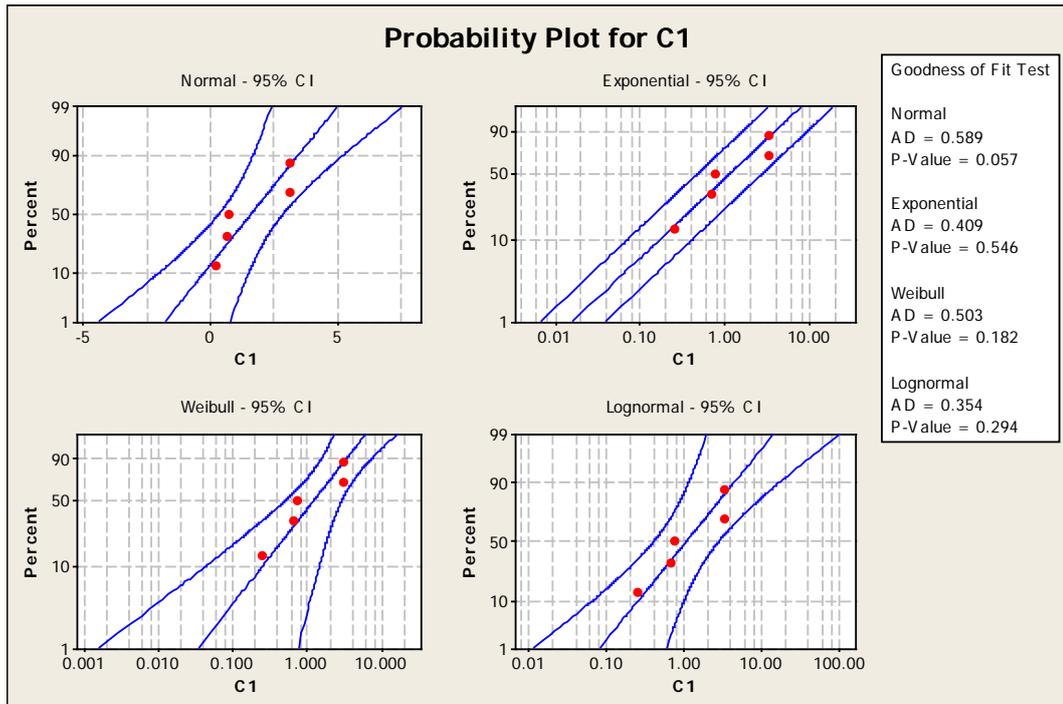
### Lampiran 3

#### Pola distribusi TTR dan nilai Anderson Darling untuk komponen *wing*



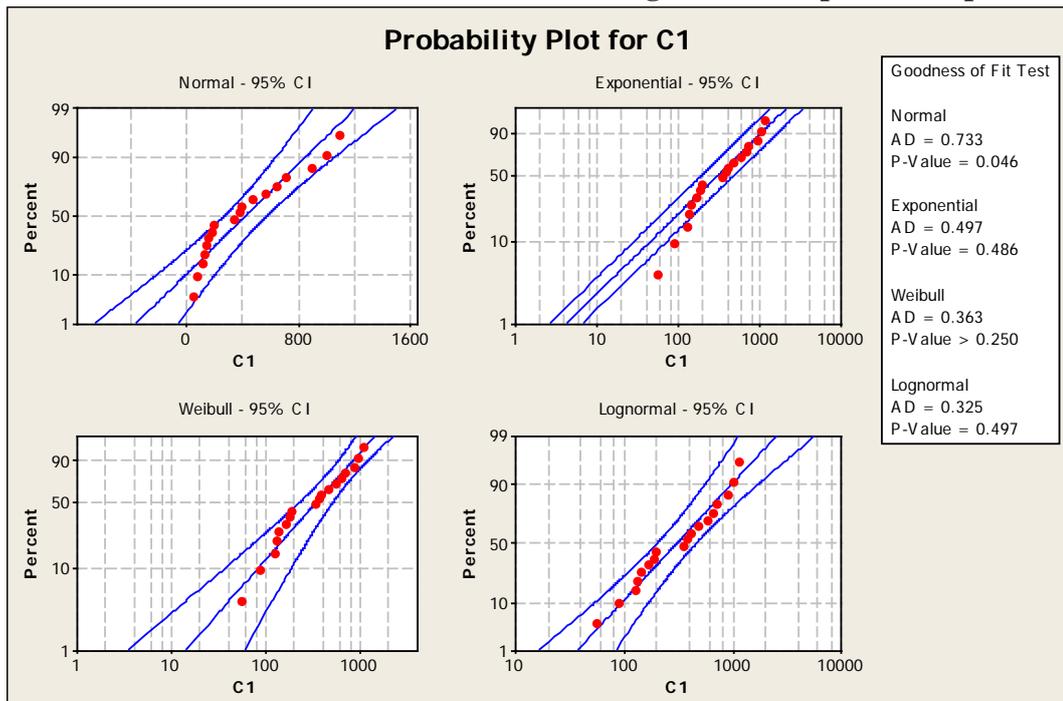
### Lampiran 4

#### Pola distribusi TTR dan nilai Anderson Darling untuk komponen rem



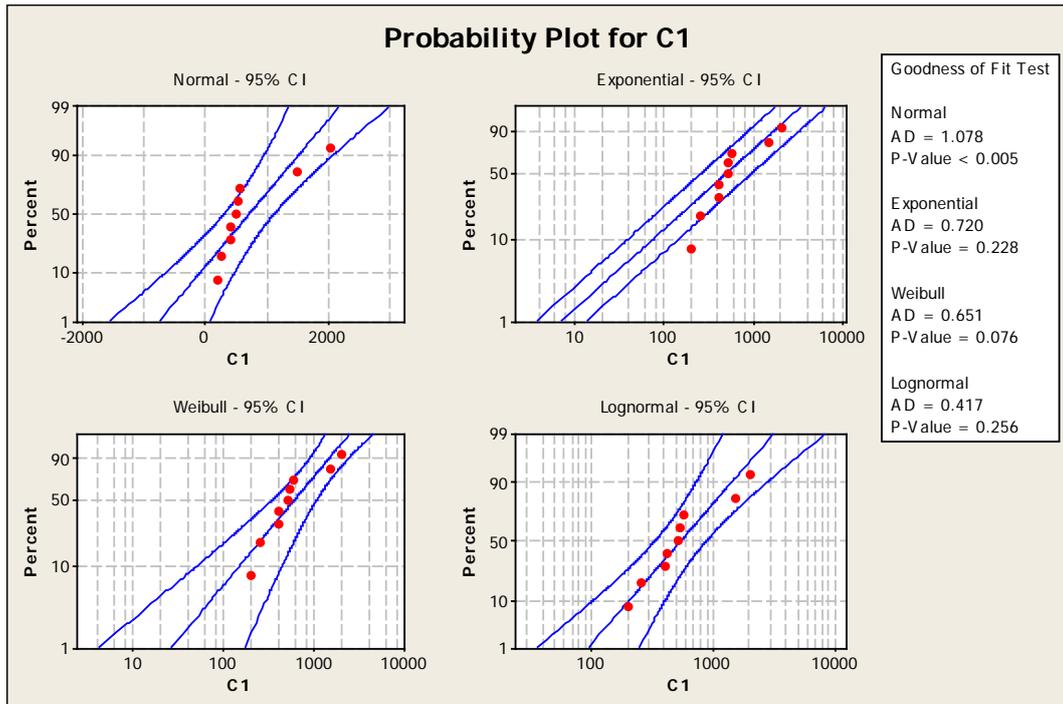
## Lampiran 5

### Pola distribusi TTF dan nilai Anderson Darling untuk komponen lampu



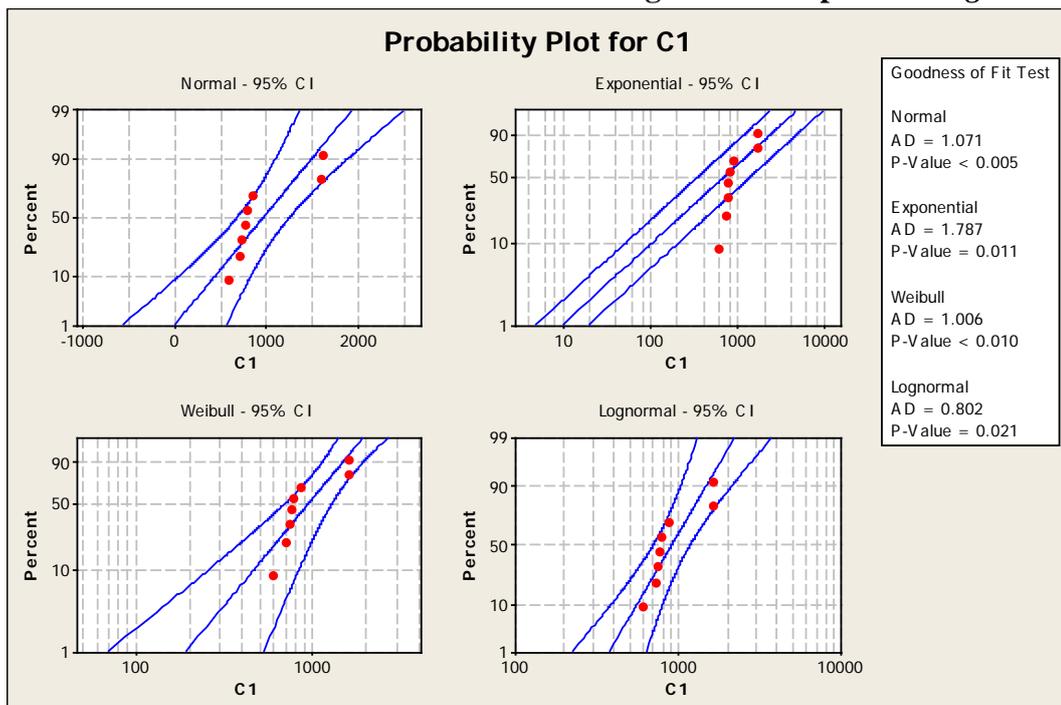
## Lampiran 6

### Pola distribusi TTF dan nilai Anderson Darling untuk komponen *Acuu*



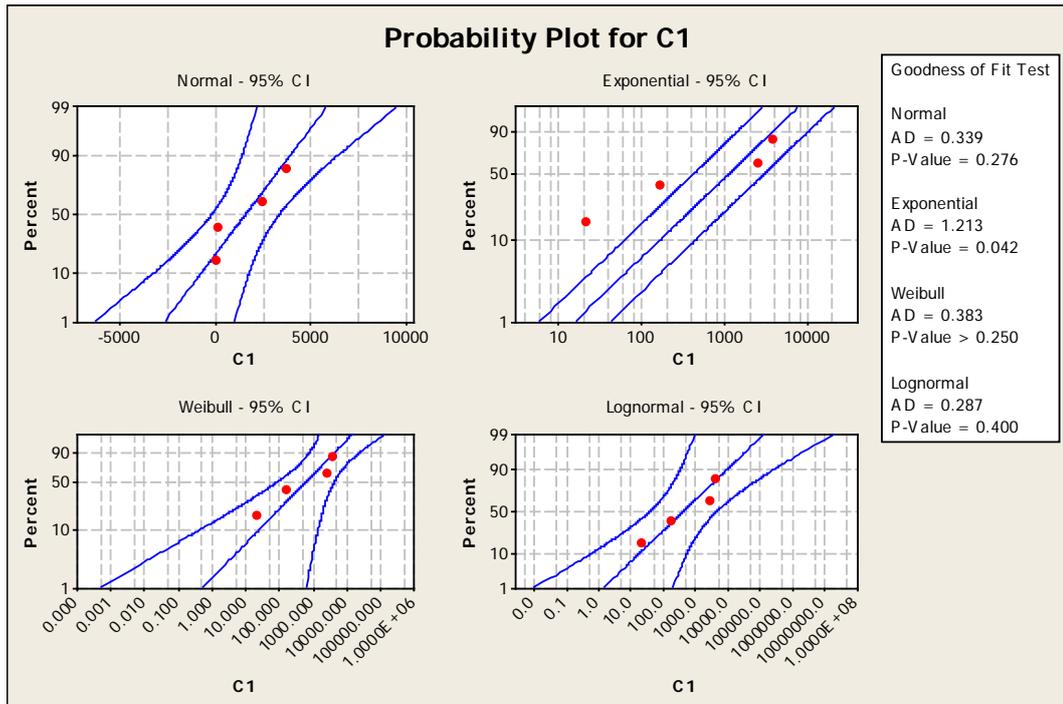
## Lampiran 7

### Pola distribusi TTF dan nilai Anderson Darling untuk komponen *Wing*



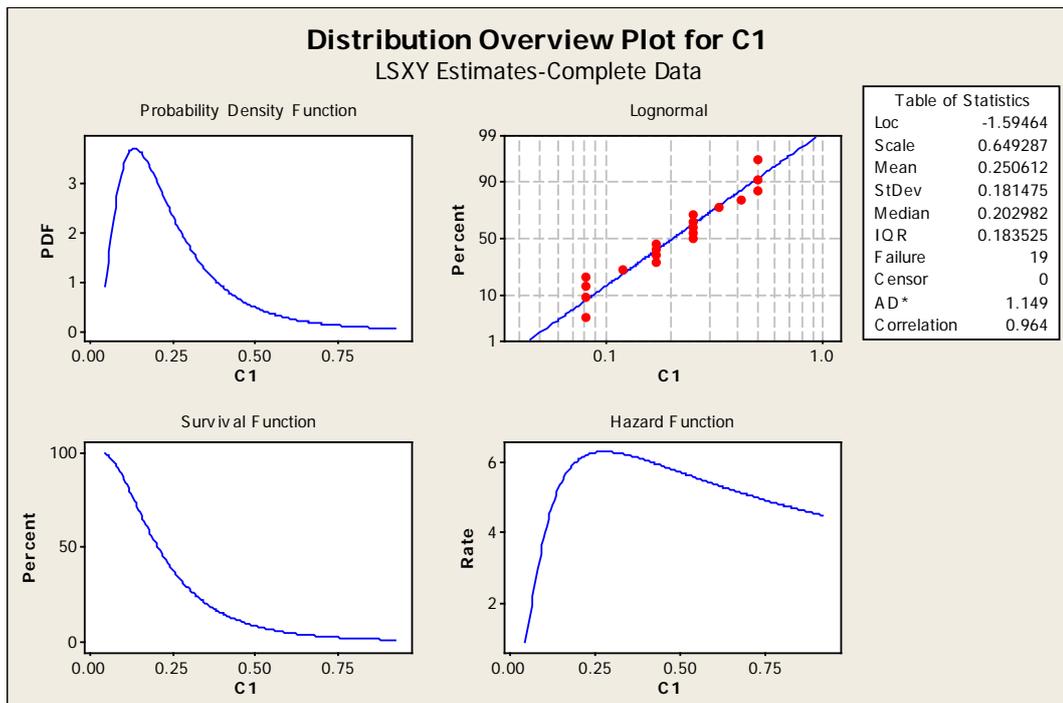
## Lampiran 8

### Pola distribusi TTF dan nilai Anderson Darling untuk komponen rem



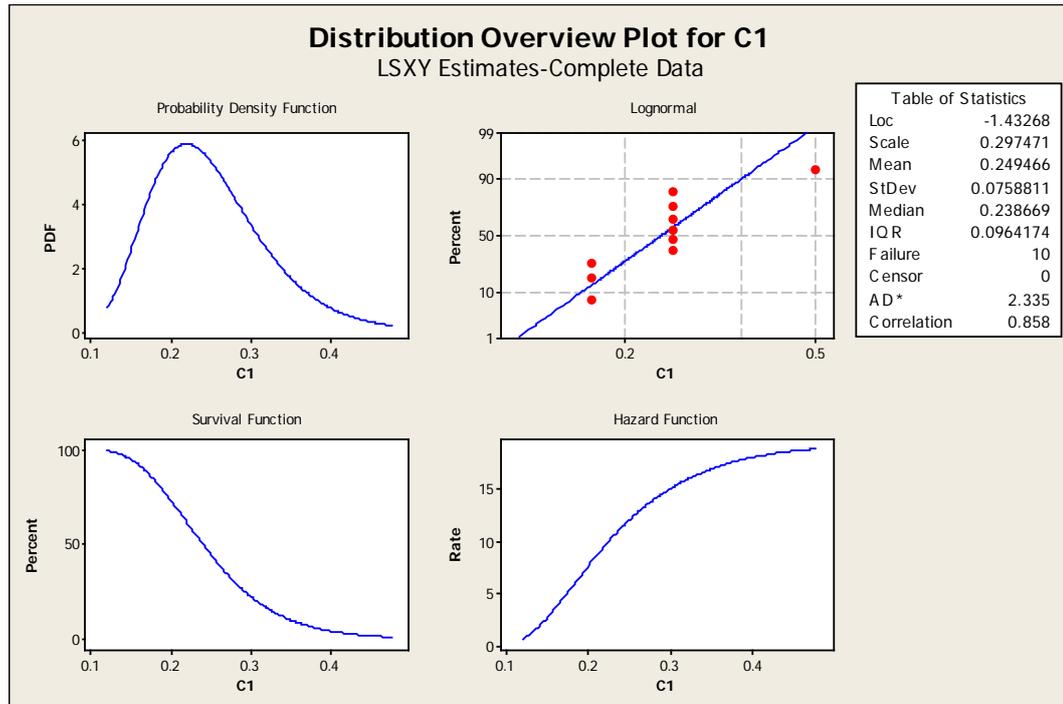
## Lampiran 9

### Scale parameter dan median TTR lampu



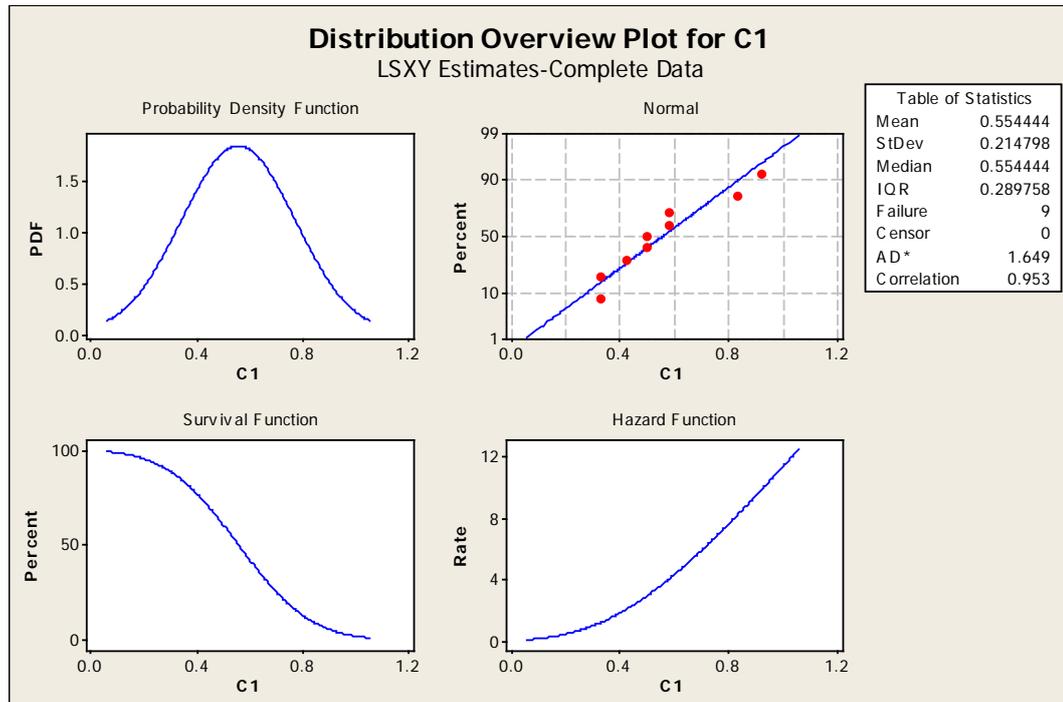
## Lampiran 10

### Scale parameter dan median TTR *accu*



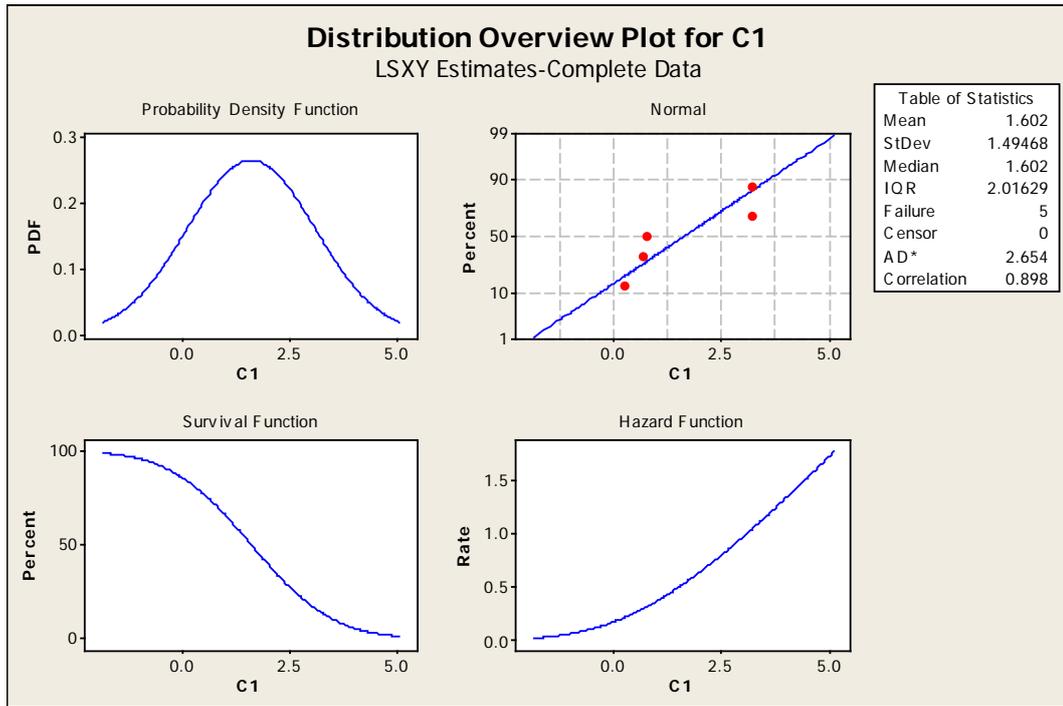
## Lampiran 11

### Scale parameter dan median TTR *wing*



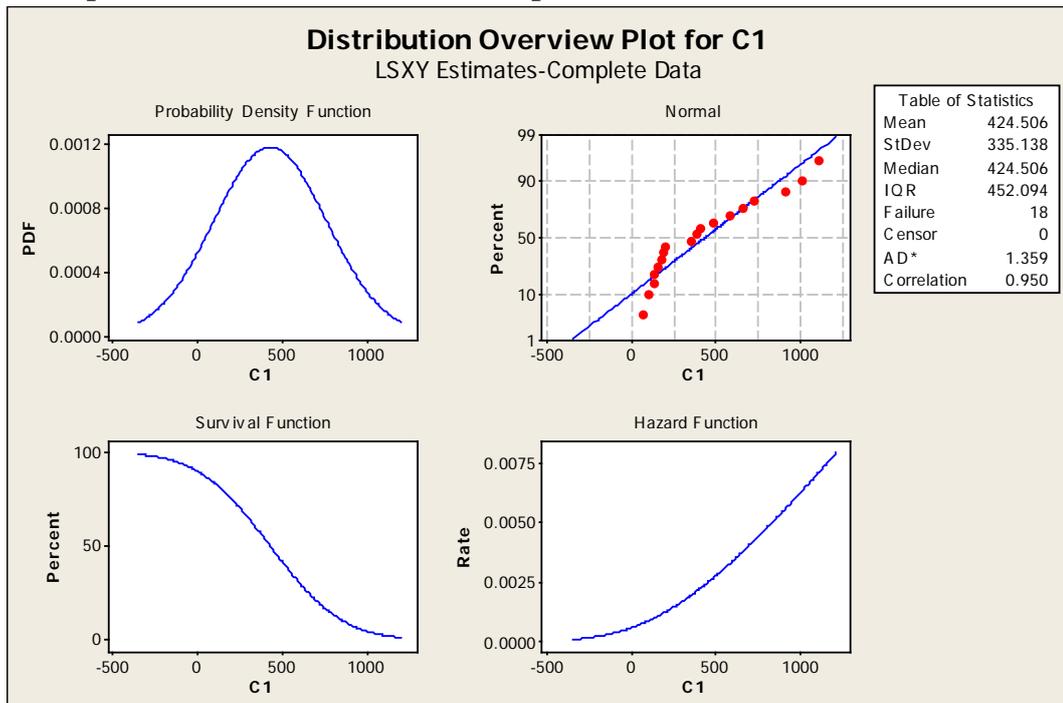
### Lampiran 12

#### Scale parameter dan median TTR rem



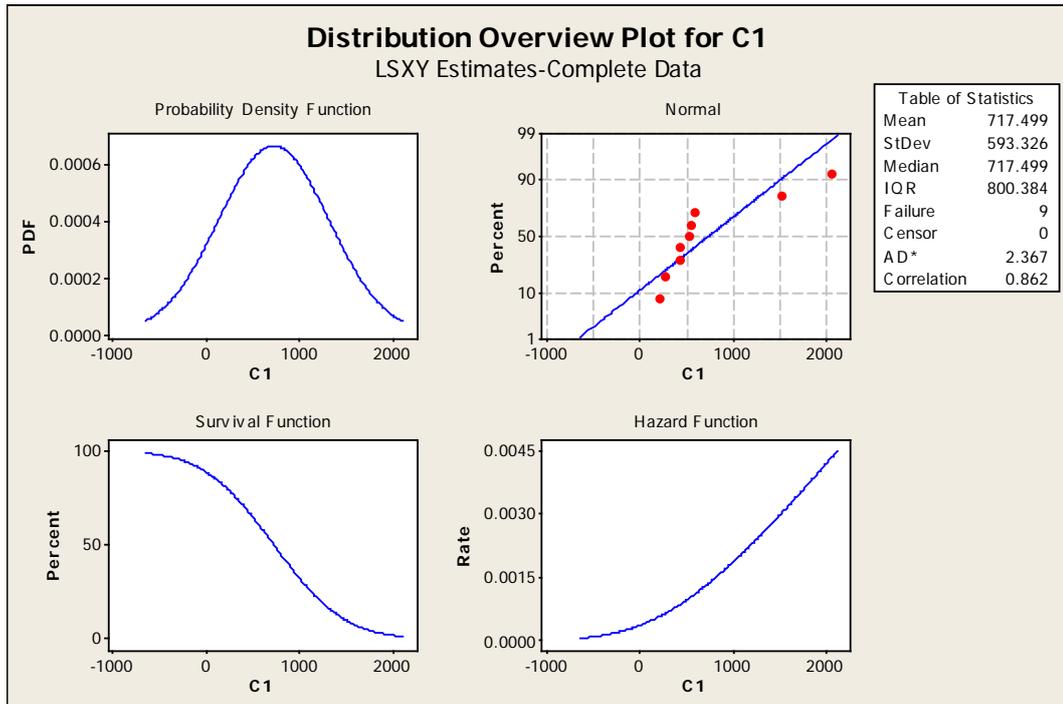
### Lampiran 13

#### Scale parameter dan median TTF lampu



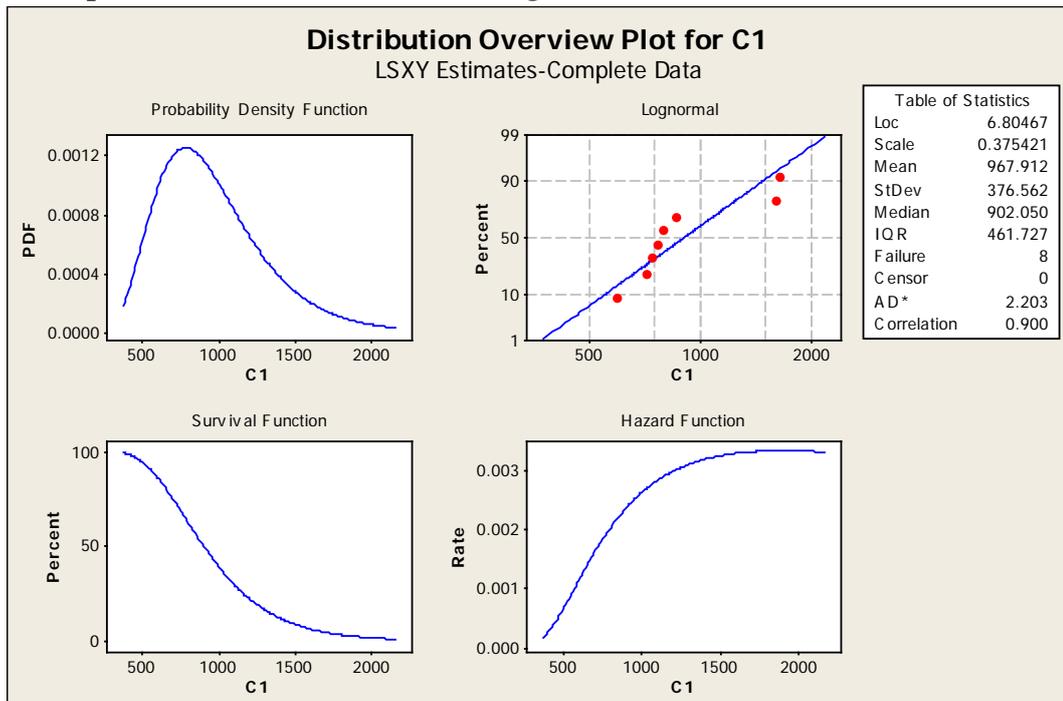
### Lampiran 14

#### Scale parameter dan median TTF *accu*



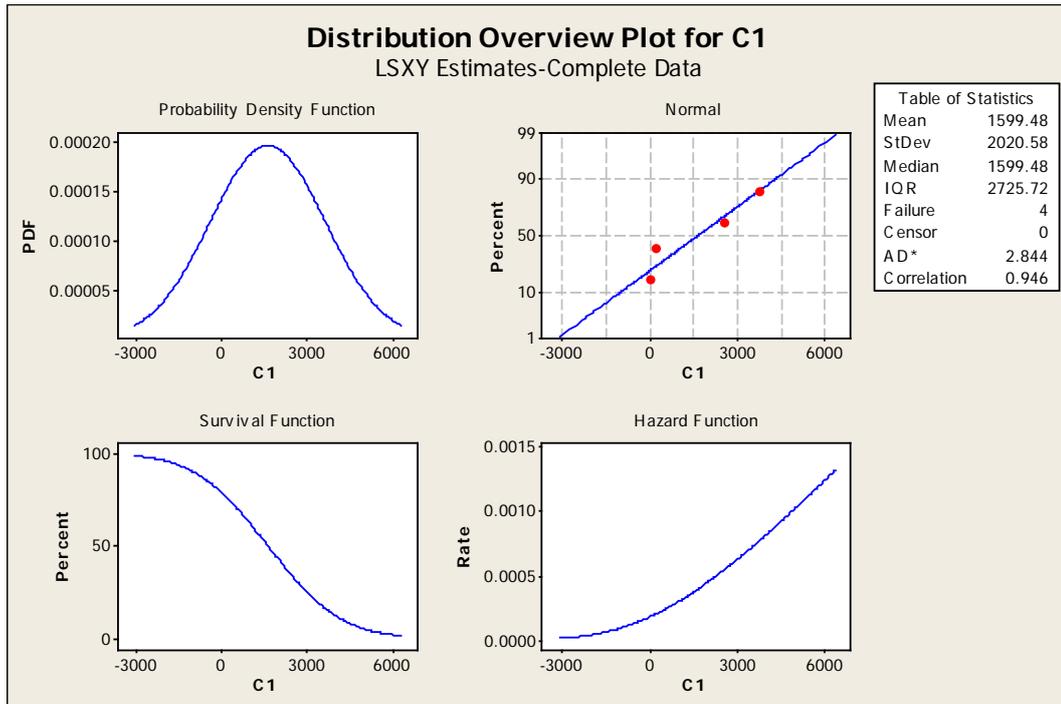
### Lampiran 15

#### Scale parameter dan median TTF *wing*



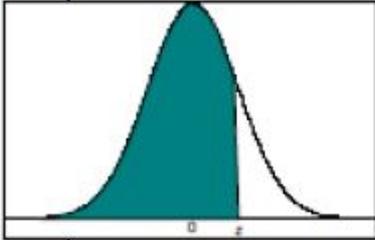
## Lampiran 16

### Scale parameter dan median TTF rem



## Lampiran 17

### Tabel Distribusi *Cumulative*

Cumulative Probabilities for the Standard Normal (Z) Distribution										
					Values in the table correspond to the area under the curve of a standard normal random variable for a value at or below z.					
z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998									
4.0	0.99997									
4.5	0.999997									
6.0	0.9999997									