

**ANALISIS USULAN PERENCANAAN PERAWATAN MESIN PADA  
LINE PRODUKSI CUP 220 ML DENGAN METODE *Reliability Centered  
Maintenance* (RCM) PADA MESIN SEALER  
(Studi Kasus : PT. TUJUH SUMBER BERKAH)**

**TUGAS AKHIR**

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

**Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



Nama : Nafisha Dian Anggrayna

Nim : 19522289

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**YOGYAKARTA**

**2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN TUGAS AKHIR

### PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang telah saya jelaskan. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 24 September 2023



(Nafisha Dian Anggravna)

NIM 19522289

## SURAT BUKTI PENELITIAN TUGAS AKHIR



### SURAT KETERANGAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Nafisha Dian Anggrayna  
Nim : 19522289  
Jurusan : Teknik Industri

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan Tugas Akhir dengan judul "Analisis Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Pada Line Produksi Cup 220 ML Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) Pada mesin Sealer" di perusahaan PT. Tujuh Sumber Berkah pandeglang selama satu bulan May – Juni 2023.

Demikian surat keterangan ini kami buat. Atas perhatiannya dan kerja samanya kami mengucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta 26 Juni 2023

Mengetahui,  
  
CHOIRILLAH  
Ketua Tim HACCP

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**ANALISIS USULAN PERENCANAAN PERAWATAN MESIN PADA  
LINE PRODUKSI CUP 220 ML DENGAN METODE *Reliability Centered  
Maintenance* (RCM) PADA MESIN SEALER  
(Studi Kasus : PT. TUJUH SUMBER BERKAH)**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh :**

**Nama : Nafisha Dian Anggrayna**

**NIM : 19422289**

**Yogyakarta, 7 Juli 2023**

**Dosen Pembimbing**



**(Dian Janari S.T., M.T.)**

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**  
**ANALISIS USULAN PERENCANAAN PERAWATAN MESIN PADA**  
**LINE PRODUKSI CUP 220 ML DENGAN METODE *Reliability Centered***  
***Maintenance* (RCM) PADA MESIN SEALER**

(Studi Kasus : PT. TUJUH SUMBER BERKAH)

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh:**

**Nama : Nafisha Dian Anggrayna**  
**No. Mahasiswa : 19 522 289**

Telah dipertahankan didepan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata -1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

**Universitas Islam Indonesia**  
**Yogyakarta 18 September 2023**

**Dian Janari, S. T., M.T.**

**Ketua**

**Yuli Agusti Rochman, S. T., M.Eng.**

**Anggota 1**

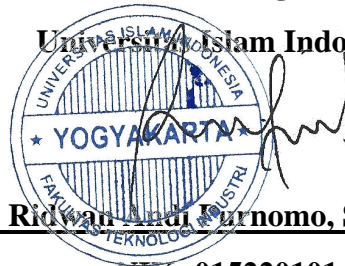
**Danang Setiawan, S. T., M.T.**

**Anggota 2**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana**  
**Fakultas Teknologi Industri**

**Universitas Islam Indonesia**



**Ir. Muhammad Ridwan Adi Jurnomo, S.T., M.sc., Ph.D., IPM.**

**NIK: 015220101**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

*Bismillahirrahmanirahim*

*Alhamdulillah dengan menyebut nama Allah SWT yang lagi maha pengasih lagi maha penyayang segala puji kita panjatkan dan meminta pertolongan, pengampunan serta petunjuk kepadanya. Barang siapa mendapat petunjuk dari Allah maka tidak akan ada yang menyesatkan dan barang siapa yang sesat maka tidak ada pemberi petunjuk baginya. Aku bersaksi bahwa tiada tuhan selain Allah dan Nabi Muhammad adalah rasullullah.*

*Tugas akhir ini dibuat dengan semua usaha kemampuan saya, dengan iat yang kuat saya persembahkan kepada orang tua saya alm.. Edi Santoso dan Ibu Ratna Sulistyawati serta kakak kandung saya Risma Belina Lisanti yang senantiasa selalu memberikan semangat, doa dan support penuh tanpa henti dan menjadikan sebuah motivasi untuk saya bertahan sehingga dapat menyelesaikan perkuliahan hingga akhir.*

*Saya ucapkan terimakasih kepada Bapak Dian Janari ST. MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu membantu dan memberikan dukungan serta arahan hingga penulisan Tugas Akhir ini selesai.*

*Serta saya persembahkan juga kepada seluruh dosen, mentor, operator atas segala arahan dan ilmu yang diberikan dalam perkuliahan ini, dan teman teman seperjuangan di perkuliahan.*

## **MOTTO**

**“Dan Dia bersama kamu dimana saja kamu berada. Dan Allah  
Maha Melihat apa yang kamu kerjakan”**

**(Q.S Al – Hadid :4)**

**“Jangan berkecil hati karena tidak sesuai ekspektasi, berbesarlah  
hati karena kamu sudah berusaha”**

**(Bunda Ratna)**

## KATA PENGANTAR

### **Bismillahirrohmannirrohim,**

Segala puji kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kami kemudahan serta kelancaran sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Usulan Perencanaan Perawatan Mesin Pada *Line* Produksi Cup 220 ML Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Pada Mesin *Cup Sealer* TE (Tyas *Enginerring*)” pada proses produksi selama masa operasional periode 2023 di PT. Tujuh Sumber Berkah, Kabupaten Pandeglang Banten. Tanpa segala bantuannya tentu kami tidak akan sanggup untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat serta salam yang selalu terlimpah curahkan kepada baginda besar tercinta kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang senantiasa kita nanti-nantikan syafa’atnya di akhirat nanti tepat pada waktunya. Laporan penelitian Tugas Akhir ini disusun sebagai mencari hasil dari analisis kualitatif dan data kuantitatif pada PT. Tujuh Sumber Berkah desa Rocek, kecamatan cimanuk, Kabupaten Pandeglang Banten, berhubungan dengan *Preventife Maintenance* pada mesin Produksi air minum dalam kemasan (AMDK). Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai banyak pihak, baik berupa dorongan moril maupun materil. Oleh karena itu pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang telah memberikan seluruh rahmatnya sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan laporan penelitian Tugas Akhir ini tepat pada waktunya dan dierikan kelancaran.
2. Ibu Ratna Sulistyawati selaku orang tua saya yang sangat saya sayangi, yang selalu mengajarkan artinya ihklas, sabar dengan setulus hati dan yang sudah membesarkan saya hingga dewasa dan menyekolahkan saya sampai tamat Strata -1.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.



4. Bapak Dian Janari S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu sabar membimbing dan memberikan arahan dalam penyelesaian laporan Tugas Akhir.
5. Bapak Iwan Rahmawan, Pak Puguh Budi Setyawan, pak asep khirulloh dan pak choirillah selaku pembimbing lapangan yang telah memberikan banyak sekali ilmu pengetahuan yang sangat berharga.
6. Bapak kardi dan pak imron selaku mekanikal mesin cup sealer yang telah membantu dan memberikan arahan dan pengetahuan yang berharga.
7. Kakak kandung tersayang saya yang selalu senantiasa menghibur dengan sepenuh hati yaitu Risma Belina Lisanti.
8. Kepada Reza, Emma, Syaila, Amirul teman seperjuangan yang telah meluangkan waktu dan memberikan bantuan lebih dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Serta semua teman teman terdekat penulis yang selalu menyemangati penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada para penulis yang tulisannya telah dimuat dan dikutip sebagai bahan rujukan.

Dalam hal ini, penulis mengharapkan bahwasannya laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang berkaitan dan yang membaca. Dan penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir masih kurang sempurna, sehingga diharapkan adanya saran dan kritik yang membangun untuk laporan ini.

Wassalamualaikum Warrohmatulloh hiwabarokatuh

Yogyakarta, 26 September 2023



Nafisha Dian Anggrayna

## ABSTRAK

Mesin atau fasilitas adalah alat dan properti yang digunakan dalam melakukan sebuah kegiatan produksi dalam memproduksi suatu produk. sehingga mesin sangat penting untuk sebuah pendukung dibidang industri. Keandalan dan kemampuan mesin sangat berpengaruh terhadap laju aktifitas produksi. Dan untuk itu, menjaga performa mesin sangat penting agar dapat mencegah penurunan laju aktifitas produksi. Pada penelitian ini akan melakukan analisa kegiatan *maintenance* dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Sehingga dapat memberikan estimasi waktu perawatan *preventive* dan menentukan batas waktu beroperasinya mesin sehingga kehandalan mesin dapat terjaga. Hasil dari identifikasi kerusakan mesin didapatkan mesin kritis yaitu mesin *cup sealer* TE dengan total kerusakan 403 kali. Komponen kritis yang ditemukan pada mesin *cup sealer* TE dengan menggunakan pendekatan *Failure Mode Effect and Analysis* yaitu komponen *silindris knife cup* dengan menggunakan distribusi *Weibull* mendapatkan nilai MTTF 13521,16373 menit atau 225,353 jam dan nilai MTTR 49,264299 menit atau 0,8 jam setelah dilakukan penjadwalan ulang terhadap waktu perbaikan mendapatkan penurunan waktu *breakdown* sebelum adanya kebijakan tindakan *preventive*. Dengan usulan perawatan menggunakan metode RCM agar dapat meningkatkan kehandalan komponen dan dapat mengurangi waktu *breakdown* kerusakan mesin.

Kata kunci : *Reliability Centered Maintenance, Mean Time To Failure, Mean Time To Repair, Preventive, Failure Mode Effect and Analysis*

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>SURAT BUKTI PENELITIAN TUGAS AKHIR</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING</b> .....	iv
<b>LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>MOTTO</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang Permasalahan</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Permasalahan</b> .....	4
<b>1.3 Batasan Permasalahan</b> .....	4
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	5
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	5
<b>1.6 Sistematika Penulisan</b> .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	9
<b>2.1 Penelitian Terdahulu</b> .....	9
<b>2.2 Kajian Induktif</b> .....	24
2.2.1 Manajemen Perawatan (Maintenance).....	24
2.2.2 Tujuan Perawatan (Maintenance) .....	25
2.2.3 Jenis – Jenis Perawatan.....	26
2.2.4 Bentuk – Bentuk Perawatan.....	28
2.2.5 Konsep Downtime .....	29
2.2.6 <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM).....	29
2.2.7 Functional Block Diagram (FBD) .....	32
2.2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) .....	32
2.2.9 Logic Tree Analysis (LTA) .....	40

2.2.10 Task Selection (TS) .....	42
2.2.11 Keandalan .....	44
2.2.12 Fungsi Keandalan .....	44
2.2.13 Laju kegagalan ( <i>Failure Rate</i> ).....	46
2.2.14 Fungsi Distribusi Kegagalan.....	47
2.2.15 Distribusi kegagalan .....	47
2.2.16 <i>Mean To Failure</i> (MTTF).....	51
2.2.17 <i>Mean To Repair</i> (MTTR) .....	51
2.2.18 <i>Age Replacement</i> .....	51
2.3.19 <i>Avaibility</i> .....	53
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>54</b>
3.1. <b>Objek dan Lokasi Penelitian .....</b>	<b>54</b>
3.2. <b>Metode Pengumpulan data .....</b>	<b>54</b>
3.3. <b>Data Primer .....</b>	<b>54</b>
3.4. <b>Data sekunder .....</b>	<b>55</b>
3.5. <b>Pengolahan data .....</b>	<b>55</b>
3.6. <b>Alur penelitian .....</b>	<b>57</b>
<b>BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>63</b>
4.1 <b>Pengumpulan data.....</b>	<b>63</b>
4.1.1 Data waktu antar kerusakan komponen mesin <i>Automatic Cup Sealer</i> TE ( <i>Tyas Engineering</i> ) .....	63
4.2 <b>Pengolahan Data .....</b>	<b>81</b>
4.2.1 Functional Block Diagram (FBD) .....	81
4.2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	83
4.2.3 Logic Tree Analysis (LTA).....	86
4.2.4 Task Selection Road Map (Pemilihan Tindakan) .....	88
4.2.5 Penentuan komponen Kritis .....	91
4.2.6 Penentuan Distribusi Data Waktu Kerusakan (Time To Failure) ...	92
4.2.7 Penentuan Distribusi Data Antar Waktu Perbaikan (Time To Repair)....	113
4.2.8 Uji Goodness of fit pada Distribusi Data Waktu Kerusakan (Time To Failure) .....	133

4.2.9	Uji Gooness of fit pada Distribusi Data Waktu Perbaikan (Time To Repair)	138
4.2.10	Perhitungan parameter dari Distribusi Data Waktu Kerusakan (Time To Failure)	142
4.2.11	Perhitungan Parameter Dari Distribusi Data Waktu Perbaikan (Time To Repair)	142
4.2.12	Pennentuan Nilai Tengah dari Distribusi Data Waktu Kerusakan (Mean Time To Failure)	143
4.2.13	Penentuan Nilai Tengah dari Distribusi Data Waktu Perbaikan (Mean Time To Repair)	143
4.2.14	Perhitungan Interval Waktu Penggantian Pencegahan dengan Minimasi Downtime	144
4.2.15	Perhitungan Interval Waktu Pemeriksaan	147
4.2.16	Perbandingan Reliability Sesudah dan Sebelum Pennentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen	148
4.2.17	Perhitungan Avaibility	150
<b>BAB V PEMBAHASAN</b>		151
<b>5.1</b>	<b>Proses Reliability Centered Maintenance (RCM)</b>	152
5.1.1	Funcional Block Diagram (FBD)	152
5.1.2	Failure Mode Effect Analysis (FMEA)	152
5.1.3	Logic Tree Analysis (LTA)	158
5.1.4	Task Selection (Pemilihan Tindakan)	160
5.1.5	Pennentuan Komponen Kritis	161
<b>5.2</b>	<b>Proses Age Replacement</b>	163
5.2.1	Analisis Pola Distribusi Kerusakan	163
5.2.2	Analisis Uji Goodness Of Fit	164
5.2.3	Analisis Parameter dari Distribusi Data Waktu kerusakan (Time To Failure)	164
5.2.4	Analisis Parameter dari Distribusi Data Waktu Perbaikan (Time To Repair)	165
5.2.5	Analisis Interval Waktu Penggantian Pencegahan dan Pemeriksaan Komponen dengan Minimasi Downtime	166
5.2.6	Analisis Perbandingan Reliability sesudah dan sebelum Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen	166
<b>BAB VI PENUTUP</b>		168

<b>6.1 Kesimpulan .....</b>	<b>168</b>
<b>6.2 Saran.....</b>	<b>170</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>171</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>175</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Maintenance .....	28
Gambar 2.2 Contoh Dari Perawatan .....	29
Gambar 2.3 Logic Tree Analysis .....	42
Gambar 2.4 Pemilihan Tindakan Perawatan (Task Selection Road Map).....	43
Gambar 2.5 Grafik Distribusi Keandalan.....	45
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	58
Gambar 4.1 Functional Block Diagram .....	82
Gambar 5.1 Diagram Pareto Penentuan Komponen Kritis .....	162
Gambar 5.2 Reliability .....	167

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	18
Tabel 2.2 Format Failure Mode Effect and Analysis (FMEA) .....	33
Tabel 2.3 Keterangan Severity .....	34
Tabel 2.4 Keterangan Occurency .....	37
Tabel 2.5 Keterangan Detection.....	38
Tabel 2.6 Format Logic Tree Analysis (LTA).....	41
Tabel 2.7 Format Task Selection Road Map.....	43
Tabel 4.1 Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Mesin Sealer .....	63
Tabel 4.2 Tabel Failure Mode Effect and Analysis (FMEA).....	83
Tabel 4.3 Logic Tree Analysis (LTA).....	86
Tabel 4.4 Task Selection Road Map .....	89
Tabel 4.5 Penentuan Komponen Kritis .....	91
Tabel 4.6 Time To Failure Komponen Silindris Knife Cup .....	92
Tabel 4.7 Time To Failure Distribusi Eksponensial .....	96
Tabel 4.8 Time To Failure Distribusi Normal .....	100
Tabel 4.9 Time To Failure Distribusi Log Normal .....	104
Tabel 4.10 Time To Failure Distribusi Weibull.....	109
Tabel 4.11 Indeks Of Fit Time To Failure .....	112
Tabel 4.12 Time To Repair Komponen Silindris Knife Cup.....	113
Tabel 4.13 Time To Repair Distribusi Eksponensial .....	117
Tabel 4.14 Time To Repair Distribusi Normal .....	121
Tabel 4.15 Time To Failure Distribusi Log Normal .....	125
Tabel 4.16 Time To Failure Distribusi Weibull.....	129
Tabel 4.17 Index Of Fit Time To Repair .....	133
Tabel 4.18 Perhitungan Mant Test untuk Komponen Knife Cup .....	133
Tabel 4.19 Perhitungan t untuk Komponen Silindris Knife Cup.....	138
Tabel 4.20 Perhitungan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Dengan Minimasi Downtime .....	144
Tabel 4.21 Perbandingan Reliability Sesudah dan Sebelum.....	149
Tabel 5.1 Failure Mode Effect and Analysis (FMEA).....	153
Tabel 5.2 Hasil Uji Pola Distribusi Data Waktu Antar Kerusakan.....	163
Tabel 5.3 Hasil Uji Pola Distribusi Data Waktu Antar Perbaikan.....	164
Tabel 5.4 Parameter Distribusi Data Waktu Kerusakan .....	165
Tabel 5.5 Parameter Distribusi Data Waktu Perbaikan .....	165



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Permasalahan**

Dari tahun ketahun seiring dengan meningkatnya pertumbuhan perekonomian di indonesia bersamaan juga dengan perkembangan industri *modern* yang terdapat di indonesia. Perkembangan industri *modern* ini sangat erat dengan perkembangan masyarakat, begitu pula dengan sebab dan akibat dari perkembangan lain yaitu seperti perkembangan sumber daya manusia yang semakin meningkat termasuk kebutuhan sumber air yang semakin besar. Pada survei produksi penggunaan air bersih di daerah banten sendiri pada tahun 2015 yaitu sebesar  $9.294 m^3$ , 2016  $9510 m^3$ , 2017  $9864 m^3$ , 2018  $10,089 m^3$ , 2019  $10.871 m^3$ , 2020  $11.782 m^3$  menurut (BPS, 2021). Terdapatnya penduduk di indonesia terutama di wilayah banten kebutuhan air bersih merupakan kebutuhan pokok kehidupan yang sangat penting. Hal tersebut ditandai dengan banyaknya manfaat air bersih sebagai sumber kebutuhan dan kehidupan di wilayah desa dan kota. Ketersediaan air bersih terutama air minum dalam suatu negara dapat diperoleh dari perusahaan atau UMKM air minum yang baik, baik perusahaan besar ataupun yang masih berkembang (kecil). Oleh karena itu ketersediaan air minum dalam kemasan (AMDK) menjadi salah satu indikator yang penting untuk mengukur kesenjangan dan kemajuan di suatu wilayah. Berdasarkan data badan pusat statistik BPS – statistik indonesia.

Salah satu industri yang mengalami perkembangan yaitu pada industri air minum dalam kemasan. Dimana PT. Tujuh Sumber Berkah baru berdiri bulan agustus di tahun 2020 hingga saat ini, yang berarti baru berumur 3 tahun. Proses produksi air minum dalam kemasan (AMDK) di PT. Tujuh Sumber Berkah merupakan salah satu perusahaan UMKM yang pemasarannya masih di daerah pandeglang banten dan untuk proses produksinya yaitu bersifat *continuous process*. Dikarenakan proses produksi yang bersifat *continuous process* maka

berakibat performansi mesin yang digunakan menurun, sehingga jika salah satu mesin *cup sealer* TE tidak dapat berfungsi atau mengalami masalah maka akan menghambat sistem produksi produk AMDK (air minum dalam kemasan). Saat ini permasalahan yang sering terjadi pada PT. Tujuh Sumber Berkah yaitu adanya kerusakan dalam komponen salah satu mesin produksi *cup sealer* yang mengakibatkan penghentian mesin dan sistem produksi sementara (*downtime*) untuk melakukan perbaikan. Sehingga komponen pendukung salah satu mesin ini sangat penting untuk berjalan dan keberlangsungan sistem produksi air minum dalam kemasan (AMDK) agar berjalan dengan lancar dan baik maka mesin harus memiliki performansi yang optimal agar dapat berjalan dan beroperasi dengan secara efektif dan efisien melalui tindakan perawatan yang berkala (*preventive maintenance*).

Karena PT. Tujuh Sumber Berkah ini masih termasuk dalam perusahaan yang baru berdiri, sehingga belum memiliki perawatan secara berkala dengan tindakan (*preventive maintenance*) terhadap mesin – mesinnya, dimana pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal. Secara *periodic* umumnya sejumlah kegiatan seperti perbaikan, penggantian, inspeksi pelumasan, pembersihan, penyesuaian dan penyamaan dilakukan menurut Ebeling (1998:190). Sehingga sistem perbaikan yang dilakukan pada saat tindakan (*corrective maintenance*) yaitu sistem perbaikan yang dilakukan setelah mesin atau fasilitas produksi mengalami kerusakan ataupun gangguan yang menyebabkan tidak dapat berfungsi dengan baik menurut Assauri (1999:104) dan Patrick (2001:401). Berdasarkan dari laporan dan studi lapangan hal ini menyebabkan adanya kegiatan *corrective maintenance* (kulsum, Evi, Irpan 2018) yaitu kegiatan perawatan yang dilakukan setelah mesin produksi mengalami gangguan atau kerusakan yang mengakibatkan tidak dapat berfungsi dengan baik. Maka dari itu dibutuhkan penjadwalan perawatan secara berkala, yang disebut dengan *preventive maintenance*, agar tidak mengakibatkan kerusakan secara tiba – tiba dan tidak menimbulkan *downtime* yang tinggi. Sehingga perusahaan PT. Tujuh Sumber Berkah tidak mengalami kerugian dalam biaya yang telah dikeluarkan karena perbaikan, jika sistem produksi

terhenti nantinya akan mengakibatkan tidak tercapainya target perusahaan yang sesuai.

Mesin *cup sealer* TE yang memproduksi air minum dalam kemasan di PT. Tujuh Sumber Berkah pandeglang Banten merupakan salah satu mesin yang sering dilakukan tindakan perawatan dari mesin lainnya. Kerusakan mesin *cup sealer* TE dari 2021 hingga 2023 yaitu sebanyak 403 kali mengalami kerusakan dengan total waktu *downtime*nya selama 15129 menit. Dimana mesin *cup sealer* yang berfungsi untuk menyatukan produk dasar seperti *cup* plastik, air serta lid plastik menjadi sebuah produk jadi minuman gelas (AMDK ) mesin *cup sealer* merupakan alat yang berhubungan langsung dengan proses utama produksi. Maka komponen yang terdapat didalam mesin *cup sealer* memiliki resiko yang tinggi untuk terjadinya kegagalan atau penghambat dalam proses produksi dan dibutuhkan tindakan perawatan yang bersifat *preventive maintenance* dimana sebelum terjadi kerusakan atau *corrective maintenance*. Hal ini dilakukan untuk menghindari serta meminimalisir nilai *downtime* terlalu lama sehingga proses produksi dapat berjalan menjadi lebih efektif dan efisien.

Metode yang paling sesuai untuk penelitian diatas yaitu dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah “dasar dari perawatan fisik dan suatu teknik yang digunakan untuk mengembangkan proses perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang terjadwal”. (Ben, 2000). Adanya perawatan dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) diharapkan dapat mengoptimalkan perawatan pada mesin kritis di lintasan produksi PT. Tujuh Sumber Berkah berdasarkan dari kerusakan yang ada (Dwi P, Ika Widya 2018). Dari wawancara yang telah dilakukan saat pengambilan data di PT. Tujuh Sumber Berkah, pihak marketing dan produksi dari AMDK (Air Minum Dalam Kemasan) menginginkan produksi sebanyak 500 dus/ hari. Sedangkan pengerjaan dilapangan yang terlaksana hanya mampu memproduksi 250 hingga 300 dus saja. Sehingga terdapat GAP dan *Lost* produksi hampir setengah yang terjadi. Tujuan utama dari *Reliability Centered Maintenance* yaitu untuk mempertahankan fungsi dari sistem dengan cara mengidentifikasi mode kegagalan (*Failure mode*) serta memprioritaskan

kepentingan pada mode kegagalan yang nantinya akan dipilih tindakan perawatan pencegahan yang paling efektif dan dapat diterapkan. Oleh Supriyadi, Resa Miftahul dan Rizal Syarifudin (2018) tentang “Perencanaan Pemeliharaan Mesin Dengan *Metode Reliability Centered Maintenance* Pada Perusahaan Gula” mengidentifikasi dari *failure Mode and Effect Analysis* adanya *Scal Kit* dan EPDM dengan nilai RPN 336 kali yaitu nilai RPN tertinggi dari interval pengantian optimum komponen perawatan.

## 1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang diatas yang telah diuraikan dalam penelitian ini, maka dapat dirumuskan masalah yang ada sebagai berikut.:

1. Bagaimana menentukan komponen yang tergolong kritis pada mesin *cup sealler*
2. Bagaimana menganalisis resiko kerusakan peralatan pada mesin *cup sealler*
3. Bagaimana menentukan sistem perencanaan perawatan mesin untuk menurunkan tingkat *downtime* pada mesin *cup sealler*?

## 1.3 Batasan Permasalahan

Adapun batasan masalah yang diperlukan dalam pembuatan Tugas Akhir untuk mencapai tujuan penelitian yang tercapai, berikut merupakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. Tujuh Sumber Berkah.
2. Penelitian dilakukan pada bulan maret sampai juni 2023.
3. Data yang digunakan adalah data kerusakan mesin pada bulan Januari 2021 hingga juni 2023.
4. Mesin yang diteliti pada penelitian ini yaitu mesin *cup sealler line* produksi *cup* 220 ml.
5. Penelitian ini memakai metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) sebagai identifikasi komponen kritis dan FMEA sebagai pendekatan klasifikasi untuk minimasi nilai *downtime* mesin serta *Age Replacement* sebagai pendekatan minimasi *downtime*.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan yang ingin dicapai pada laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan komponen kritis pada mesin *cup sealler*.
2. Mengetahui penyebab sebuah mesin mengalami kerusakan.
3. Menentukan sistem perawatan yang efektif dan efisien dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*
4. Menentukan waktu interval kerusakan dan perbaikan pada mesin *cup sealler 220 ml*.
5. Menentukan waktu interval penggantian dan pencegahan komponen kritis mesin *cup 220 ml*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapatkan berbagai pihak yang bersangkutan dari terselenggaranya penelitian tugas akhir ini adalah:

##### 1. Bagi Peneliti

- a. peneliti mampu mengaplikasikan teori manajemen perawatan yang didapatkan di perkuliahan dan adanya pengetahuan yang telah didapatkan dilapangan.
- b. peneliti dapat mengembangkan dan mengaplikasikan pengalaman di lapangan untuk dijadikan sebagai bahan pertimbangan tugas akhir
- c. Peneliti dapat mengenalkan dan membiasakan diri terhadap suasana kerja yang sebenarnya sehingga dapat membangun kerja yang baik.
- d. Peneliti dapat memiliki pengalaman terlibat langsung dalam aktivitas di industri perusahaan.

##### 2. Bagi Perusahaan

- a. Menjadikan perusahaan turut melakukan pemberdayaan kepada masyarakat terkhusus peneliti untuk meningkatkan mutu pendidikan.

- b. memberdayakan peneliti untuk membantu memecahkan masalah – masalah yang dihadapi oleh perusahaan, sesuai dengan kemampuan peneliti.
- c. sebagai saran untuk menjembatani hubungan kerjasama antara perusahaan dan pihak peneliti di masa yang akan datang

### 3. Bagi Universitas

- a. Membina kerjasama yang baik antara lingkungan akademis dengan lingkungan kerja.
- b. Dapat menambah ilmu pengetahuan pada mahasiswa sebagai bahan studi dan sebagai bahan pertimbangan bagi peneliti lain untuk mengerjakan Tugas akhir.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini penulis menyusun sistematika penulisan atas beberapa bab dengan maksud agar para pembaca mudah memahami laporan ini. Serta garis besar uraian untuk tiap bab seperti berikut ini

### **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

Dalam bab I pendahuluan yaitu berisikan latar belakang permasalahan, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat dan sistematika penulisan penelitian dari laporan Tugas Akhir.

### **BAB II**

### **KAJIAN LITERATUR**

Pada bagian bab kajian literatur ini memuat terkait tentang informasi yang akan dijadikan acuan dalam pembuatan Tugas Akhir, pada bagian bab kajian literatur juga memuat

terkait penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan dan teori – teori pendukung yang berhubungan dengan penelitian.

### **BAB III**

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bagian bab metodologi penelitian berisikan tentang objek dan lokasi dari penelitian, penggunaan metode pengumpulan data, alat bantu analisis penelitian, metode analisis data dan bagan alur penelitian yang berperan untuk menentukan langkah – langkah dalam pemuatan Tugas Akhir.

### **BAB IV**

#### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Pada bab pengumpulan dan pengolahan data berisikan data – data yang diambil selama penelitian dan penyelesaian tentang proses pengolahan data, analisis dan hasilnya yang termasuk adanya tabel grafik yang diperoleh dari pengolahan data.

### **BAB V**

#### **PEMBAHASAN**

Pada bagian bab pembahasan yang berisikan terkait informasi tentang pembahasan dari hasil penelitian, kesesuaian dengan latar belakang permasalahan, rumusan masalah dan tujuan penelitian yang mengarahkan kepada hasil kesimpulan dari penelitian.

**BAB VI****DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN****PENUTUP**

Dalam bagian bab penutup berisikan kesimpulan dan saran – saran yang nantinya akan menyempurnakan penelitian Tugas Akhir.

Dalam bagian daftar pustaka berisikan tentang semua *literature*, jurnal buku, artikel dan lain – lain yang digunakan didalam penelitian Tugas Akhir untuk mendukung penelitian ini.

Pada bagian lampiran berisikan tentang dokumentasi – dokumentasi yang terkait dengan laporan Tugas Akhir.



## **BAB II**

### **KAJIAN LITERATUR**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian terdahulu berisikan tentang kajian – kajian yang dilakukan sebelumnya dimana bersumber dari *paper*, artikel, buku dan sejenisnya yang berkaitan dengan pembahasan topik atau tema penelitian yang dilakukan:

Berdasarkan penelitian peratama menurut penelitian Ikramullah, Dewi Mulyati dan Ilham Saputra (2019) tentang “perencanaan Perawatan Mesin Kompresor Pada PT. Es Muda Perkasa Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)” pada penelitian ini mesin kompresor sering mengalami kerusakan sehingga perlu mengoptimalkan kinerja kompresor dengan mencari penyebab terjadinya kegagalan fungsi yang diakibatkan oleh komponen kritis dan sub komponennya, serta perbaikan programperawatan untuk meminimalisir kegagalan pada pengaplikasikan FMEA untuk menentukan prioritas perbaikan pada mesin. Dengan menggunakan metode RCM dan pendekatan FMEA ditemuukannya kegagalan fungsi yang terjadi pada mesin kompresor. Yaitu pada komponen pompa *low pressure* (LP) & *Hight Pressure* (HP) dan sub komponennya yaitu bearing karena memiliki koefisien terkecil sebesar 0.566 dimana yang menjadi komponen utama kegagalan. Sehingga dihasilkan usulan perbaikan program perawatan untuk meminimasi kegagalan berdasarkan RCM II *decision work sheet* yang menyebabkan *downtime* mesin kompresor pada komponen kritis pompa LP & HP diperoleh *schedule on condition task* sebagai tindakan perawatannya.

Penelitian kedua menurut penelitian dari Okti Dwi Cahyani & Irwan Iftadi (2021) dengan judul “Penjadwalan *Preventive Maintenance* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* Pada Stasiun Cabinet PU di PT IJK” karena mesin – mesin di PT IJK bekerja selama 22 jam setiap hari untuk memenuhi kebutuhan konsumen yang tinggi, sehingga perlu dilakukan perawatan mesin dengan menerapkan *corrective maintenance* dan juga *preventive maintenace* di

beberapa mesin disanna. Tujuan dari penelitian ini ada dua, yang peratama adalah membuat penjadwalan *preventive maintenance* dan yang kedua adalah untuk mengetahui potensi kegagalan dan jenis tindakan dari perawatan. Penelitian yang dilakukan pada divisi *refrigerator* dan difokuskan pada mesin yang memiliki *downtime* tertinggi. Metode yang dipilih pada penelitian ini yaitu *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dengan melakukan delapan tahapan, yaitu penentuan stasiun dan komponen kritis mesin, pengujian *reliability*, penentuan akar penyebab masalah, penentuan prioritas, menentukan kegiatan *maintenance* yang cocok, perhitungan interval waktu antar kerusakan, perhitungan *Mean Time To Failure* dan *Mean Time To Reapir*, dan perhitungan frekuensi inspeksi optimal serta interval pemeriksaan. Ditemukan frekuensi *downtime* paling tinggi yaitu cabinet PU dengan komponen mesin paling tinggi yaitu *mixing head* dan conveyor yang dihasilkan dari inspeksi sebanyak 1 dan 2 kali dalam satu bulan. Sedangkan kegiatan perawatan amintennace paling cocok yaitu *time – directed life – renewal task* dan *time – directed life – renewal task & failure finding task*.

Penelitian ketiga selanjutnya dari penelitian M. Naufal, Ahmad Syuhri & Nasrul Ilminafik (2021) dengan judul penelitian “Analisis Perawatan Mesin *Batching Plant* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)” mesin *batching plant* adalah mesin besar dan kompleks untuk pembuatan beton cair maupun padat. Seringkali pada perusahaan pembuatan beton ini masih terjadi nilai *downtime* yang tinggi sehingga diperlukannya rekomendasi berupa penerapan perawatan *preventive maintenance* terhadap mesin *batching plant*. Pada penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) untuk mendapatkan *preventive maintenance* dengan berdasarkan nilai keandalan mesin *batching plant*. Hasil penelitian ini yaitu didapatkan nilai *avalability* pada komponen *gearbox* sebesar 99,3%, untuk komponen *bucket mixer* sebesar 99,88%, komponen seal sebesar 99,78% dan komponen *pillow block* dengan nilai *avalability* sebesar 99,88%. Maka didapatkan nilai rata – rata *avalability* setelah dilakukan penerapan dengan metode RCM adalah 99,71%.

Penelitian keempat yang dilakukan oleh Aufansyah Nurroif & Dini Retnowati (2022) dengan judul penelitian “Perencanaan *Preventive Maintenance* Mesin Crane Dengan Pendekatan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)” akibat tingginya waktu *downtime* mesin crane di salah satu perusahaan manufaktur produsen baja billet yang menyebabkan terganggunya proses produksi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengatasi dan mencapai kestabilan dari performa kerja mesin *crane*, maka diperlukan adanya tindakan perawatan yang intensif pada setiap komponen mesin crane. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) agar dapat mengetahui interval waktu perawatan dan untuk mengetahui dampak perawatan terencana. Maka hasil dari penelitian ini diketahui ada 4 komponen kritis pada mesin *crane* yang perlu diberi tindakan perawatan. Dengan periode waktu interval perawatan masing – masing komponen sebesar 44,5 jam untuk motor 3 *phase*, 13,6 jam untuk komponen *brake*, 149,16 jam untuk komponen *MBC1 phase* dan 101,69 jam. Sehingga dengan adanya tindakan perawatan *preventive* ini dapat memberikan penghematan biaya perawatan sebesar kurang lebih 88%.

Penelitian kelima merupakan penelitian dari Fajar Samharil, Elly Ismiyah & Efta Dhartikasari P (2022) dengan judul penelitian “Perancangan Pemeliharaan Mesin Filter Press Dengan Metode FMECA dan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (studi kasus xyz)” perusahaan dalam penelitian ini merupakan perusahaan dibidang FMCG dengan hasil produk berupa minyak goreng. Faktor yang harus diperhatikan untuk meningkatkan proses produktivitas perusahaan ialah dalam melakukan perawatan mesin atau *maintennace*. Hambatan yang sering terjadi pada perusahaan ini ialah sering terjadinya *downtime* pada mesin *filter press* walaupun sudah dilakukan perawatan *preventive maintennace*. Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk menentukan interval *maintenance* yang optimal berdasarkan penilaian dari titik kritis dari metode FMECA dan perhitungan RCM. Hasil dari perhitungan tersebut terdapat lima komponen yang akan dilakukan pengkajian lebih dalam yaitu komponene *solenoid*, *frame plate*, *filter cloth*, *frame design* dan *hose air shaker*. Setiap komponen dilakukan perhitungan menggunakan RCM guna mendapatkan waktu interval *maintennace* yang optimal. Dan dihasilkan untuk

komponen *filter cloth* dilakukan perawatan setiap 12 jam, komponen *frame design* setiap 16 jam, *hose air shaker* setiap 12 jam, *frame plate* setiap 11 jam dan komponen *solenoid* dilakukan perawatan setiap 15 jam. Sehingga dengan dilakukannya perawatan pada tiap komponen kritis, perusahaan menghemat biaya perawatan sebesar Rp. 35.156.056.

Penelitian keenam merupakan penelitian dari M. Indra Syafei & Endang Suhendar (2022) dengan judul Perencanaan Perawatan Mesin dengan Pendekatan *Metode Reliability Centered Maintenance (RCM)* dan *Maintenance Value Stream Map (MVSM)* (studi kasus: PT. Nusa Indah Jaya) permasalahan yang terjadi pada penelitian ini disebabkan karena tidak dilaksanakannya standar operasional prosedur (SOP) oleh operator pada bagian *maintenance* untuk mengatasi kerusakan pada mesin *grinding*. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode RCM untuk memastikan berapa komponen dari mesin *surface grinding* yang berfungsi secara terus menerus dengan meminimalkan terjadinya *downtime* mesin, sedangkan metode MVSM diperlukan untuk data awalaan waktu kegiatan perawatan masing – masing komponen. Tujuan dari penelitian ini sudah pasti untuk menurunkan nilai *downtime* yang terjadi pada mesin *surface grinding* yang merupakan pokok dalam produksi di PT. NIJU. Berdasarkan hasil RPN pada tabel FMEA, komponen dari sistem pendingin dan roda gerindra merupakan komponen kritis yang memiliki nilai kerusakan yang paling tinggi. Tindakan yang tepat untuk pemeliharaan komponen roda gerinda ialah *scheduled Restoration Task* Interval perawatan selama 120 hari. Sedangkan untuk komponen sistem pendingin ialah *Scheduled Task* Interval perawatan selama 180 hari. Hasil presentase peningkatan efisiensi perawatan untuk roda gerinda semula 36,7% menjadi 59,14% dan untuk sistem pendingin semula 42,3% menjadi 56,07%.

Penelitian ketujuh merupakan penelitian dari Akbarrizqi Dwijayaputra, Ellysa Nursanti & Thomas Priyasmanu (2022) dengan judul penelitian “Perencanaan Jadwal Pemeliharaan Mesin *Cane Carrier* dan IMC Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance II (RCM II)* Pada PG Kebon Agung” didalam penelitian ini PG Kebon Agung merupakan perusahaan

penghasil gula. Kegiatan produksi ini bersifat kontinu yang mengakibatkan penurunan nilai keandalan sehingga terjadinya *downtime* pada beberapa mesin produksi gula. Maka dibutuhkan tindakan pemeliharaan yang tepat yaitu menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance II*, penelitian ini berfokus pada mesin yang memiliki nilai *downtime* yang tinggi yaitu mesin *Cane Carrier* dan mesin IMC. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa komponen kritis dari mesin *Cane Carrier* adalah Rantai dan Krepyak, dan untuk komponen kritis dari mesin IMC adalah motor penggerak dan garu. Hasil dari pengolahan dan perhitungan menggunakan RCM II menunjukkan interval waktu pemeliharaan pada rantai dilakukan setiap 120 jam dengan nilai keandalan yang dihasilkan yaitu 71,9%. Untuk komponen krepyak dilakukan setiap 864 jam dengan nilai keandalan 71,94%. Untuk komponen motor penggerak dilakukan perawatan setiap 120 jam dengan nilai keandalan 71,01% dan untuk komponen garu dilakukan perawatan setiap 96 jam dengan nilai keandalan sebesar 73,8%.

Penelitian kedelapan merupakan penelitian dari Zulaikha Saradji, Listiani Nurul Huda & Sukaria Sinulingga (2019) dengan judul penelitian “*The Application Of Reliability Centered Maintenance (RCM) Methods to Design Maintenance System in Manufacturing*” penelitian ini dilakukan untuk memperkenalkan konsep pendekatan metode *Reliability Centered Maintenance* di bidang manufaktur. Bertujuan untuk memilih proses perawatan yang paling efektif terutama dibidang industri perawatan penerbangan. Hasil dari penelitian menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* ini yaitu dapat mengetahui pendekatan yang terstruktur untuk menentukan jenis tahapan pemeliharaan secara optimal yang dilakukan melalui analisis yang detail dari pendekatan FMEA. Tujuan utama dari pendekatan *Reliability Centered Maintenance* yaitu bisa untuk menentukan biaya pemeliharaan dan hasil analisisnya juga dapat digunakan dengan prioritas ketaantan memperbaiki suatu proyek. Karena hasil pertimbangannya dapat menjadi fakta logistik dan juga berperan penting dalam suatu sistem manajemen.

Penelitian kesembilan ada penelitian dari Fathurohman & Slamet Triyono (2020) yang berjudul “*Reliability Centered Maintenance: The Implementation In*

*Preventive Maintenance (Case Study In An Expedition Company)*” penelitian ini berisikan terkait truk ekspedisi yang berfungsi untuk memindahkan barang dari satu tempat ketempat lain. Perawatan dalam penelitian ini bersifat periodik yang bergantung pada jarak lari dan *run to failure*. Pemeliharaan truck ekspidisi setelah terjadinya kerusakan pada komponen akan termasuk kedalam kegagalan sistem. Maka analisis dari manajemen pemeliharaan berdasarkan sistem serta komponen kritis ini dilakukan supaya mengembalikan dan mengoptimalkan kinerja truck ekspidisi dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*. Terdapat lima komponen krtis pada *truck* yaitu sistem kelistrikan, sistem *power steering*, sistem mesin pendingin, sistem kopling dan sistem rem. Setelah fungsi komponen kritis dari masing – masing sistem dianalisis menggunakan pendekatan FMEA. Diketahui hasil dari pengolahan data menggunakan metode RCM untuk 16 fungsi komponen dari ke lima sistem yaitu fungsi komponen dengan *Time Directed (TD)*, 6 *Condition Directed (CD)*, 3 *Failure Finding (FF)* dan 2 fungsi komponen *Run To Failure (RTF)*.

Penelitian kesepuluh merupakan penelitian karya Darmien, Marzuki, Zuhaimi, Nurlaili & Luthfi (2023) dengan judul penelitian “*Gas Turbine Maintenance Optimizing Using The Reliability Centered Maintenance Method*” penelitian yang berobjek dengan gas turbin yang merupakan salah satu peralatan penting dalam proses produksi minyak dan gas. Perusahaan dalam penelitian ini menerapkan tindakan pemeliharaan preventif dan pemantauan kondisi pemeliharaan turbin gas yang shutdown setiap 52.000 jam waktu operasi. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produksi, kebijakan manajemen dari perusahaan untuk menetapkan tindakan program efisiensi pemeliharaan mesin turbin gas dari 52.000 jam ke 72.000 jam operasi. Hal tersebut didasarkan pada pertimbangan produktivitas yang menurun dari waktu ke waktu dan penggantian komponen *Major Inspection (MI)* dan komponen *Hot Gas Path Inspection (HGPI)*. Kebijakan tersebut tentunya akan berdampak pada tingkat keandalan, kinerja, pemeliharaan biaya dan tingkat kegagalan yang terjadi pada mesin gas turbin. Tujuan utama dari penelitian ini untuk merekomendasikan perawatan apa yang paling optimal dilakukan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

dan pendekatan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Hasil dari penelitian ini strategi pemeliharaan untuk komponen mesin gas turbin yaitu *Failure Finding*, redesign pada pengkondisian juga membuat jadwal tugas buangan. Terdapat dua komponen kritis yang harus diberi tindakan perbaikan yaitu kompresor dan turbin sedangkan untuk jadwal penggantian komponen kritis terdapat dua yaitu air inlet dan pembakaran. Setelah dilakukan penelitian menggunakan metode RCM perusahaan mampu menghemat biaya pemeliharaan hingga 30.678% dan dapat mengurangi nilai *downtime* tingkat kegagalan dari jumlah nilai *Man Time To Repair* (MTTR).

Penelitian kesebelas merupakan penelitian dari P.A. Wicaksono, S. Saptadi, D. Nurkertamanda & Rozaq (2021) yang berjudul “*Production Machine Maintenance System Design Using Reliability Centered Maintenance*” indikator dalam meningkatkan produktivitas salah satunya adalah tingkat keandalan mesin produksi yang ditentukan oleh perawatan dari perusahaan agar efektif dan efisien. Penelitian yang dilakukan pada sebuah perusahaan manufaktur pada periode januari hingga juni 2019 ini mendapatkan nilai *downtime* lebih dari 3,0%. Pada penelitian ini menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang dimulai dari menentukan objek kritis, kemudian identifikasi setiap fungsi aset kemudian melakukan analisis FMEA dan menghitung interval waktu kegagalan serta menghitung waktu interval perawatan yang tepat untuk lima mode kegagalan tertinggi. Kemudian jika semua data sudah diolah maka akan dapat membuat atau menentukan strategi tindakan pemeliharaan yang lebih baik dari apa yang telah digunakan saat ini. Dengan menerapkan metode *Reliability Centered Maintenance*, tingkat keandalan mesin dapat ditingkatkan dengan rata – rata peningkatan sebesar 39,34%.

Penelitian kedua belas merupakan penelitian dari Bintang Rachel, Yosef Manik & Benedikta Anna (2021) dengan judul penelitian “*Design Of Preventive Maintenance System For A Product Design Lab Using Reliability Centered Maintenance (RCM) Methodology*” pada laboratorium desain produk dan inovasi institut teknologi merupakan tergolong laboratorium baru, belum mempunyai

sistem perawatan untuk mengantisipasi kerusakan – kerusakan yang terjadi dikemudian hari. Tujuan dari penelitian ini untuk mengantisipasi kejadian – kejadian yang tidak diinginkan seperti kerusakan secara mendadak dan *standart operational procedure* (SOP) untuk fasilitas yang ada di laboratorium. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang dibantu juga dengan menggunakan *software Easy Fit 5.5* untuk memperoleh jadwal perbaikan dengan *downtime* paling minimum. Hasil dari perhitungan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) diperoleh rekomendasi perawatan *Condition Directed* (CD) pada 14 komponen yang mungkin terjadi kerusakan pada fasilitas dari laboratorium desain produk dan inovasi, kemudian *Finding Failure* (FF) terdapat 8 komponen yang mungkin terjadi kerusakan dan *Time Directed* (TD) terdapat 5 komponen. Berdasarkan hasil *preventive maintenance* yang dibangun terdapat *Standart Operational Procedure* (SOP) yang mana mencakup dari penggunaan fasilitas laboratorium mengikuti instruksi kerja penggunaan peralatan, penggunaan fasilitas laboratorium mengikuti instruksi kerja perawatan penggunaan, segala sesuatu hasil pengesahan harus disimpan dalam bentuk catatan dan *form*.

Penelitian ketiga belas selanjutnya penelitian dari Andita Rizki, Joumil Aidil & Dira Ernawati (2022) dengan judul penelitian “*Alternative Centrifugal Pump Maintenance System Using Reliability Centered Maintenance (RCM II) and Life Cycle Cost (LCC) Methods in PDAM Surya Sembada Surabaya*” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan faktor kegagalan pompa dan menentukan interval waktu perawatan pompa alternatif sebagai kebijakan perawatan alternatif serta meminimalkan biaya pemeliharaan dengan menggunakan metode perhitungan biaya (LCC). Didalam penelitian ini observasi yang dilakukan dengan cara melakukan wawancara untuk mendapatkan data terkait pompa sentifungal. Hasil dari perhitungan menggunakan *Life Cycle Cost* (LCC) didapatkan bahwa nilai biaya terkecil adalah pada tahun  $(n) = 5$  dengan jumlah mekanik  $(m) = 3$  dan hasil perhitungan total biayanya sebesar Rp 1.515.507.735. sehingga dapat disimpulkan bahwa  $TC2 < TC1$ , maka metode yang diusulkan dalam penelitian ini diterima. Interval waktu perawatan untuk setiap komponen kritis pompa setifungal ialah



1,673 jam dengan cara memilih *discard* tugas, komponen *shaft* 698 jam dengan tindakan perawatan terjadwal, komponen *bearing* 322 jam dengan tindakan perawatan terjadwal, komponen kopling 698 jam dengan tindakan perawatan terjadwal tugas restorasi dan untuk *mechanical seal* selama 2.131 jam dengan pemilihan tindakan *schedule discard task*. Pada penelitian ini hasil perhitungan total biaya sebesar Rp. 1.515. 507. 735 TC 2 dengan total biaya perusahaan sebesar Rp 1.400.000.000, dapat disimpulkan bahwa  $TC2 < TC1$ .

Penelitian keempat belas merupakan penelitian dari Hidayat, Moh Jufriyanto & Akhmad Wasiur (2021) dengan penelitian yang berjudul “Perancangan RCM (*Reliability Centered Maintenance*) Untuk Mengurangi *Downtime* Mesin Pembuatan Botol (Studi Kasus PT. Iglas (Persero), Gresik) PT Iglas sendiri merupakan milik salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dibidang pembuatan gelas kemas khususnya botol. Agar dapat terus menggunakan fasilitas produksi secara kontinu produksi dapat terjamin, maka dibuatkan kegiatan tindakan perawatan yang dapat menunjang keandalan suatu mesin atau fasilitas produksi. Pada penelitian ini mengusulkan melakukan perawatan mesin pada mesin botol dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Dari hasil penelitian, komponen yang mengalami kegagalan berdasarkan nilai RPN adalah komponen cetakan dengan nilai 160. Nilai tersebut digunakan untuk menentukan pemilihan tindakan yang akan dilakukan pada komponen kritis. Pemilihan tindakan yang tepat adalah dengan cara *Conditional Directed* dikarenakan komponen tersebut akan berfungsi jika dilakukan penggantian / perbaikan komponen. Biaya perbaikan dan perawatan pada perhitungan UEC diketahui untuk biaya komponen cetakan sebesar Rp 1.746.090,94 per hari yang dilakukan setiap hari le 23. Biaya tersebut merupakan biaya minimum yang dihasilkan berdasarkan perhitungan biaya harapan.

Penelitian kelima belas merupakan penelitian dari Arif Budi Sulistyو & Sibro Muhlis (2022) dengan judul penelitian “Optimasi Perawatan Mesin *Overhead Crane* pada PT KNSS dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA)” mesin *overhead crane* adalah

mesin yang sangat penting untuk mendukung proses produksi agar dapat berjalan dengan lancar. PT. Krakatau Nippon *Steel Synergy* merupakan perusahaan yang memproduksi lembaran baja yang berbentuk gulungan (coil) didukung dengan peralatan dan mesin yang saling berkaitan satu sama lain mulai dari pengangkutan bahan baku sampai peniriman produk jadi. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi dan menganalisis penyebab terjadinya kerusakan pada mesin *overhead crane* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan melakukan manajemen suku cadang terhadap komponen kritis agar selalu terjaga ketersediannya. Pada perhitungan RCM ini menggunakan pendekatan analisa mode kegagalan FMEA untuk menentukan komponen kritis pada mesin *overhead crane*. Hasil dari perhitungan FMEA terdapat 5 komponen kritis yaitu photo sensor, connector power, rod pin dan touchbar, motor listrik serta lampu indikator. Didapatkan juga tindakan perawatan yang tepat berdasarkan nilai RPN, Logic Tree Analysis (LTA) dan Task Selection yang diperoleh yaitu dengan action plan time directed dan dengan metode perawatan preventive maintenance. Kemudian tiga komponen dengan action plan conditional directed dan metode perawatan preventive maintenance yaitu komponen photoelectric sensor, rod pin & touch bar dan lampu indikator.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	judul	Tujuan	Metode
1	(Ikramullah et al 2019)	Perencanaan perawatan mesin kompresor pada PT Es Munda Perkasa	Mengoptimalkan kinerja kompresor dengan mencari penyebab terjadinya kegagalan fungsi yang diakibatkan oleh komponen kritis dan komponennya,	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) dan pendekatan <i>Failure Mode Effect Analysis</i> (FMEA)

No	Peneliti	judul	Tujuan	Metode
			serta perbaikan program perawatan untuk meminimalisir kegagalan pada pengaplikasikan FMEA	
2	(Okti Chyani & Irwan Iftadi 2021)	Dwi Penjadwalan preventive maintenance dengan metode reliability Centered maintenance pada stasiun cabinet OU di PT IJK	Peratama adalah membuat penjadwalan preventive maintenance dan yang kedua adalah untuk mengetahui potensi kegagalan dan jenis tindakan dari perawatan	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>
3	(M. Naufal et al 2021)	Analisis perawatan mesin batching plant menggunakan metode reliability centered maintenance (RCM)	Diperlukannya rekomendasi berupa penerapan perawatan preventive maintenance terhadap mesin batching plant	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i>
4	(Aufansyah Nurroif & Dini)	Perencanaan preventive maintenance mesin	Mengatasi dan mencapai kestabilan dari	<i>Reliability Centered</i>

No	Peneliti	judul	Tujuan	Metode
	Retnowati (2022)	crane dengan pendekatan metode reliability centered maintenance (RCM)	performa kerja mesin crane, maka diperlukan adanya tindakan perawatan yang intensif pada setiap komponen mesin crane	<i>Maintenance</i> (RCM)
5	(Fajar Samharil et al 2022)	Perancangan pemeliharaan mesin filter press dengan metode FMECA dan reliability centered maintenance (RCM) (studi kasus xyz)	Menentukan interval <i>maintenance</i> yang optimal berdasarkan penilaian dari titik kritis dari metode FMECA dan perhitungan RCM	FMECA dan <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM)
6	(M. Syafei & Endang Suhendar 2022)	Perencanaan perawatan mesin dengan pendekatan metode reliability centered maintenance(RCM) dan maintenance value stream map (MVSM) (studi kasus PT. nusa indah jaya)	Menurunkan nilai <i>downtime</i> yang terjadi pada mesin <i>surface griding</i> yang merupakan pokok dalam produksi di PT. NIJU	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) dan <i>Maintenance Value Stream Map</i> (MVSM)

No	Peneliti	judul	Tujuan	Metode
7	(Akbarrizqi dwijayaputra et al 2022)	Perencanaan jadwal pemeliharaan mesin cane carrier dan IMC dengan menggunakan metode reliability centered maintenance II (RCM II) pada PG. kebon agung	Dibutuhkan tindakan pemeliharaan yang tepat	<i>Reliability Centered Maintenance II (RCM II)</i>
8	(Zulaikha saradji et al 2019)	The aplication of reliability centered maintenance (RCM) methods to design maintenance system in manufacturing	Memilih proses perawatan yang paling efektif terutama dibidang industri perawatan penerbangan. untuk menentukan biaya pemeliharaan dan hasil analisisnya juga dapat digunakan dengan prioritas ketaantan memperbaiki suatu proyek	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>
9	(Fathurohman & Slamet triyono 2020)	Reliability centered maintenance: the implementation in preventive	Supaya mengembalikan dan mengoptimalkan	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM) dan</i>

No	Peneliti	judul	Tujuan	Metode
		maintenance (case study in expedition company)	kinerja an ekspidisi menggunakan metode <i>Reliability Centered Maintenance</i>	truck pendekatan <i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>
10	(Darmien et al 2023)	Gas maintenance optimizing reliability maintenance method	turbien using centered maintenance	Merekomendasikan perawatan apa yang paling optimal dilakukan dengan menggunakan metode <i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i> dan pendekatan <i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i> .
11	(P.A. Wicaksono et al 2021)	Production machine maintenance system design using reliability centered maintenace	Melakukan perawatan perusahaan agar lebih efektif dan efisien.	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i> dan pendekatan <i>Failure Mode Effect Analysis (FMEA)</i>

No	Peneliti	judul	Tujuan	Metode
12	(Bintang Rachel et al 2021)	Design of preventive maintenace system for a product design lab using reliability centered maintenance (RCM) methodology	Mengantisipasi kejadian – kejadian yang tidak diinginkan seperti kerusakan mendadak dan <i>standart operational procedure</i> (SOP) untu fasilitas yang ada di laboratorium	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM)
13	(Andita Rizki et al 2022)	Alternative centifungal pum maintenance system using reliabilitycentered maintenance (RCM II) and life cycle cost (LCC) methods in PDAM surya sembada surabaya	Menentukan faktor kegagalan pompa dan menentukan interval waktu perawatan pompa alternatif sebagai kebijakan perawatan alternatif serta meminimalkan biaya pemeliharaan	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM II) <i>and Life Cycle Cost</i> (LCC) <i>Methods</i>
14	(Hidayat et al 2021)	Perancangan RCM (reliability centered maintenance)untuk mengurangi downtime mesin pembuatan botol	Dibuatkan kegiatan tindakan perawatan yang dapat menunjang keandalan suatu	<i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM)

No	Peneliti	judul	Tujuan	Metode
		(studi kasus PT. mesin atau fasilitas iglas (persero) produksi gresik)		
15	(Arif Budi Sulistyو & Sibro Muhlis 2022)	Optimasi perawatan mesin overhead crane pada PT KNSS dengan metode reliability centered maintenance (RCM) dan failure mode and analysis (FMEA)	Mengidentifikasi dan menganalisis penyebab terjadinya kerusakan pada mesin overhead crane.	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM) dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)</i>

## 2.2 Kajian Induktif

### 2.2.1 Manajemen Perawatan (Maintenance)

Menurut Corder (1992) “perawatan adalah sebuah kombinasi dari berbagai tindakan yang dilakukan untuk menjaga suatu barang atau memperbaikinya sampai suatu kondisi yang bisa diterima”

Menurut Asauri (1999) mengatakan bahwa “perawatan adalah sebuah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas serta peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penggantian yang baik sesuai dengan apa yang direncanakan”.

Maka berdasarkan kedua teori diatas perawatan adalah kegiatan untuk menjaga atau memelihara fasilitas, mesin, peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan. Penggantian atau penyesuaian yang harus diperlukan agar suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai apa yang diharapkan. Manajemen perawatan adalah sebuah pengorganisasian operasi perawatan untuk memberikan pandangan



umum mengenai perawatan dari fasilitas industri. Dalam pengorganisasian ini mencakup penerapan metode manajemen dan metode yang menunjang keberhasilan, manajemen ini adalah suatu penguraian sederhana yang dapat diperluas melalui gagasan dan tindakan.

Menurut Dhillon (19997) “perawatan adalah semua tindakan yang penting dengan tujuan untuk menghasilkan produk yang baik atau untuk mengembalikan kedalam keadaan yang memuaskan”. Tujuan dilakukannya perawatan menurut Corder (1988) yaitu:

1. Memperpanjang kegunaan asset (yaitu setiap bagian dari suatu tempat kerja, bangunan dan isinya)
2. Menjamin dari ketersediaan optimum peralatan yang dipasang untuk produksi atau jasa agar mendapatkan laba investasi sebesar dan semaksimal mungkin.
3. Menjamin dari ketersiapan operasional untuk seluruh peralatan yang diperlukan dalam keadaan darurat setiap waktu.
4. Menjamin keselamatan banyak orang yang menggunakan sarana tersebut.

### **2.2.2 Tujuan Perawatan (Maintenance)**

Secara umum perawatan menurut (IR. Ating Sudrajat,2011) bertujuan untuk:

1. menjamin dari ketersediaan, keandalan fasilitas (mesin dan peralatan) secara ekonomis maupun teknis, sehingga dalam penggunaannya dapat dilaksanakan seoptimal mungkin.
2. Memperpanjang usia dari kegunaan fasilitas.
3. Menjamin ketersiapan dari operasional seluruh fasilitas yang diperlukan dalam keadaan darurat.
4. Menjamin keselamatan kerja serta keamanan dalam penggunaannya.

Yang terlihat dalam perkembangan industri ini memungkinkan mesin – mesin produksi akan melakukan serangkaian tugas panjang dan kompleks, yang berarti menuntut untuk adanya pelaksanaan perawatan yang terarah serta baik. Pelaksanaan perawatan lebih diarahkan untuk menjaga kontinuitas sistem sehingga sistem akan meningkatkan produktivitasnya.

### 2.2.3 Jenis – Jenis Perawatan

Menurut Prawirosentono (2009), perawatan terdiri dari dua jenis yaitu:

a. *Planned Maintenance* (perawatan yang terencana)

*Planned Maintenance* dahulu pemeliharaan perencanaan ini mengacu pada rangkaian proses produksi. Pemeliharaan terencana adalah sebuah jenis pemeliharaan yang diorganisir, terencana pelaksanaannya sesuai jadwal, pengendalian dan pencatatan terjadwal

*Planned Maintenance* terdiri:

1. *Preventive Maintenance* (perawatan pencegahan)

Pemeliharaan yang dilakukan dalam periode waktu yang tetap atau dengan kriteria tertentu pada berbagai tahap proses produksi. Tujuannya agar produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana, baik biaya, mutu maupun ketepatan waktunya.

2. *Scheduled Maintenance* (perawatan terjadwal)

Perawatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan dan perawatannya dilakukan secara *periodic* dalam rentang waktu tertentu. Pada rentang waktu perawatan ditentukan berdasarkan pengalaman, data masa lalu atau rekomendasi dari perusahaan atau pabrik pembuat mesin yang bersangkutan.

3. *Predictive Maintenance* (perawatan prediktif)

Dalam strategi perawatan dimana pelaksanaannya didasarkan kondisi mesin itu sendiri. Perawatan prediktif disebut juga perawatan berdasarkan kondisi (*condition based monitoring*) yang artinya sebagai penentuan kondisi mesin dengan cara memeriksa

mesin secara rutin sehingga dapat diketahui keandalan dari mesin serta keselamatan kerja terjamin.

b. *Unplanned Maintenance* (perawatan tidak terencana)

*Unplanned Maintenance* adalah pemeliharaan yang dilakukan karena adanya indikasi atau petunjuk bahwa adanya tahap kegiatan dari proses produksi yang tiba – tiba memberikan hasil yang tidak layak. Pemeliharaan tidak terencana ialah pemeliharaan yang dilaksanakan berdasarkan situasi dan kondisi saat tertentu dan cenderung mendesak. Dalam hal ini perlu dilakukan kegiatan pemeliharaan atas mesin secara tidak terencana.

*Unplanned Maintenance* terdiri dari dari :

1. *Emergency Maintenance* (perawatan darurat)

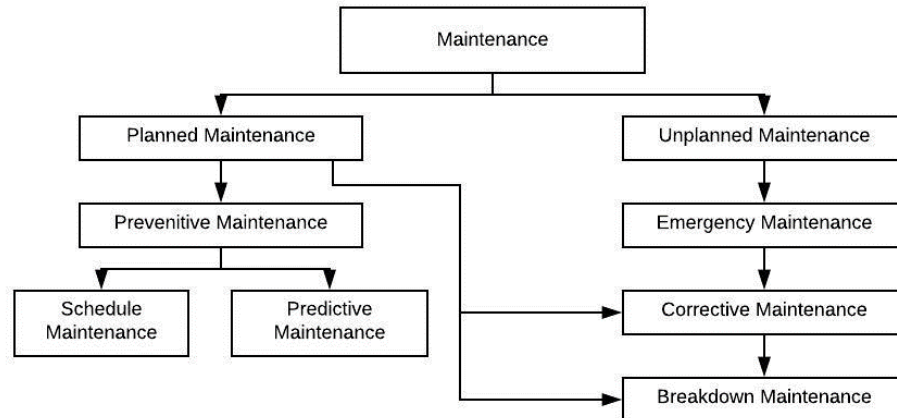
Kegiatan pada perawatan mesin yang memerlukan penanggulangan yang bersifat darurat agar tidak menimbulkan akibat yang lebih parah.

2. *Breakdown Maintenance*

Sebuah pemeliharaan yang bersifat perbaikan yang terjadi ketika peralatan mengalami kegagalan dan menuntut perbaikan darurat atau berdasarkan prioritas,

3. *Corrective Maintenance*

Sebuah pemeliharaan yang dilaksanakan karena adanya hasil produk (setengah jadi ataupun barang jadi) tidak sesuai dengan rencana, baik biaya, mutu maupun ketepatan waktunya. Contohnya terjadi kekeliruan dalam mutu atau bentuk barang, maka perlu diamati tahap kegiatan proses produksi yang perlu dikoreksi (diperbaiki).



Gambar 2.1 Jenis-Jenis Maintenance

#### 2.2.4 Bentuk – Bentuk Perawatan

Menurut (IR. Ating Sudrajat, 2011) bentuk – bentuk perawatan terbagi menjadi 4 yaitu:

1. Perawatan kerusakan (*Breakdown Maintenance*)

Perawatan kerusakan dapat diartikan sebagai kebijakan perawatan dengan cara mesin atau peralatan dioperasikan hingga rusak, yang kemudian baru diperbaiki atau diganti. Kebijakan ini merupakan strategi yang masih sangat kasar dan kurang baik karena dapat menimbulkan biaya tinggi, kehilangan kesempatan untuk mengambil keuntungan bagi perusahaan karena diakibatkan terhentinya mesin, keselamatan kerja menjadi tidak terjamin, kondisi mesin tidak diketahui dan tidak ada perencanaan waktu, tenaga kerja maupun biaya yang baik.

2. Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Perawatan pencegahan merupakan bagian dari perawatan yang dilakukan sebelum terjadi kerusakan mesin. Kebijakan ini cukup baik untuk mencegah berhentinya mesin yang tidak direncanakan.

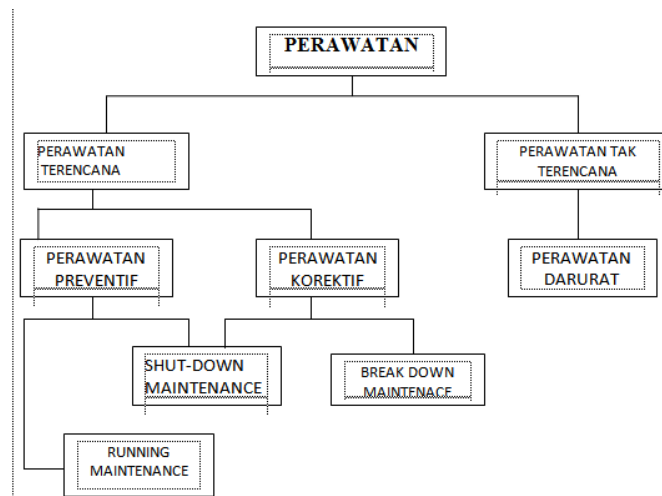
3. Perawatan Terjadwal (*Schedule Maintenance*)

Perawatan terjadwal merupakan bagian dari perawatan pencegahan. Perawatan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan dan sistem

perawatannya dilakukan secara *periodic* dalam rentang waktu tertentu. Strategi perawatan ini disebut juga sebagai perawatan yang berdasarkan waktu (*time based maintenace*).

#### 4. Perawatan Prediktif (*Predictive Maintenance*)

Pada perawatan prediktif ini merupakan bagian perawatan, yang dapat diartikan sebagai strategi perawatan dimana pelaksanaannya didasarkan kondisi mesin itu sendiri.



Gambar 2.2 Contoh Dari Perawatan

### 2.2.5 Konsep Downtime

Gaspersz, V (1992) untuk pada dasarnya *downtime* didefinisikan sebagai waktu suatu komponen sistem yang tidak dapat digunakan (tidak berada dalam kondisi yang baik), sehingga membuat fungsi sistem tidak berjalan. Berdasarkan kenyatannya bahwa pada dasarnya prinsip utama dalam manajemen perawatan adalah untuk menekan periode kerusakan (*breakdown period*) sampai batas minimum, maka keputusan penggantian komponen sistem berdasarkan *downtime* menjadi sangat penting.

### 2.2.6 Reliability Centered Maintenance (RCM)

*Reliability Centered Maintenance* (RCM) adalah dasar dari perawatan fisik dan suatu teknik yang digunakan untuk mengembangkan proses perawatan pencegahan

(*preventive maintenance*) yang terjadwal. Menurut (Ben-Daya, 2000) hal tersebut didasarkan pada prinsip bahwa keandalan dari peralatan dan struktur dari kinerja yang akan dicapai adalah fungsi dari perancangan dan kualitas pembentuk perawatan pencegahan yang efektif akan menjamin terlaksananya desain keandalan dari peralatan (Moubray, 1997).

Menurut (Moubray,19992) *Reliability Centered Maintenance* (RCM) merupakan suatu proses yang digunakan untuk menentukan apa yang harus dilakukan agar setiap asset fisik dapat terus melakukan apa yang diinginkan oleh penggunanya didalam konteks operasionalnya. Tujuan utama dari RCM adalah untuk mempertahankan fungsi sistem dengan cara mengidentifikasi mode – mode kegagalan (*failure mode*) dan memprioritaskan kepentingan dari mode – mode kegagalan kemudian memilih tindakan perawatan pencegahan yang paling efektif dan dapat diterapkan. Menurut (Moubray,1992) dalam menggunakan RCM terdapat 7 tahapan:

1. Pemilihan sistem dan pengumpulan informasi

Dalam pemilihan sistem yang akan dipilih adalah sistem yang mempunyai frekuensi *corrective maintenace* yang tinggi dengan biaya yang mahal dan berpengaruh besar terhadap kelancaran proses pada lingkungannya.

2. Definisi batasan sistem

Pada definisi batasan sistem dilakukan untuk mengetahui apa yang termasuk dan tidak termasuk kedalam sistem yang diamati.

3. Deskripsi sistem dan *Functional Block Diagram* (FBD)

Setelah sistem dipilih dan batasan sistem telah dibuat, maka dilakukan pendeskripsian sistem. Yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendokumentasikan detail penting dari sistem.

4. Penentuan fungsi dan kegagalan functional

Fungsi dapat diartikan sebagai apa yang dilakukan oleh suatu peralatan yang merupakan harapan pengguna. Fungsi berhubungan dengan masalah *output*, kecepatan, kepastian dan kualitas produk.

5. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Mode kegagalan merupakan suatu keadaan yang dapat menyebabkan kegagalan fungsional. Apabila mode kegagalan sudah diketahui maka memungkinkan untuk mengetahui dampak kegagalan yang menggambarkan apa yang akan terjadi ketika mode kegagalan tersebut terjadi. Selanjutnya digunakan untuk menentukan konsekuensi dan memutuskan apa yang akan dilakukan untuk mencegah, mendeteksi, mengantisipasi atau memperbaikinya.

#### 6. *Logic Tree Analysis (LTA)*

*Logic Tree Analysis (LTA)* merupakan suatu pengukuran kualitatif untuk mengklasifikasikan mode kegagalan. Mode kegagalan dapat diklasifikasikan kedalam 4 kategori:

##### a. *Safety problem* (Kategori A)

Mode kegagalan mempunyai konsekuensi dapat melukai atau mengancam jiwa seseorang.

##### b. *Outage Problem* (Kategori B)

Mode kegagalan dapat memastikan sistem.

##### c. *Minor to Investigation Economic Problem* (Kategori C)

Mode kegagalan tidak berdampak pada keamanan maupun mematikan sistem. Dampaknya tergolong kecil dan dapat diabaikan.

##### d. *Hidden Failure* (Kategori D)

Kegagalan yang terjadi tidak dapat diketahui oleh operator.

#### 7. *Task Selection* (pemilihan kebijakan perawatan)

*Task Selection* dilakukan untuk menentukan kebijakan – kebijakan yang mungkin untuk diterapkan dan memilih task yang paling efisien untuk setiap mode kegagalan. Efektif yang dimaksud adalah sebuah kebijakan perawatan yang dilakukan agar dapat mencegah, mendeteksi kegagalan atau menentukan hidden failure. Sedangkan efisien yang dimaksud adalah kebijakan perawatan yang dilakukan ekonomis bila dilihat dari total biaya perawatan.

### 2.2.7 Functional Block Diagram (FBD)

*Functional Block Diagram* (FBD) merupakan diagram yang berbentuk blok – blok yang menjelaskan mengenai fungsi dari setiap komponen mesin beserta hubungan dari komponen satu dengan komponen yang lainnya sehingga dapat terlibat dengan jelas pengaruh antar komponen. *Functional Block Diagram* (FBD) berfungsi untuk menunjukkan hubungan dari masing – masing fungsi asset untuk mempermudah fungsi saat melakukan analisis dengan menggunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan untuk menghindari terjadinya perbedaan persepsi antar anggota tim. Selain menunjukkan fungsi asset dan bagian – bagian didalamnya *functional Block Diagram* (FBD) juga menjelaskan hubungan dan aliran kerja antar fungsi yang membentuk suatu sistem dan batasan yang dimiliki sistem tersebut.

### 2.2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*) dari setiap komponen sistem dan menganalisis pengaruhnya terhadap *Reliability* sistem tersebut Smith & Glen (2004). *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) bertujuan untuk menganalisis mode kegagalan yang signifikan dan efek kerusakan tersebut pada sistem. *Failure Effect* merupakan akibat yang ditimbulkan oleh mode kegagalan yang terjadi. Hubungan antar kegagalan fungsi serta penyebab terjadi kegagalan pada semua komponen mesin *equipment* untuk mengantisipasi, mencegah atau mendeteksi adanya kegagalan dalam *equipment* tersebut.

Tahapan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) sendiri seperti terdapat pada Ebeling (1997)

- a. Menentukan dan mengidentifikasi sistem yang akan dianalisis.
- b. Mengidentifikasi *failure mode* (mode kegagalan) dari sistem yang diamati berdasarkan komponen atau fungsi.



- c. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) dan failure mode yang terjadi pada proses yang berlangsung.
- d. Mengidentifikasi penyebab (*potential cause*) yang ditimbulkan *potential failure mode*.
- e. Menetapkan nilai – nilai *severity*, *occurance* dan *detection*. Untuk ketiga penilaian tersebut dilakukan berdasarkan kriteria penilaian dari sumber jurnalnya yaitu FMEA – FMECA.
- f. Membuat lembar kerja *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). Lembar kerja ini dibuat untuk mempermudah pelaksanaan analisis kegagalan dengan *failure mode effect analysis* dapat disesuaikan dengan kondisi serta kebutuhan dalam penelitian yang dilakukan. Lembar kerja ini juga tidak terpaku pada suatu tabel tertentu melainkan dapat dimodifikasi sesuai dengan keperluan penelitian.
- g. Langkah terakhir dari pelaksanaan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) adalah menentukan tindakan korelatif yang diperlukan untuk mengatasi mode kegagalan yang terjadi

Tabel 2.2 Format *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA)

<b>Sistem:</b>									
<b>No</b>	<b>Equipment</b>	<b>Function</b>	<b>Funcion Failure</b>	<b>Failure Mode</b>	<b>Effect Of Failure</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>D</b>	<b>RPN</b>

Pada tabel diatas pengisian equipment tiap kolom diisi dengan komponen dari sebuah sistem, kolom *function* diisi dengan fungsi dari sebuah komponen dalam proses operasi functional failure dengan kegagalan yang terjadi dari sebuah fungsi. *Failure Mode* berisikan kemungkinan penyebab – penyebab terjadinya kegagalan fungsi, *effect of failure* diisi dengan akibat atau dampak dari sebuah kegagalan, sedangkan S O D merupakan *Severity*

(S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). untuk *Risk Priority Number* (RPN) dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\mathbf{RPN = S * O * D} \quad (2.1)$$

Hasil dari *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan tingkat kepentingan dari sebuah sistem komponen yang dianggap mempunyai tingkat resiko tertinggi sehingga memerlukan perlakuan khusus dengan melakukan perbaikan. Berikut merupakan komponen penyusunan *Risk Priority Number* (RPN):

a. *Severity*

*Severity* ini mendefinisikan dampak yang terburuk akibat dari adanya kegagalan. Dampak ini dapat ditentukan berdasarkan tingkat kerusakan alat, tingkat cedera yang dialami oleh pengguna serta lamanya *downtime* yang terjadi.

Tabel 2.3 Keterangan Severity

<b>Tingkat Severity Ranking</b>	<b>Akibat (Effect)</b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b>Akibat Pada Produksi</b>
1	Tidak ada akibat	Tidak mengakibatkan apapun (tidak ada akibat), (penyesuaian diperlukan)	Proses dalam pengendalian
2	Akibat sangat ringan	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, hanya terdapat sedikit gangguan kecil. Serta hanya terdapat gangguan kecil pada peralatan. Akibat dapat diketahui hanya oleh	Proses berada dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian

<b>Tingkat Severity Ranking</b>	<b>Akibat (Effect)</b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b>Akibat Pada Produksi</b>
		operator yang <i>Expert</i> atau berpengalaman	
3	Akibat ringan	Mesin tetap dapat beroperasi dan keadaan aman, terdapat sedikit gangguan kecil. Serta terdapat gangguan kecil pada peralatan. Yang akibatnya dapat diketahui oleh semua operator	Proses telah berada diluar pengendalian, membutuhkan beberapa penyesuaian
4	Akibat minor	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada produk. Operator merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang	Kurang dari 30 menit <i>downtime</i> atau tidak ada kehilangan waktu produksi
5	Akibat moderat	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan beberapa kegagalan atau kecacatan pada produk. operator merasa tidak puas akibat kinerja yang berkurang	30 – 60 menit <i>downtime</i>

<b>Tingkat Severity Ranking</b>	<b>Akibat (Effect)</b>	<b>Kriteria Verbal</b>	<b>Akibat Pada Produksi</b>
6	Akibat signifikan	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi menimbulkan kegagalan atau kecacatan pada produk. operator merasa sangat tidak puas dengan kinerjanya sendiri	1 – 2 jam <i>downtime</i>
7	Akibat <i>major</i>	Mesin tetap beroperasi dan dalam keadaan aman, tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas	2 – 4 jam <i>downtime</i>
8	Akibat <i>ekstream</i>	Mesin tidak dapat beroperasi, mesin telah kehilangan fungsi utama mesin	4 – 8 jam <i>downtime</i>
9	Akibat serius	Mesin gagal dalam beroperasi dan tidak memenuhi standart keselamatan kerja	>8 jam <i>downtime</i>
10	Akibat berbahaya	Mesin tidak layak untuk dioperasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan kerja secara tiba – tiba dan tidak dapat memenuhi standart keselamatan kerja	>8 jam <i>downtime</i>

## b. Occurency

Occurency merupakan tingkat seberapa sering komponen mengalami kegagalan.

Tabel 2.4 Keterangan Occurency

<b>Ranking</b>	<b>Kejadian</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kejadian Kerusakan</b>
1	Hampir tidak pernah ada	Hampir kerusakan tidak pernah terjadi	Lebih besar dari 10.000 jam operasi
2	Remote	Keusakan mesin jarang terjadi	6.001 – 10.000 jam operasi
3	Sangat sedikit	Kerusakan mesin terjadi sangat sedikit	3.0001 – 6.0001 jam operasi
4	Sedikit	Kerusakan mesin terjadi sedikit	2.001 – 3.000 jam operasi
5	Rendah	Kerusakan mesin terjadi dengan tingkat rendah	1001 – 2.000 jam operasi
6	Medium	Kerusakan mesin terjadi pada tingkat <i>medium</i>	401 – 1.000 jam operasi
7	Agak tinggi	Kerusakan terjadi agak tinggi	11 – 400 jam operasi

<b>Ranking</b>	<b>Kejadian</b>	<b>Kriteria</b>	<b>Tingkat Kejadian Kerusakan</b>
8	Tinggi	Kerusakan terjadi tinggi	11 – 100 jam operasi
9	Sangat tinggi	Kerusakan terjadi sangat tinggi	2 – 10 jam operasi
10	Hampir selalu	Kerusakan selalu terjadi	Kurang dari jam operasi

c. *Detection*

*Detection* merupakan tingkat pengukuran terhadap kemampuan dalam pengendalian atas kegagalan yang terjadi.

Tabel 2.5 Keterangan *Detection*

<b>Ranking</b>	<b>Akibat</b>	<b>Kriteria Verbal</b>
1	Hampir pasti	Perawatan <i>preventive</i> akan selalu mendekati penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
2	Sangat tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

<b>Ranking</b>	<b>Akibat</b>	<b>Kriteria Verbal</b>
3	Tinggi	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
4	<i>Moderate highly</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan <i>moderate highly</i> untuk mendekati penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
5	<i>Moderate</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan moderate untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

<b>Ranking</b>	<b>Akibat</b>	<b>Kriteria Verbal</b>
7	Sangat rendah	Perawatan preventive memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan
8	<i>Remote</i>	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan remote untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan

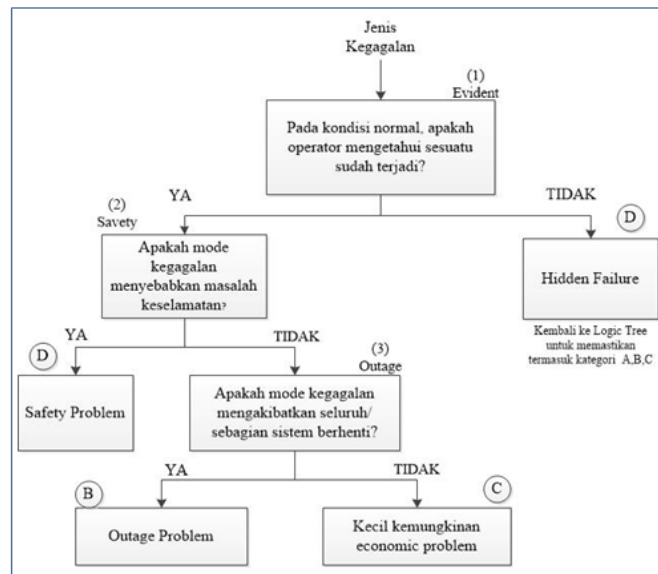
### 2.2.9 Logic Tree Analysis (LTA)

*Logic Tree Analysis* (LTA) dapat menunjukkan jenis kegiatan perawatan (*Maintenance Task*) yang mana layak dan optimal yang dapat digunakan untuk mengatasi masing – masing pada *failure mode*. Tujuan utama tahap ini adalah memberikan prioritas pada tiap mode kerusakan tidak sama. Proses *Reliability Centered Maintenance* (RCM) menggunakan tiga pertanyaan logika yang sederhana atau struktur keputusan untuk mempermudah analisis secara lebih akurat menempatkan setiap mode kerusakan kedalam satu dari empat kategori. Analisis kekritisan dari mode kegagalan ditempatkan dalam satu dari empat kategori penting (Smith & Glenn, 2004):

1. *Evident*, yaitu apakah operator dalam kondisi normal dapat mengetahui bahwa telah terjadinya kerusakan?
2. *Safety*, yaitu apakah adanya kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan?







Gambar 2.3 Logic Tree Analysis

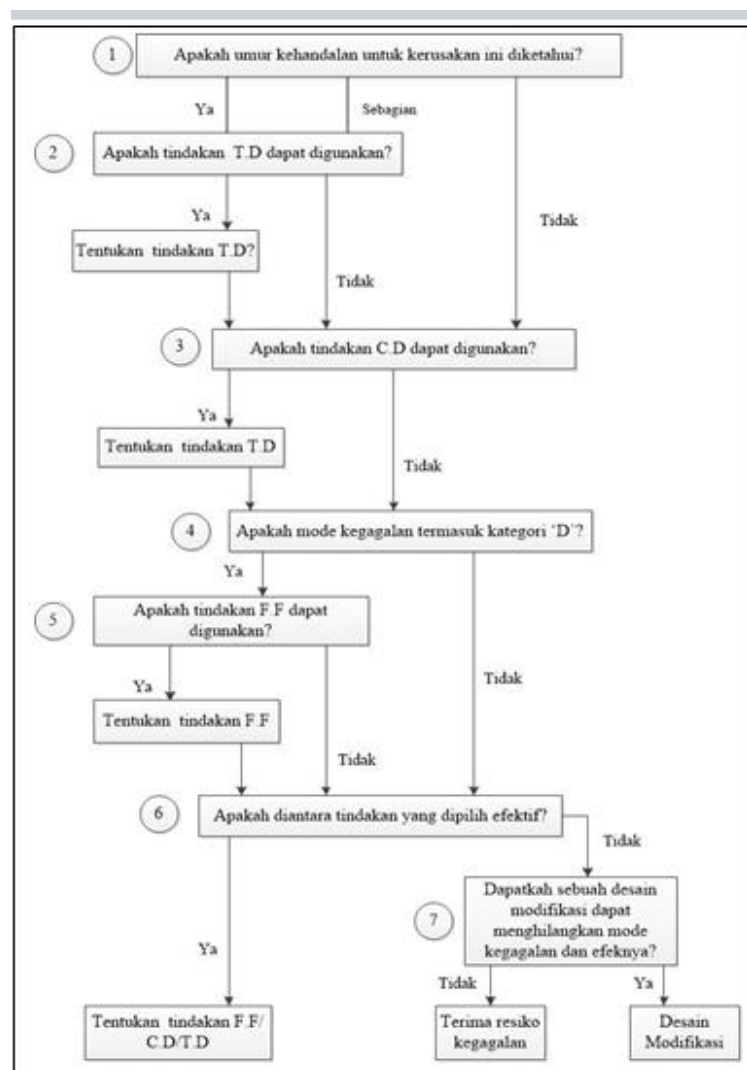
### 2.2.10 Task Selection (TS)

Pada pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses analisa *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Untuk tiap mode kerusakan dibuat daftar tindakan yang mungkin dilakukan dan selanjutnya akan memilih tindakan yang paling tepat dan efektif. Proses analisa ini akan memetukan tindakan *Preventive Maintenance* (PM) yang tepat untuk mode kerusakan tertentu. Tindakan perawatan pada *road map* pemilihan tindakan dapat dibagi menjadi 3:

1. *Time Direct* (TD) atau *Preventive Maintenance* (PM)  
Tindakan perawatan yang dilakukan secara langsung terhadap sumber kerusakan dengan didasari umur atau waktu dari komponen mesin.
2. *Condition Direct* (CD) atau *Predictive Maintenance* (PDM)  
Tindakan perawatan yang dilakukan dengan inspeksi dan memeriksa. Apabila didalam inspeksi terdapat gejala – gejala kerusakan maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen mesin.
3. *Finding Failure* (FF) atau *Condition Based* (CD)  
Tindakan perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala.

Tabel 2. 7 Format *Task Selection Road Map*

No	Equipment	Function	Failure Mode	Critical Analysis							Selection Task
				1	2	3	4	5	6	7	

Gambar 2.4 Pemilihan Tindakan Perawatan (*Task Selection Road Map*)

### 2.2.11 Keandalan

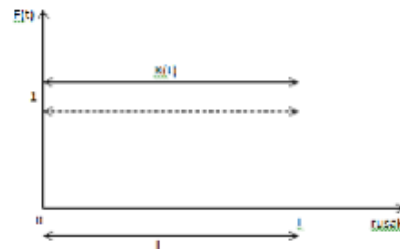
Keandalan dapat didefinisikan sebagai probabilitas sistem akan memiliki suatu kinerja sesuai fungsi yang dibutuhkan dalam periode waktu tertentu (Ebeling, 1997). Definisi lain keandalan adalah probabilitas suatu sistem akan berfungsi secara normal ketika digunakan untuk periode waktu yang diinginkan dalam kondisi operasi yang spesifik (dhillon, 1997). Berdasarkan definisi diatas, maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. Probabilitas, dimana nilai *reliability* adalah berada diantara angka 0 dan angka 1.
2. Kemampuan yang diharapkan, harus menggambarkan secara terang dan jelas. Untuk setiap unit terdapat suatu standar untuk menentukan apa yang dimaksud dengan kemampuan yang diharapkan.
3. Tujuan utama yang diinginkan dimana kegunaan peralatan harus spesifik. Hal tersebut terjadi karena terdapat beberapa tingkatan dalam memproduksi suatu barang konsumen.
4. Waktu merupakan parameter yang penting untuk melakukan penilaian kemungkinan suksesnya dari suatu sistem.
5. Kondisi lingkungan memengaruhi umur dari suatu sistem atau peralatan seperti kelembapan, suhu dan kecepatan gerak. Hal tersebut menjelaskan bagaimana perlakuan yang diterima sistem dapat memberikan tingkat keandalan yang berbeda dalam kondisi operasionalnya.

### 2.2.12 Fungsi Keandalan

Menurut Alkaf Kamdi (1992), *reliability* (keandalan) ialah “probabilitas bahwa suatu peralatan atau sistem peralatan akan beroperasi pada suatu periode waktu tanpa mengalami kerusakan dan kondisi peralatan berada pada *standart* operasi”. Keandalan dapat diartikan juga sebagai probabilitas dari suatu peralatan yang dapat berfungsi dengan baik dalam melaksanakan tugasnya. Suatu sistem atau alat mempunyai dua status, “baik” dan “rusak”. Keadaan pada status dari keandalan merupakan proses *probabilistic* (stokastik), sehingga jika keandalan berharga 1,

maka sistem dapat dipastikan dalam keadaan baik dan jika keandalan berharga 0, maka dipastikan bahwa sistem dalam keadaan rusak. Jika harga keandalan adalah  $R(t)$ , maka nilai keandalannya berkisar  $0 \leq R(t) \leq 1$ . Jadi dalam selang waktu tersebut suatu peralatan dapat melaksanakan tugasnya dengan baik (Arif, 2009). Keandalan merupakan fungsi dari waktu sehingga untuk mengukur suatu keandalan diperlukan fungsi keandalan. Fungsi keandalan ini merupakan hubungan antara keandalan dan waktu, dapat digambarkan seperti gambar berikut:



Gambar 2. 5 Grafik Distribusi Keandalan

$$\begin{aligned}
 R(t) &= P(\text{alat dapat berfungsi}) \text{ pada saat } t \\
 &= P\{T > t\} \\
 &= 1 - P\{T \leq t\} \\
 &= 1 - F(t) \text{ jadi keandalan dapat dihitung dengan rumus :}
 \end{aligned}$$

$$R(t) = \int_0^{\infty} f(t) dt = 1 - F(t) \text{ untuk } 0 \leq R(t) \leq 1 \quad (2.2)$$

Dimana :

$R(t)$  = Fungsi keandalan

$F(t)$  = Probabilitas Kerusakan

$T$  = Lamanya suatu peralatan beroperasi sampai dengan rusak (*lifetime*) yang merupakan variabel acak

Untuk  $t \rightarrow 0$ ,  $R(t) \rightarrow 1$  sistem baik

Untuk  $t \rightarrow \infty$ ,  $R(t) \rightarrow 0$  system rusak

### 2.2.13 Laju kegagalan (*Failure Rate*)

Laju kegagalan ( $\lambda$ ) adalah banyaknya kegagalan persatuan waktu. laju kegagalan dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi selama selang waktu tertentu dengan total waktu operasi komponen sistem atau subsistem.

Laju kegagalan dinyatakan dengan persamaan:

$$\lambda(r) = x = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.3)$$

Dimana:

F(t) = fungsi pada peluang kegagalan selama waktu proses

R(t) = Total waktu operasi

Laju kegagalan merupakan suatu komponen yang dapat digambarkan dengan sebuah kurva bak mandi (*bath tube curve*) dengan variabel waktu sebagai laju kegagalan dari komponen (sistem). Model dari probabilitas kegagalan komponen suatu alat dapat dicocokkan dengan distribusi statistik. Dalam analisis keandalan ada beberapa distribusi statistik yang umum digunakan. Jika laju kerusakan dari sistem *independent* umum dan karakteristik lain secara pengoperasiannya, maka yang lebih tepat digunakan adalah distribusi eksponensial. Distribusi ini berhubungan dengan laju kerusakan konstan. Jika laju kerusakannya meningkat seiring dengan bertambahnya umur mesin atau sistem, maka distribusi yang digunakan menggunakan distribusi normal dan weibull (ikhshan, 2010).

### 2.2.14 Fungsi Distribusi Kegagalan

Sesuai untuk menguraikan distribusi kerusakan, seperti fungsi kepadatan kemungkinan  $f(t)$ , fungsi kemungkinan adalah kumulatif  $F(t)$  dan fungsi laju kerusakan  $\lambda(t)$ . umumnya didalam teori keandalan digunakan variabel acak adalah diskrit, maka sulit untuk menentukan fungsi laju kerusakan (Lewis,1987)

Hubungan fungsi kepadatan kemungkinan  $f(t)$ , fungsi kemungkinan kumulatif  $F(t)$  dan fungsi laju kerusakan  $\lambda(t)$  adalah:

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

$$R(t) = 1 - F(t) = \exp \left[ - \int_0^t \lambda(t) dt \right]$$

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.4)$$

### 2.2.15 Distribusi kegagalan

Distribusi kerusakan menurut Ebeling (1997), adalah informasi dasar mengenai umur pakai suatu fasilitas atau peralatan dalam suatu populasi distribusi yang sering digunakan adalah eksponensial, normal, lognormal dan weibull, Ebeling (1997), juga menegaskan bahwa distribusi kerusakan ini dapat memenuhi berbagai fase kerusakan jika sampelnya tergolong kecil maka penaksiran parameter distribusi dilakukan dengan metode kuadrat terkecil (*Least Square Curve Fitting*). Untuk menganalisis distribusi waktu kejadian kerusakan atau kegagalan komponen. Umumnya model distribusi statistik yang banyak digunakan berbentuk distribusi kontinyu seperti distribusi lognormal, normal, weibull dan eksponensial (Priyanta, 2000). Penjelasan mengenai distribusi statistik tiap jenis distribusi, diuraikan sebagai berikut.

#### a. Distribusi Lognormal

Untuk distribusi sebaran lognormal digunakan dalam berbagai penerapan. Sebaran tersebut berlaku dalam kasus – kasus suatu transformasi log alam akan menghasilkan sebuah sebaran normal. Perubahan acak kontinu  $X$

mempunyai sebaran lognormal bila berubah acak  $Y = \ln(X)$  mempunyai suatu sebaran normal dengan nilai tengah  $\mu$  dan simpangan baku  $\sigma$  (Walpole, 2003). Distribusi lognormal terdapat dua parameter yaitu  $s$  yang merupakan parameter bentuk (*shape parameter*) dan parameter lokasi (*location parameter*) yang merupakan nilai tengah dari suatu distribusi kerusakan. Untuk distribusi lognormal ini memiliki berbagai macam bentuk sehingga sering dijumpai data yang sesuai dengan distribusi weibull serta sesuai dengan data dalam distribusi lognormal. Distribusi lognormal memiliki *Time to Failure* ( $t$ ) dari suatu komponen dengan persamaan  $y = \ln(t)$  mengikuti distribusi normal dengan rata – rata  $t_0$  dan variannya adalah  $s$ . Menurut Ebeling berikut persamaan yang digunakan untuk distribusi lognormal:

$$\begin{aligned} \text{PDF} &\rightarrow f(t) = \frac{1}{t \cdot s \sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{1}{2s^2} [\ln t - t_{med}]^2\right\} \\ \text{Fungsi Keandalan} &\rightarrow R(t) = 1 - \Phi\left[\mu \frac{1}{s} \ln\left(\frac{t}{t_{med}}\right)\right] \\ F(t) &\rightarrow \Phi\left[\frac{1}{s} \ln\left(\frac{t}{t_0}\right)\right] \\ \text{Laju Kerusakan } \lambda(t) &= \frac{f(t)}{R(t)} \\ \text{MTTF} &\rightarrow \exp(t_0 + 0,5 s^2) \end{aligned} \quad (2.5)$$

#### b. Distribusi Normal

Menurut Walpole (1995), distribusi normal atau yang grafiknya disebut kurva normal berbentuk lonceng. Yang menggambarkan dengan cukup baik banyak gejala yang muncul di alam, industri dan penelitian. Untuk pengukuran fisik dibidang seperti percobaan meteorologi, penelitian curah hujan dan pengukuran suku cadang yang diproduksi sering dengan baik dapat diterangkan dengan menggunakan distribusi normal. Maka disamping itu dalam pengukuran ilmiah dapat dijumpai dengan sangat baik oleh distribusi normal. Persamaan matematika distribusi peluang berubah normal



kontinyu bergantung pada dua parameter yaitu pada nilai tungan ( $\mu$ ) dan *standard* deviasi ( $\sigma$ ). Distribusi normal sering digunakan untuk menghitung probabilitas distribusi dan juga dikenal dengan sebutan distribusi gaussian setelah Carl Friedrich Gauss (1777 – 1855). Pada distribusi normal menggunakan  $\mu$  sebagai rata – rata dan  $\sigma$  sebagai standar deviasi (Dhillon, 2006). Distribusi ini menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{PDF} \rightarrow f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^t \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right] dx$$

$$\text{Fungsi Keandalan } R(t) = 1 - \left(\Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)\right)$$

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

$$\text{Laju Kerusakan} \rightarrow \lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)}$$

$$\text{MTTF} = \mu \quad (2.6)$$

c. Distribusi eksponensial

Menurut Walpole (2003), untuk sebaran eksponensial merupakan peranan penting baik didalam teori antrian dan masalah keandalan. Waktu diantara kedatangan di dalam fasilitas pelayanan dan waktu hingga mencapai kegagalan suku cadang komponen dan sistem sering dimodelkan dengan baik menggunakan sebaran eksponensial. Parameter yang digunakan dalam sebaran distribusi eksponensial yaitu parameter tunggal ialah parameter  $\lambda$ . Dengan  $\lambda$  bisa juga diartikan sebagai jumlah nilai tengah kejadian persatuan “waktu”. Distribusi eksponensial juga banyak digunakan untuk kerusakan peralatan yang disebabkan dari kerusakan komponen penyusun alat tersebut. Menurut Ebeling, pada distribusi ini rumus perhitungan yang digunakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{PDF} &\rightarrow f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \\
\text{Fungsi Keandalan} &\rightarrow R(t) = e^{-\lambda t} \\
F(t) &\rightarrow 1 - e^{-\lambda t} \\
\text{Laju Kerusakan} &\rightarrow h(t) = \lambda \\
\text{MTTF} &= \frac{1}{\lambda} \text{ atau } 1/\lambda
\end{aligned} \tag{2.7}$$

d. Distribusi weibull

Untuk distribusi weibull pertama kali dikenalkan oleh ilmuwan fisika Waloddi Weibull (1939) swedia. Seperti distribusi eksponensial, distribusi weibull juga dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan keandalan dan pengujian umur pemakaian (*life testing*) seperti waktu rusak atau panjang umur suatu komponen yang diukur dari suatu waktu tertentu sampai rusak. Contohnya waktu sampai rusak tersebut kita nyatakan dengan perubahan acak kontinu  $T$  dengan fungsi padat peluang  $f(t)$ , bila  $f(t)$  distribusi weibull (Walpole, 2003). Distribusi weibull menghasilkan analisa kegagalan yang akurat dan prediksi resiko dengan sampel yang sangat kecil menggunakan sebuah plot grafik yang *simple* dan berguna. Distribusi weibull juga sering digunakan pada teknik perhitungan keandalan. Pada distribusi ini terdapat dua parameter kemiringan ( $\beta$ ) dan parameter skala ( $\theta$ ). Menurut ebeling (1997), distribusi ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{PDF} &\rightarrow f(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \\
\text{Fungsi Keandalan} &\rightarrow R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \\
F(t) &\rightarrow 1 - e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} \\
\text{Laju Kerusakan} &\rightarrow h(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta-1} \\
\text{MTTF} &\rightarrow \theta T \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)
\end{aligned} \tag{2.8}$$

### 2.2.16 Mean To Failure (MTTF)

Menurut (IR. Ating Sudrajat, 2011) *Mean Time To Failure* ialah “waktu rata – rata terjadinya kerusakan dari suatu peralatan atau mesin yang bisa dikatakan sebagai waktu kemampuan mesin dan peralatan untuk beroperasi. *Mean Time To Failure* (MTTF) ini umumnya digunakan untuk mengetahui berapa lama mesin dapat dioperasikan sampai tidak dapat digunakan kembali. Dengan mengukur rata – rata dari kelebihan waktu yang digunakan dalam penjadwalan produksi tanpa terjadi gangguan:

$$MTTF = \frac{\text{waktu total} - \text{downtime} - \text{waktu yang tidak dimanfaatkan}}{\text{jumlah kerusakan}} \quad (2.9)$$

### 2.2.17 Mean To Repair (MTTR)

Menurut (IR. Ating Sudrajat, 2011) *Mean Time To Repair* ialah “ waktu rata- rata yang digunakan untuk melakukan perbaikan. Waktu rata – rata untuk memperbaiki peralatan agar dapat beroperasi kembali. Salah satunya meliputi waktu pemberitahuan, waktu pemindahan, waktu diagnosa, waktu meperbaiki dan waktu tunggu (untuk suku cadang). Waktu perakitan kembali dan waktu pengetesan *Mean Time To Repair* (MTTR) juga mengukur berapa lama operasi akan keluar dari produksi yang mengindikasikan efek pada perawatan terhadap laju produksi.

$$MTTR = \frac{\text{total waktu terhentinya alat akibat kerusakan (tidak terjadwal)}}{\text{jumlah kerusakan}} \quad (2.10)$$

### 2.2.18 Age Replacement

Model dari matematis sistem perawatan pencegahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Age Replacement*, yaitu metode perawatan pencegahan yang dilakukan dengan menetapkan interval waktu perawatan pencegahan berdasarkan selang waktu kerusakan yang menurut adanya tindakan perbaikan penggantian dengan kriteria minimasi (AKS Jardine, 1997) dalam model *age replacement* saat dilakukan penggantian pencegahan adalah tergantung pada umur pakai dari komponen. Penggantian pencegahan juga dilakukan dengan menetapkan

kembali interval penggantian berikutnya sesuai dengan interval yang telah ditentukan. Jika terjadi kerusakan yang diharuskan untuk dilakukannya sebuah tindakan penggantian. Dalam melakukan penurunan model pengantian ini terdapat beberapa asumsi yang dikembangkan untuk memfokuskan pada permasalahan yang terjadi, yaitu :

- Laju kerusakan komponen mesin bertambah sesuai dengan peningkatan pemakaian.
- Peralatan yang telah dilakukan pengantian komponen akan kembali kepada kondisi semula. Tidak ada permasalahan dalam persediaan komponen.

Untuk model *age replacement* ini terdapat dua siklus operasi:

Siklus 1: siklus terkait pencegahan yang diakhiri dengan kegiatan sebuah penggantian pencegahan. Yang ditentukan melalui komponen yang telah mencapai umur pengantiannya sesuai dengan yang telah direncanakan.

Siklus 2: siklus pencegahan yang nantinya diakhir dengan sebuah kegiatan penggantian kerusakan. Ditentukan melalui komponen yang telah mengalami kerusakan sebelum waktu pengantian yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$D(tp) = \frac{Tp \cdot R(tp) + Tf \cdot (1 - R(tp))}{(tp + Tp) \cdot R(tp) + (M(tp) + Tf) \cdot (1 - R(tp))} \quad (2.11)$$

Keterangan rumus:

$tp$  = Interval waktu pengantian pencegahan

$Tf$  = Waktu untuk melakukan penggantian kerusakan komponen

$Tp$  = Waktu untuk melakukan penggantian pencegahan pada saat  $tp$

$R(tp)$  = Probabilitas terjadinya penggantian pencegahan pada saat  $tp$

$M(tp)$  = Waktu rata – rata terjadinya kerusakan jika penggantian perbaikan pada masa  $tp$  yang dapat dicari dengan rumus  $M(tp)$

$$M(tp) = \frac{MTTF}{1 - R(tp)} \quad (2.12)$$

### 2.3.19 Availability

*Availability* didefinisikan sebagai sebuah kemungkinan bahwa suatu komponen atau perangkat dapat melakukan fungsinya sesuai yang diperlukan pada saat tertentu atau dalam periode tertentu ketika dioperasikan dan dipelihara dengan cara yang sudah ditentukan (Ebeling, 1997)

Berikut merupakan persamaan *availability* sistem seri dan sistem parallel:

a. *Availability* sistem seri :

$$A_s(t) = \prod_{i=1}^n A_{(i)}(t) \quad (2.13)$$

b. *Availability* sistem parallel:

$$A_s(t) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - A_{(i)}(t)) \quad (2.14)$$

*Availability* atau ketersediaan didefinisikan sebagai peluang sebuah komponen atau sistem yang dapat berkerja sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan pada waktu tertentu yang berada pada kondisi normal (Ebeling, 1997). *Availability* dapat dihitung dengan rumus :

$$Availability = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \quad (2.15)$$

Keterangan:

MTTF = waktu rata – rata antar kerusakan mesin

MTTR = waktu rata – rata perbaikan

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

### **3.1. Objek dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Tujuh Sumber Berkah yang bergerak dibidang air minum dalam kemasan (AMDK). Objek yang diambil yaitu mesin *cup sealler* 220 ml yang merupakan bagian dari system produksi mesin air minum dalam kemasan yaitu mesin *cup sealer* TE yang menggunakan bahan bakar aliran listrik. PT. Tujuh Sumber Berkah berlokasi di JL. Raya Labuan Komplek Nyi Mas Rapoh RT 006/018 Desa Rocek, Kecamatan Cimanuk Kabupaten Pandeglang Banten. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret – Juni 2023.

### **3.2. Metode Pengumpulan data**

Pada tahapan ini merupakan tahapan proses pengumpulan data yang nantinya akan berhubungan dengan permasalahan yang terjadi di PT Tujuh Sumber Berkah. Untuk suatu penelitian yang didukung atas data yang akurat untuk mendukung serta menunjang penelitian agar dapat mencapai tujuan penelitian yang optimal. Berdasarkan pengumpulan dan pengambilan data ini diperoleh dan dibagi menjadi 2 jenis data yaitu data primer dan data sekunder sebagai berikut:

### **3.3. Data Primer**

Data primer adalah sebuah data yang didapat dari penelitian secara langsung dengan cara menanyakan langsung ke sumber yang memberikan informasi. Pada pengumpulan data primer bias dilakukan dengan beberapa cara yaitu seperti:

#### **a. Observasi**

Pada saat observasi merupakan langkah dari kegiatan yang akan dilakukan seperti pengamatan langsung pada obyek penelitian untuk mencari data atau informasi yang nantinya akan berkaitan dengan penelitian, sehingga dapat dipertanggung jawabkan kebenaran dari penelitian yang dilakukan sesuai fakta dan harus benar. Pada saat

observasi penelitian ini dilakukan secara langsung pada bagian mesin *sealler cup* 220 ml.

b. Wawancara

Pada langkah pengumpulan data yang dilakukan wawancara atau saling bertukar informasi langsung dengan sumber ahli. Seperti pada penelitian ini wawancara dilakukan dengan departemen *development* pada bagian *director*, keuangan, *marketing*, kepala coordinator produksi dan yang paling khusus yaitu *operator* mesin *sealler* dan mekanikal mesin *sealler*.

### 3.4. Data sekunder

Pada data sekunder ialah data yang merupakan data yang tidak secara langsung diperoleh dari narasumber awal atau pertama dan telah tersusun dalam bentuk dokumen – dokumen tertulis yaitu data yang didapatkan dengan cara mengumpulkan serta mempelajari dokumen – dokumen dari perusahaan, serta studi literatur yang nantinya akan berkaitan dengan penelitian yang diteliti yaitu perawatan (*maintenance*) yang sudah disediakan secara *online* (internet) dan juga *offline* (tertulis) yang berhubungan terkait dengan perawatan, kehandalan, RCM (*Reliability Centered Maintenance*) dan perawatan pencegahan. Data yang dibutuhkan meliputi dalam penelitian ini adalah:

- A. Data komponen dari mesin *automatic Cup Sealer* TE (Tyas Engineering)
- B. Data saat produksi menggunakan mesin *automatic cup sealer* TE
- C. Data kerusakan dan hambatan yang terjadi saat produksi berlangsung menggunakan mesin *Automatic cup sealer* TE
- D. Data lama perbaikan waktu antar kerusakan tiap – tiap komponen pada mesin *automatic cup sealer* TE

### 3.5. Pengolahan data

Kemudian setelah mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini selanjutnya akan dilakukan pengolahan data seperti berikut ini:

a. *Reliability Centered Maintenance (RCM)*

*Output Reliability Centered Maintenance (RCM)* menghasilkan komponen kritis pada mesin *cup sealer* TE.

1. *Funtional Block Diagram (FBD)*

Menjelaskan secara runtur dari alur proses material dari awal produksi sampai akhir produksi.

2. *Failure Mode Effect and Analysis (FMEA)*

Digunakan untuk mencari fungsi, mode kegagalan, penyebab kegagalan dan efek dari kegagalan dari semua komponen dalam mesin *cup sealer* TE dan menghasilkan nilai *Risk Priority Number (RPN)*

3. *Logic Tree Analysis (LTA)*

Didalamnya untuk mencari jenis perawatan yang layak dan optimal pada semua komponen mesin *cup sealer* TE yang digunakan untuk mengatasi mode kegagalan dengan mengisi *critically analysis* yang dijelaskan didalam tabel.

4. *Selection Task*

Untuk mencari tindakan dari semua komponen mesin *cup sealer* TE yang paling efektif dengan mengisi tabel *critically analysis* yang nantinya akan disesuaikan untuk mengisi kolom tabel *selection task*.

b. *Age Replacement*

*Output* dari *Age Replacement* yaitu menghasilkan jadwal penggantian perawatan mesin untuk pencegahan kerusakan yang terjadi.

1. *Distribusi Weibull, Exponential, Normal dan Lognormal*

Digunakan untuk mencari nilai distribusi yang paling terbaik yang nantinya di uji coba pada uji *goodness of fit*. Dalam distribusi tersebut akan dipastikan bahwa distribusi data yang dipilih benar – benar mewakili data.

2. *Mean Time To Failure*



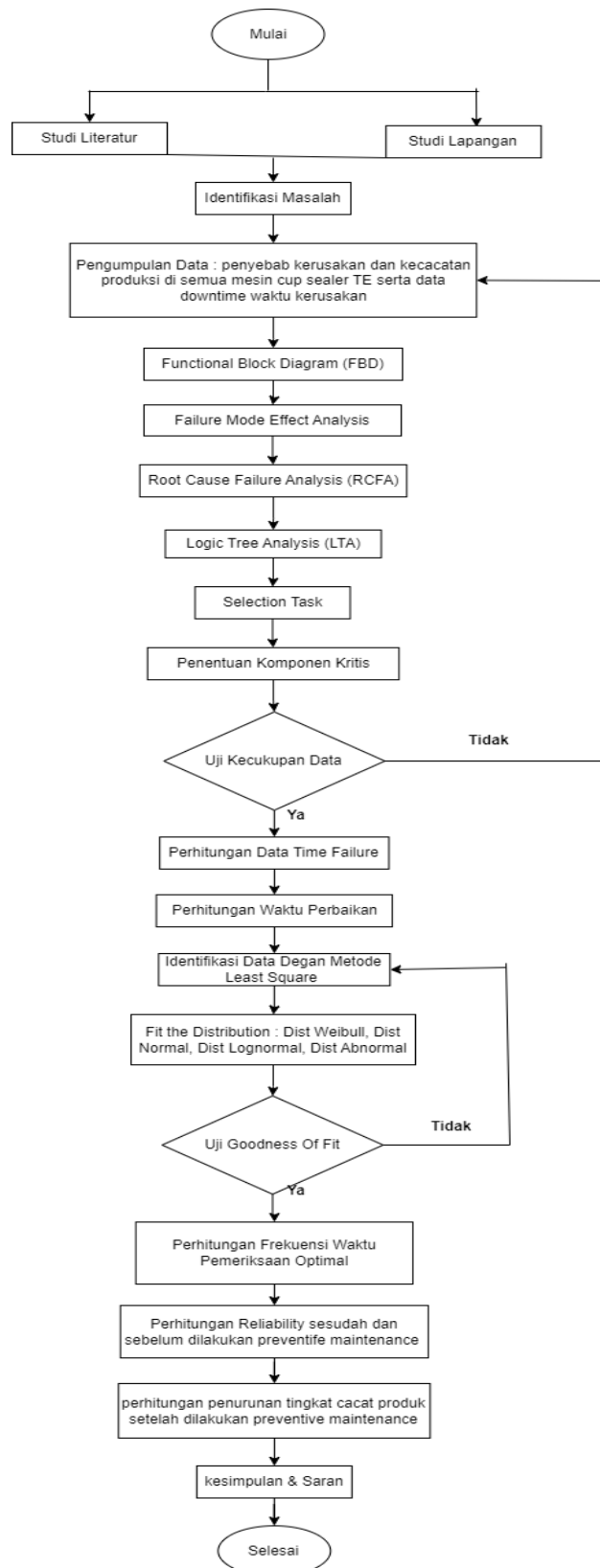
Digunakan untuk mencari nilai rata – rata waktu dari ekspektasi kegagalan dalam mesin *cup sealer* TE.

3. *Mean Time To Repair*

Digunakan untuk mencari rata-rata waktu perbaikan yang diharapkan dengan berapa lama waktunya perbaikan dalam mesin *cup sealer* TE

### **3.6. Alur penelitian**

Setelah melaukan pengolahan data maka dapat ditentukan beberapa langkah langkah untuk proses pembuatan Tugas akhir dalam penelitian ini sehingga dapat menyelesaikan permasalahan yang terjadi. Berikut merupakan alur penelitian dari awal sampai akhir dari penelitian ini, yang digambarkan dengan *flowchart* berikut:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Keterangan pada diagram alur penelitian adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur

Studi literatur berisikan teori – teori yang mendukung data yang berada pada lapangan dan dijadikan sebagai landasan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Seperti dalam bentuk dokumen-dokumen tertulis yang didapatkan dengan mempelajari dan mengumpulkan dokumen perusahaan serta studi literatur yang berkaitan dengan perawatan baik *online* (internet) maupun *offline* (tertulis) berkaitan dengan kehandalan, perawatan, perawatan pencegahan dan RCM.

b. Studi lapangan

Studi lapangan atau observasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keadaan sesungguhnya di PT. Tujuh Sumber Berkah khususnya pada bagian Produksi. Observasi dilakukan dengan melihat secara keseluruhan proses produksi yang ada di perusahaan serta tanya jawab pada mekanikal dan operator dari mesin *cup sealer* yang lebih memahami dan mengerti mesin *cup sealer* serta pada berjalannya proses produksi.

c. Identifikasi masalah

Setelah dilakukan observasi lapangan tahap berikutnya adalah mengidentifikasi masalah dengan melakukan observasi dan wawancara kepada pihak terkait. Berdasarkan observasi dan wawancara diperoleh data bahwa pada mesin *cup sealer* TE sering mengalami kerusakan dan dapat mengakibatkan semua mesin serta produksi berhenti total maka proses produksi pun terhambat. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi mesin dan komponen kritis yang menyebabkan *downtime* proses produksi serta merencanakan perawatan mesin dalam mengurangi *downtime* yang terjadi di *system* proses produksi.

d. Pengumpulan data

Melakukan pengumpulan data historis penyebab kegagalan dan efek kerusakan pada semua komponen mesin *cup sealer* TE dan data *downtime* waktu kerusakan.

e. FBD

Menjelaskan secara runtur dari alur proses material dari awal produksi sampai akhir produksi.

f. FMEA

Digunakan untuk mencari fungsi, mode kegagalan, penyebab kegagalan dan efek dari kegagalan dari semua komponen dalam mesin *cup sealer* TE dan menghasilkan nilai *Risk Priority Number* (RPN)

g. LTA

Didalamnya untuk mencari jenis perawatan yang layak dan optimal pada semua komponen mesin *cup sealer* TE yang digunakan untuk mengatasi mode kegagalan dengan mengisi *critically analysis* yang dijelaskan didalam tabel.

h. *Selection Task*

Untuk mencari tindakan dari semua komponen mesin *cup sealer* TE yang paling efektif dengan mengisi tabel *critically analysis* yang nantinya akan disesuaikan untuk mengisi kolom tabel *selection task*

i. Penentuan komponen kritis

Kemudian setelah menentukan komponen kritis pada mesin *cup sealer* TE dengan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi pada tahap *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

j. Uji Kecukupan Data

Mengumpulkan data data yang diperlukan untuk diolah, jika data belum mencukupi maka harus kembali ke tahap sebelumnya.

k. Perhitungan data *time failure*

Yang harus dilakukan sebelum menghitung *time failure* pertama mengetahui waktu kerusakan serta waktu selesai melakukan perbaikan. Dalam perhitungan *time failure* dilakukan menghitung selang waktu antar

kerusakan dari satu kerusakan yang telah diperbaiki hingga terjadi kerusakan berikutnya.

l. Perhitungan waktu perbaikan

Didapatkan dari selisih nilai antara komponen yang mengalami kerusakan sampai nilai komponen selesai diperbaiki.

m. Identifikasi data dengan metode *Least Square*

Mengidentifikasi sebuah distribusi dari sebuah komponen mesin dengan menggunakan nilai *index of fit* ( $t$ ) yang paling tinggi nilainya yang akan dipilih.

n. *Fit Distribution*

Menghitung dan mencari tahu nilai dari keempat distribusi yang akan dipakai seperti distribusi Weibull, distribusi normal, lognormal dan distribusi eksponensial.

o. Uji *Goodness of Fit*

Menguji nilai kecocokan untuk memastikan bahwa data distribusi yang telah dipilih benar – benar mewakili sudah mewakili data. Tahap ini melakukan perhitungan distribusi, untuk menentukan jenis distribusi yang akan digunakan. Pada uji *Goodness of fit* setiap distribusi akan dilakukan dengan menggunakan *excel*.

p. Perhitungan frekuensi waktu pemeriksaan optimal

Perhitungan frekuensi waktu optimal dengan minimasi dan perhitungan interval jadwal penggantian pencegahan kerusakan mesin.

q. Perhitungan *Reliability*

Perhitungan *Reliability* sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* dimana adanya model keandalan yang akan diasumsikan sistem kembali ke kondisi baru setelah menjalani perawatan pencegahan.

r. Perhitungan penurunan tingkat cacat produksi

Membandingkan nilai hasil akhir produksi sebelum dan sesudah dilakukan perawatan pencegahan.

s. Kesimpulan dan saran

Melakukan penyimpulan terhadap hasil yang diperoleh dan melakukan usulan untuk menetapkan jadwal perawatan mesin serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

### 4.1 Pengumpulan data

#### 4.1.1 Data waktu antar kerusakan komponen mesin *Automatic Cup Sealer TE (Tyas Engineering)*

Berikut merupakan data total *downtime* dari komponen mesin *automatic cup sealer TE* pada unit 1 yang diambil pada periode Januari 2021 sampai juni 2023 (2,5 tahun) :

Tabel 4.1 Data Waktu Antar Kerusakan Komponen Mesin *Sealer*

No	Komponen	Actual Start	Actual Finish
1.	Silindris Knife Cup	04/01/2021 14:05	04/01/2021 14:45
		05/01/2021 10:20	05/01/2021 10:50
		09/01/2021 08:50	09/01/2021 09:50
		11/01/2021 21:20	11/01/2021 21:45
		12/01/2021 19:45	12/01/2021 20:55
		14/01/2021 20:35	14/01/2021 20:55
		19/01/2021 17:00	19/01/2021 17:55
		20/01/2021 07:15	20/01/2021 07:50
		21/01/2021 16:30	21/01/2021 17:30
		23/01/2021 17:30	23/01/2021 18:00
		25/01/2021 13:50	25/01/2021 14:45
		28/01/2021 21:10	28/01/2021 21:35
		30/01/2021 17:05	30/01/2021 17:55

		06/02/2021 20:50	06/02/2021 21:20
		09/02/2021 07:50	09/02/2021 08:40
		15/02/2021 14:20	15/02/2021 14:45
		17/02/2021 10:10	17/02/2021 10:55
		26/02/2021 08:00	26/02/2021 08:20
		26/02/2021 15:40	26/02/2021 16:30
		02/03/2021 10:50	02/03/2021 11:15
		09/03/2021 07:50	09/03/2021 08:40
		13/03/2021 17:15	13/03/2021 17:45
		24/03/2021 07:15	24/03/2021 07:55
		31/03/2021 07:40	31/03/2021 08:15
		07/04/2021 20:50	07/04/2021 21:45
		15/04/2021 16:30	15/04/2021 17:00
		22/04/2021 13:40	22/04/2021 14:30
		27/04/2021 11:10	27/04/2021 11:40
		03/05/2021 09:20	03/05/2021 10:15
		08/05/2021 22:05	08/05/2021 22:30
		24/05/2021 07:15	24/05/2021 08:00
		26/05/2021 14:20	26/05/2021 14:50
		02/06/2021 08:50	02/06/2021 09:50
		08/06/2021 19:55	08/06/2021 20:25
		18/06/2021 08:05	18/06/2021 08:55



		23/06/2021 10:35	23/06/2021 11:00
		26/06/2021 16:20	26/06/2021 17:20
		03/07/2021 5:50	03/07/2021 16:20
		10/07/2021 21:45	10/07/2021 22:50
		17/07/2021 22:40	17/07/2021 23:10
		21/07/2021 14:55	21/07/2021 15:50
		30/07/2021 11:40	30/07/2021 12:15
		06/08/2021 10:10	06/08/2021 10:55
		12/08/2021 13:25	12/08/2021 13:55
		20/08/2021 12:50	20/08/2021 13:45
		23/08/2021 08:40	23/08/2021 09:15
		28/08/2021 09:40	28/08/2021 10:40
		31/08/2021 10:50	31/08/2021 11:20
		04/09/2021 20:50	04/09/2021 21:50
		11/09/2021 14:40	11/09/2021 15:05
		18/09/2021 09:20	18/09/2021 10:20
		25/09/2021 21:30	25/09/2021 22:00
		01/10/2021 13:35	01/10/2021 14:45
		08/10/2021 13:30	08/10/2021 13:50
		16/10/2021 07:55	16/10/2021 08:50
		21/10/2021 09:50	21/10/2021 10:25
		25/10/2021 21:40	25/10/2021 22:55

		01/11/2021 14:50	01/11/2021 15:20
		09/11/2021 11:05	09/11/2021 11:55
		13/11/2021 08:40	13/11/2021 09:10
		20/11/2021 21:45	20/11/2021 22:45
		04/12/2021 14:50	04/12/2021 15:15
		13/12/2021 09:35	13/12/2021 10:40
		18/12/2021 08:55	18/12/2021 09:30
		23/12/2021 13:30	23/12/2021 14:30
		03/01/2022 07:55	03/01/2022 08:30
		08/01/2022 17:00	08/01/2022 17:50
		12/01/2022 14:10	12/01/2022 14:35
		18/01/2022 09:20	18/01/2022 10:15
		28/01/2022 07:50	28/01/2022 08:30
		03/02/2022 21:25	03/02/2022 22:15
		07/02/2022 13:40	07/02/2022 14:10
		16/02/2022 20:15	16/02/2022 21:15
		21/02/2022 19:15	21/02/2022 19:40
		25/02/2022 20:00	25/02/2022 20:55
		04/03/2022 08:40	04/03/2022 09:10
		10/03/2022 10:50	10/03/2022 11:50
		24/03/2022 17:25	24/03/2022 17:50
		30/03/2022 08:35	30/03/2022 09:40

		05/04/2022 17:40	05/04/2022 18:15
		14/04/2022 13:55	14/04/2022 14:50
		20/04/2022 10:45	20/04/2022 11:15
		27/04/2022 19:50	27/04/2022 20:55
		10/05/2022 08:20	10/05/2022 09:00
		19/05/2022 14:05	19/05/2022 14:55
		06/06/2022 13:50	06/06/2022 14:15
		15/06/2022 17:05	15/06/2022 17:50
		25/06/2022 07:55	25/06/2022 08:30
		01/07/2022 22:05	01/07/2022 22:55
		07/07/2022 20:15	07/07/2022 20:50
		22/07/2022 14:10	22/07/2022 14:55
		25/07/2022 09:10	25/07/2022 09:30
		06/08/2022 14:20	06/08/2022 15:25
		16/08/2022 22:15	16/08/2022 22:40
		24/08/2022 11:25	24/08/2022 12:20
		29/08/2022 20:10	29/08/2022 20:35
		03/09/2022 09:30	03/09/2022 10:40
		12/09/2022 21:45	12/09/2022 22:05
		22/09/2022 13:40	22/09/2022 14:50
		30/09/2022 17:00	30/09/2022 17:25
		04/10/2022 14:50	04/10/2022 15:55

		10/10/2022 10:00	10/10/2022 10:20
		15/10/2022 13:25	15/10/2022 14:35
		27/10/2022 10:30	27/10/2022 11:00
		05/11/2022 08:50	05/11/2022 09:50
		11/11/2022 21:15	11/11/2022 21:35
		21/11/2022 14:05	21/11/2022 14:55
		30/11/2022 20:30	30/11/2022 21:05
		08/12/2022 09:35	08/12/2022 10:50
		14/12/2022 11:10	14/12/2022 11:35
		17/12/2022 17:50	17/12/2022 18:50
		27/12/2022 10:50	27/12/2022 11:20
		04/01/2023 07:50	04/01/2023 08:55
		16/01/2023 19:15	16/01/2023 19:40
		26/01/2023 21:40	26/01/2023 22:50
		01/02/2023 19:50	01/02/2023 20:15
		10/02/2023 07:30	10/02/2023 08:30
		23/02/2023 16:40	23/02/2023 17:10
		04/03/2023 10:35	04/03/2023 11:25
		12/03/2023 08:00	12/03/2023 14:00
		16/03/2023 07:25	16/03/2023 07:40
		26/03/2023 13:00	26/03/2023 13:20
		09/04/2023 09:00	09/04/2023 15:00

		28/05/2023 13:00	28/05/2023 15:00
		01/06/2023 10:00	01/06/2023 15:00
		11/06/2023 08:00	11/06/2023 10:00
		17/06/2023 08:00	17/06/2023 11:00
2.	Temperature Mesin	07/01/2021 19:30	07/01/2021 20:00
		12/01/2021 14:10	12/01/2021 14:35
		14/01/2021 14:30	14/01/2021 14:45
		22/01/2021 17:05	22/01/2021 17:30
		09/02/2021 17:15	09/02/2021 17:35
		20/03/2021 10:00	20/03/2021 10:20
		29/04/2021 21:15	29/04/2021 21:40
		30/05/2021 19:45	30/05/2021 20:10
		15/06/2021 22:00	15/06/2021 22:25
		07/07/2021 20:30	07/07/2021 20:55
		04/08/2021 16:20	04/08/2021 16:45
		22/09/2021 13:50	22/09/2021 14:15
		05/10/2021 20:55	05/10/2021 21:20
		25/10/2021 10:25	25/10/2021 10:50
		11/11/2021 14:15	11/11/2021 14:35
		03/01/2022 20:45	03/01/2022 21:05
		06/02/2023 21:15	06/02/2023 21:30
		17/02/2023 14:00	17/02/2023 14:15

		09/05/2023 20:00	09/05/2023 21:40
		17/06/2023 13:00	17/06/2023 14:00
3.	Besi Plate	04/01/2021 11:00	04/01/2021 11:45
		06/01/2021 17:05	06/01/2021 17:20
		09/01/2021 19:25	09/01/2021 19:45
		14/01/2021 07:55	14/01/2021 08:15
		18/01/2021 09:00	18/01/2021 09:25
		18/01/2021 14:45	18/01/2021 15:10
		27/01/2021 20:15	27/01/2021 20:40
		05/02/2021 09:25	05/02/2021 09:50
		10/02/2021 11:20	10/02/2021 11:45
		19/02/2021 09:30	19/02/2021 09:50
		22/02/2021 13:50	22/02/2021 14:15
		01/03/2021 09:35	01/03/2021 10:00
		18/03/2021 09:50	18/03/2021 10:15
		24/03/2021 21:55	24/03/2021 22:20
		31/03/2021 19:20	31/03/2021 19:45
		10/04/2021 09:25	10/04/2021 09:50
		17/04/2021 10:45	17/04/2021 11:05
		19/04/2021 07:55	19/04/2021 08:20
		26/04/2021 14:40	26/04/2021 15:00
		30/04/2021 22:00	30/04/2021 22:25

		08/05/2021 07:55	08/05/2021 08:20
		25/05/2021 21:05	25/05/2021 21:30
		02/06/2021 16:20	02/06/2021 16:45
		12/06/2021 20:50	12/06/2021 21:15
		19/06/2021 14:05	19/06/2021 14:30
		13/07/2021 16:20	13/07/2021 16:55
		31/07/2021 20:00	31/07/2021 20:20
		07/08/2021 21:15	07/08/2021 21:35
		14/08/2021 21:00	14/08/2021 21:25
		23/08/2021 21:05	23/08/2021 21:30
		04/09/2021 08:45	04/09/2021 09:10
		14/09/2021 10:00	14/09/2021 10:20
		29/09/2021 22:05	29/09/2021 22:30
		16/10/2021 17:40	16/10/2021 18:10
		05/11/2021 17:05	05/11/2021 17:30
		13/11/2021 21:10	13/11/2021 21:35
		04/12/2021 21:40	04/12/2021 22:05
		03/01/2022 15:05	03/01/2022 15:30
		31/01/2022 15:05	31/01/2022 15:30
		16/02/2022 11:05	16/02/2022 11:30
		05/04/2022 09:15	05/04/2022 09:40
		14/05/2022 10:10	14/05/2022 10:35

		11/06/2022 14:00	11/06/2022 14:25
		07/07/2022 08:25	07/07/2022 08:55
		09/08/2022 15:50	09/08/2022 16:15
		12/09/2022 09:15	12/09/2022 09:35
		16/11/2022 17:20	16/11/2022 17:45
		17/12/2022 09:45	17/12/2022 10:05
		21/01/2023 08:45	21/01/2023 09:10
		28/02/2023 21:20	28/02/2023 21:45
		14/05/2023 08:00	14/05/2023 11:00
4.	Sensor	06/01/2021 13:10	06/01/2021 13:30
		15/01/2021 13:50	15/01/2021 14:20
		03/03/2021 15:20	03/03/2021 15:40
		08/04/2021 13:15	08/04/2021 13:35
		22/04/2021 22:05	22/04/2021 22:20
		29/05/2021 11:10	29/05/2021 11:35
		08/09/2021 16:10	08/09/2021 16:30
		09/12/2021 11:05	09/12/2021 11:25
		21/02/2022 07:30	21/02/2022 07:40
		03/12/2022 19:40	03/12/2022 20:00
		11/03/2023 07:00	11/03/2023 08:00
5.	Temperature Plate Cup	08/01/2021 11:30	08/01/2021 11:45
		09/01/2021 10:55	09/01/2021 11:15



		13/01/2021 15:20	13/01/2021 15:45
		16/01/2021 21:10	16/01/2021 21:30
		21/01/2021 07:30	21/01/2021 07:55
		26/01/2021 15:40	26/01/2021 16:00
		03/02/2021 10:45	03/02/2021 11:10
		20/02/2021 17:40	20/02/2021 18:05
		13/03/2021 09:00	13/03/2021 09:25
		27/03/2021 10:30	27/03/2021 11:05
		08/04/2021 21:20	08/04/2021 21:50
		24/04/2021 17:00	24/04/2021 17:20
		30/04/2021 13:40	30/04/2021 14:10
		06/05/2021 15:35	06/05/2021 16:00
		24/05/2021 11:00	24/05/2021 11:25
		29/05/2021 20:15	29/05/2021 20:40
		07/06/2021 14:15	07/06/2021 14:40
		12/06/2021 10:00	12/06/2021 10:30
		29/06/2021 10:15	29/06/2021 10:45
		10/07/2021 09:55	10/07/2021 10:20
		06/08/2021 19:55	06/08/2021 20:20
		26/08/2021 17:10	26/08/2021 17:35
		02/09/2021 22:50	02/09/2021 23:15
		13/10/2021 09:00	13/10/2021 09:30

		28/10/2021 16:15	28/10/2021 16:40
		17/11/2021 16:20	17/11/2021 16:45
		07/12/2021 10:00	07/12/2021 10:25
		22/01/2022 20:10	22/01/2022 20:30
		05/03/2022 14:00	05/03/2022 14:20
		10/05/2022 20:30	10/05/2022 21:05
		29/06/2022 13:45	29/06/2022 14:10
		22/07/2022 22:45	22/07/2022 23:10
		24/08/2022 22:00	24/08/2022 22:20
		04/10/2022 09:20	04/10/2022 09:45
		30/11/2022 08:55	30/11/2022 09:25
		27/12/2022 16:05	27/12/2022 16:30
		07/03/2023 13:50	07/03/2023 14:15
		26/03/2023 08:00	26/03/2023 13:00
		30/04/2023 15:20	30/04/2023 16:00
		29/05/2023 13:20	29/05/2023 13:40
		11/06/2023 10:00	11/06/2023 14:00
		19/06/2023 07:00	19/06/2023 07:55
		27/06/2023 10:30	27/06/2023 11:00
6.	Bearing	05/01/2021 17:00	05/01/2021 17:45
		05/06/2021 16:40	05/06/2021 17:15
		17/07/2021 08:50	17/07/2021 09:30

		18/12/2021 19:40	18/12/2021 20:20
		27/05/2022 19:20	27/05/2022 20:00
		26/11/2022 10:00	26/11/2022 11:00
		28/05/2023 08:30	28/05/2023 09:30
		25/06/2023 15:00	25/06/2023 16:00
7.	Chain	11/01/2021 10:30	11/01/2021 11:05
		18/01/2021 21:40	18/01/2021 22:15
		15/02/2021 22:05	15/02/2021 22:20
		15/03/2021 10:15	15/03/2021 10:35
		08/05/2021 15:15	08/05/2021 15:35
		02/06/2021 21:25	02/06/2021 21:50
		17/07/2021 16:10	17/07/2021 16:30
		02/09/2021 13:15	02/09/2021 13:35
		24/11/2021 10:50	24/11/2021 11:25
		02/08/2022 11:10	02/08/2022 11:30
		31/10/2022 13:25	31/10/2022 13:40
		07/01/2023 11:25	07/01/2023 11:45
		25/06/2023 12:30	25/06/2023 14:30
8.	Motor Power	23/01/2021 11:00	23/01/2021 11:20
		13/04/2021 07:10	13/04/2021 07:35
		02/08/2021 19:10	02/08/2021 19:35
		10/09/2021 19:05	10/09/2021 19:25

		20/03/2023 14:20	20/03/2023 14:35
		02/05/2023 15:12	02/05/2023 16:15
9.	Motor Mesin	04/01/2021 21:15	04/01/2021 21:50
		29/01/2021 14:30	29/01/2021 14:50
		13/02/2021 21:00	13/02/2021 21:15
		20/02/2021 08:55	20/02/2021 09:15
		27/02/2021 08:45	27/02/2021 09:10
		06/03/2021 11:05	06/03/2021 11:30
		24/03/2021 13:40	24/03/2021 14:05
		06/04/2021 11:10	06/04/2021 11:30
		05/05/2021 19:45	05/05/2021 20:10
		16/06/2021 21:20	16/06/2021 21:45
		27/07/2021 21:30	27/07/2021 21:50
		25/08/2021 11:25	25/08/2021 11:45
		05/10/2021 10:45	05/10/2021 11:00
		04/12/2021 07:20	04/12/2021 07:35
		11/02/2022 10:35	11/02/2022 11:00
		16/07/2022 20:00	16/07/2022 20:20
		21/03/2023 14:25	21/03/2023 15:00
		21/03/2023 10:15	21/03/2023 11:00
		24/03/2023 13:00	24/03/2023 14:00
		24/03/2023 15:05	24/03/2023 16:00

		25/03/2023 10:00	25/03/2023 11:00
		30/03/2023 10:45	30/03/2023 11:25
		30/03/2023 11:10	30/03/2023 11:25
		31/03/2023 08:30	31/03/2023 08:45
		31/03/2023 09:50	31/03/2023 10:10
		31/03/2023 15:45	31/03/2023 15:55
		11/04/2023 10:15	11/04/2023 10:35
		26/04/2023 16:00	26/04/2023 16:10
		26/04/2023 17:00	26/04/2023 17:30
		26/04/2023 17:05	26/04/2023 17:15
		27/04/2023 13:20	27/04/2023 13:30
		03/05/2023 16:40	03/05/2023 17:00
		17/05/2023 14:00	17/05/2023 15:16
		28/05/2023 16:00	28/05/2023 17:00
		02/06/2023 14:00	02/06/2023 14:20
		06/06/2023 08:15	06/06/2023 08:45
10.	Selang Filling	06/01/2021 22:10	06/01/2021 22:20
		11/01/2021 22:35	11/01/2021 22:45
		23/01/2021 22:05	23/01/2021 22:20
		01/02/2021 19:05	01/02/2021 19:25
		09/02/2021 10:30	09/02/2021 10:45
		18/02/2021 16:00	18/02/2021 16:15

		23/02/2021 11:00	23/02/2021 11:10
		26/02/2021 21:50	26/02/2021 22:05
		05/03/2021 14:20	05/03/2021 14:35
		18/03/2021 20:20	18/03/2021 20:40
		03/04/2021 10:05	03/04/2021 10:20
		16/04/2021 14:15	16/04/2021 14:30
		24/04/2021 08:25	24/04/2021 08:40
		04/05/2021 17:05	04/05/2021 17:20
		24/05/2021 22:00	24/05/2021 22:20
		04/06/2021 10:20	04/06/2021 10:45
		15/06/2021 13:10	15/06/2021 13:30
		19/06/2021 22:05	19/06/2021 22:30
		07/07/2021 11:00	07/07/2021 11:20
		23/07/2021 11:10	23/07/2021 11:35
		30/07/2021 22:05	30/07/2021 22:25
		04/08/2021 17:00	04/08/2021 17:20
		13/08/2021 20:05	13/08/2021 20:20
		28/08/2021 20:15	28/08/2021 20:40
		04/09/2021 14:00	04/09/2021 14:15
		18/09/2021 20:10	18/09/2021 20:35
		29/09/2021 11:10	29/09/2021 11:30
		09/10/2021 14:45	09/10/2021 15:00

		18/10/2021 19:20	18/10/2021 19:40
		01/11/2021 07:45	01/11/2021 08:00
		06/11/2021 19:10	06/11/2021 19:25
		20/11/2021 10:55	20/11/2021 11:15
		30/11/2021 17:40	30/11/2021 18:00
		13/12/2021 19:15	13/12/2021 19:40
		07/01/2022 13:30	07/01/2022 13:50
		18/01/2022 19:55	18/01/2022 20:20
		03/02/2022 11:00	03/02/2022 11:20
		21/02/2022 13:20	21/02/2022 13:45
		14/03/2012 11:20	14/03/2012 11:45
		19/03/2022 16:10	19/03/2022 16:35
		09/04/2022 11:20	09/04/2022 11:40
		02/06/2022 10:40	02/06/2022 11:00
		20/06/2022 19:20	20/06/2022 19:35
		11/07/2022 19:50	11/07/2022 20:15
		29/07/2022 13:35	29/07/2022 14:00
		12/08/2022 10:00	12/08/2022 10:20
		29/08/2022 10:20	29/08/2022 10:45
		08/09/2022 11:20	08/09/2022 11:45
		26/09/2022 15:15	26/09/2022 15:35
		04/10/2022 20:55	04/10/2022 21:20

		18/10/2022 19:05	18/10/2022 19:30
		22/10/2022 21:00	22/10/2022 21:15
		16/11/2022 09:10	16/11/2022 09:25
		26/11/2022 21:20	26/11/2022 21:45
		09/12/2022 14:05	09/12/2022 14:20
		27/12/2022 22:10	27/12/2022 22:25
		12/01/2023 14:20	12/01/2023 14:45
		01/02/2023 10:10	01/02/2023 10:25
		13/02/2023 11:05	13/02/2023 11:20
		28/02/2023 13:15	28/02/2023 13:40
		30/03/2023 10:15	30/03/2023 10:40
		10/04/2023 13:50	10/04/2023 14:15
		27/05/2023 10:45	27/05/2023 11:00
		28/05/2023 11:30	28/05/2023 12:00
		19/06/2023 08:00	19/06/2023 08:10
		25/06/2023 14:30	25/06/2023 14:45
11.	Pipe Filling	20/02/2021 11:20	20/02/2021 11:40
		03/04/2021 16:20	03/04/2021 16:45
		05/05/2021 08:30	05/05/2021 09:00
		09/06/2021 14:40	09/06/2021 15:10
		27/07/2021 10:20	27/07/2021 10:45
		18/08/2021 14:35	18/08/2021 15:00

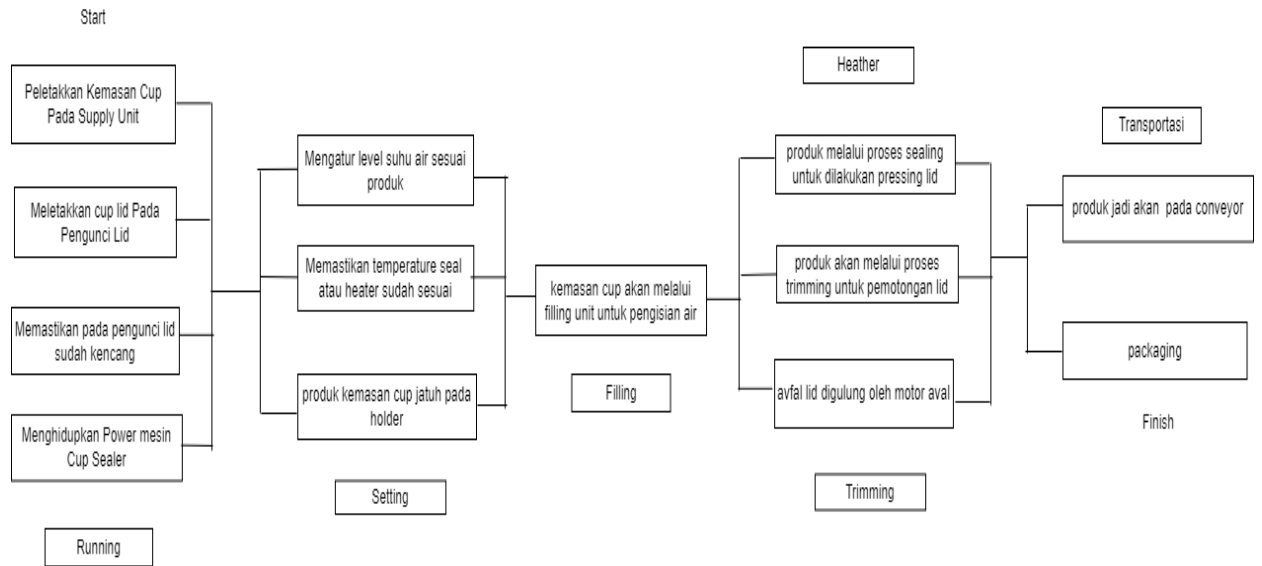


		30/11/2021 08:05	30/11/2021 08:35
		17/09/2022 10:35	17/09/2022 11:00
		21/01/2023 19:55	21/01/2023 20:20
		20/03/2023 11:00	20/03/2023 12:00
		14/05/2023 14:00	14/05/2023 16:00
		28/05/2023 15:00	28/05/2023 16:00
		28/06/2023 11:30	28/06/2023 12:30
12.	Valep	02/04/2023 08.00	02/04/2023 15.00
13.	Servo	03/04/2023 09.00	03/04/2023 15.00
14.	Solenoid	04/03/2021 16:40	04/03/2021 17:00
		24/05/2021 17:40	24/05/2021 18:05
		24/07/2021 17:15	24/07/2021 17:40
		22/09/2021 22:45	22/09/2021 23:10
		01/11/2021 21:00	01/11/2021 21:20
		16/08/2022 13:40	16/08/2022 14:00
		08/06/2023 10:20	08/06/2023 10:45

## 4.2 Pengolahan Data

### 4.2.1 Functional Block Diagram (FBD)

*Functional Block Diagram* (FBD) merupakan hasil dari informasi dan analisis yang bergabung menjadi kesatuan. Fungsinya untuk menggambarkan sebuah *flow process* atau juga sebuah *flow material* fungsi dari mesin *automatic cup sealer* dengan diagram sederhana, yang berisi fungsi – fungsi dari setiap subsistem yang menyusun dari sistem tersebut Berikut merupakan *functional Block Diagram* (FBD)



Gambar 4.1 *Functional Block Diagram*

#### 4.2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Merupakan pendekatan untuk menilai pada suatu mode kegagalan dan efek dari kegagalan pada setiap komponen dari mesin atau sistem dan menganalisis pengaruhnya terhadap reliability sistem tersebut. Berikut merupakan data dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA):

Tabel 4. 2 Tabel *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA)

System :									
No	Equipment	function	Failure mode	Failure cause	Effect of failure	S	O	D	RPN
1.	Solenoid	Untuk Menempatkan material dari <i>cup</i>	Sildise atau silinder terindikasi kebocoran	Penggunaan yang lama, sehingga aus atau keropos	Tidak semua holder yang terisi <i>cup</i>	4	1	7	28
2.	Selang Filling	Untuk Mengisi air ke cup	Valve filling macet	spring didalam valvet filling patah	Volume air kurang dari 220 ml	6	5	5	150
3.	Sensor	Untuk memberikan signal bahwa permukaan air telah mencapai pada level yang ditentukan	Sensor water error	Kabel sensor water terputus	Volume air kurang dari 220 ml	4	4	3	48

<b>System :</b>									
<b>No</b>	<b>Equipment</b>	<b>function</b>	<b>Failure mode</b>	<b>Failure cause</b>	<b>Effect of failure</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>D</b>	<b>RPN</b>
4.	Valep	Untuk meletakkan gulungan lid	Pengunci lid kendur	Kurang kencang dalam mengunci lid	Posisi lid atau gambar printing tidak tepat pada bibir cup	3	4	5	60
5.	Besi Plate	Untuk pressing lid ke cup	Temperatur turun	Kabel pada sildish terputus	Lid lepas dari cup	6	6	4	144
6.	Temperature Plate Cup	Untuk mengatur temperature pemanasan pada lid	Temperatur e overheat	Block sildish terlalu panas	Lid meleleh dan bocor	6	6	4	144
7.	Silindris Knife Cup	Untuk melakukan pemotongan pada cup lid	Cup yang tidak standar	Plastik cup lid terpasang miring	Pisau cup tidak tajam	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>168</b>
8.	Bearing	Untuk menurunkan cup dan sebagai	Sudut bearing tidak sesuai	Sudut bearing tidak ada setting,	Cup roboh	3	3	3	27

System :									
No	Equipment	function	Failure mode	Failure cause	Effect of failure	S	O	D	RPN
		pemisah produk cup		sehingga harus manual					
9.	Motor Mesin	Untuk menggulung avfal lid dari sisa pemotongan	Motor tidak memutar	Kapasitor rusak	Avfal lid menumpuk	4	4	4	64
10.	Chain	Untuk menggerakkan cup supply	Chain tidak berputar	Kurang pelumas	Chain terputus	2	3	5	30
11.	Pipe Filling	Untuk pengisian air	Servo macet	Pipe filling tersumbat	Pipe Filling bocor	3	2	4	24
12.	Temperature Mesin	Untuk mengatur temperature pada mesin	Temperatur e tidak sesuai	Mesin sealer terlalu panas	Mesin sealer error	3	3	4	36
13.	Servo	Untuk mendorong air naik ke pipe filling	Sudut servo tidak sesuai	Sudur servo tidak ada setting	Air tidak sampai ke pipe filling	3	4	4	48

System :									
No	Equipment	function	Failure mode	Failure cause	Effect of failure	S	O	D	RPN
14.	Motor Power	Untuk menghidupkan tombol mesin	Tombol power error	Overheat mesin sealer	Mesin sealer tidak mau nyala	2	2	4	16

#### 4.2.3 Logic Tree Analysis (LTA)

*Logic tree analysis* (LTA) merupakan sebuah informasi nama kegagalan fungsi, dari komponen yang mengalami kegagalan, fungsi dari komponen dan mod kerusakan serta pada analisis kekritisan. Tujuan utama dari LTA yaitu untuk mengklasifikasikan *failure* atau kegagalan untuk mengetahui tingkat prioritas berdasarkan dari kategori.

Tabel 4. 3 *Logic Tree Analysis* (LTA)

No	equipment	function	Failure mode	Critical analysis			
				evident	safety	outage	Category
1.	Solenoid	Untuk Menempatkan material cup	Silinder ada indikasi kebocoran	Y	N	Y	B
2.	Selang Filling	Untuk mengisi air ke cup	Valve filling macet	Y	N	Y	B

No	equipment	function	Failure mode	Critical analysis			
				evident	safety	outage	Category
3.	Sensor	Untuk memberikan signal bahwa	Sensor water level error	Y	N	N	C
4	Valep	Untuk meletakkan gulungan lid	Pengunci lid kendur	Y	N	N	C
5.	Besi Plate	Untuk pressing lid ke cup	Temperatur turun	Y	Y	Y	B
6.	Temperature Place Cup	Untuk mengatur temperature pemanasan	Temperate overheat	Y	N	Y	B
7.	Silindris Knife Cup	untuk pemotongan lid	Cup yang tidak standar	Y	N	N	D
8.	Bearing	Untuk menurunkan cup atau pemisah cup	Sudut discharge tidak sesuai	Y	N	Y	B
9.	Motor Mesin	Untuk menggulung avfal lid sisa pemotongan	Motor avfal tidak berputar	Y	N	Y	C

No	equipment	function	Failure mode	Critical analysis			
				evident	safety	outage	Category
10.	Chain	Untuk menggerakkan cup supply	Chain tidak berputar	Y	N	Y	B
11.	Pipe Filling	Untuk pengisian air	Servo macet	Y	N	Y	B
12.	Temperature Mesin	Untuk mengatur temperature pada mesin	Temperature tidak sesuai	Y	N	Y	B
13.	Servo	Untuk mendorong air naik ke pipe filling	Sudut servo tidak sesuai	Y	N	Y	B
14.	Motor Power	Untuk menghidupkan tombol mesin	Tombol power error	Y	N	Y	B

#### 4.2.4 Task Selection Road Map (Pemilihan Tindakan)

Pemilihan tindakan berdasarkan pada jawaban dari pertanyaan penuntun yang disesuaikan dengan *road map* pemilihan tindakan. Proses ini akan menentukan tindakan yang tepat untuk kegagalan tertentu.



Tabel 4.4 Task Selection Road Map

No	Equipment	Function	Failure Mode	Critically Analysis							Selection Task
				1	2	3	4	5	6	7	
1.	Solenoid	Untuk menempatkan material cup	Silinder ada indikasi kebocoran	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
2.	Selang Filling	Untuk mengisi air ke cup	Valve filling macet	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	TD
3.	Sensor	Untuk memberitahukan signal bahwa permukaan air telah mencapai level tertentu	Sensor water level error	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
4.	Valep	Untuk meletakkan gulungan lid	Pengunci lid kendur	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
5.	Besi Plate	Untuk pressing lid ke cup	Temperature turun	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
6.	Temperature Plate Cup	Untuk mengatur temperature pemanasan pada lid	Temperature overheat	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
7.	Silindris Knife Cup	Untuk pemotongan lid	Cup yang tidak standar	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	FF

No	Equipment	Function	Failure Mode	Critically Analysis							Selection Task
				1	2	3	4	5	6	7	
8.	Bearing	Untuk menurunkan cup atau pemisah cup	Sudut discharge tidak sesuai	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
9	Motor Mesin	Untuk menggulung avfal lid sisa pemotongan	Motor afval tidak berputar	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
10.	Chain	Untuk menggerakkan cup supply	Chain tidak berputar	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	TD
11.	Pipe Filling	Untuk pengisian air	Servo macet	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
12.	Temperature Mesin	Untuk mengatur temperature pada mesin	Temperature tidak sesuai	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
13.	Servo	Untuk mendorong air naik ke pipe filling	Sudut servo tidak sesuai	Y	Y	Y	N	Y	Y	-	CD
14.	Motor Power	Untuk menghidupkan tombol mesin	Tombol power error	N	Y	Y	N	Y	Y	-	CD

#### 4.2.5 Penentuan komponen Kritis

Penentuan komponen kritis diperoleh berdasarkan *failure mode effect* analisis dengan nilai RPN tertinggi yaitu ada pada komponen *silindris knife cup* Sebesar 168 berdasarkan nilai tersebut dapat menggambarkan jika komponen *silindris knife cup*, mengalami kegagalan yang harus ditangani karena akan mengakibatkan mesin tidak dapat berkerja dan dapat membutuhkan waktu yang lama untuk *downtime*.

Tabel 4.5 Penentuan Komponen Kritis

No	Komponen Mesin	Frekuensi kerusakan	Downtime (menit)	% downtime	% downtime Kumulatif
1	Silindris Knife Cup	127	6585	43,526%	43,525%
2	Temperature Plate	43	1615	10,1675%	54,200%
3	Besi Plate	51	1410	9,319%	63,520%
4	Selang Filling	66	1280	8,460%	71,980%
5	Motor Mesin	36	991	6,550%	78,531%
6	Temperature Mesin	20	565	3,734%	82,265%
7	Pipe Filling	13	535	3,536%	85,802%
8	Valep	1	420	2,776%	88,578%
9	Chain	13	400	2,643%	91,222%
10	Bearing	8	380	2,511%	93,733%
11	Servo	1	360	2,379%	96,113%

No	Komponen Mesin	Frekuensi kerusakan	Downtime (menit)	% downtime	% downtime Kumulatif
12	Sensor	11	260	1,718%	97,831%
13	Motor Power	6	168	1,110%	98,942%
14	Solenoid	7	160	1,057%	100,000%
TOTAL		403	15129		

#### 4.2.6 Penentuan Distribusi Data Waktu Kerusakan (Time To Failure)

Selanjutnya saat komponen kritis sudah diketahui maka selanjutnya menentukan jarak antar kerusakan pada komponen Silindris *Knife Cup* Sebagai berikut:

Tabel 4.6 *Time To Failure* Komponen Silindris *Knife Cup*

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	ti
1	04/01/2021 14:05	04/01/2021 14:45	0
2	05/01/2021 10:20	05/01/2021 10:50	1175
3	09/01/2021 08:50	09/01/2021 09:50	5640
4	11/01/2021 21:20	11/01/2021 21:45	3570
5	12/01/2021 19:45	12/01/2021 20:55	1320
6	14/01/2021 20:35	14/01/2021 20:55	2860
7	19/01/2021 17:00	19/01/2021 17:55	6965
8	20/01/2021 07:15	20/01/2021 07:50	800
9	21/01/2021 16:30	21/01/2021 17:30	1960
10	23/01/2021 17:30	23/01/2021 18:00	2880
11	25/01/2021 13:50	25/01/2021 14:45	2630
12	28/01/2021 21:10	28/01/2021 21:35	4705
13	30/01/2021 17:05	30/01/2021 17:55	2610
14	06/02/2021 20:50	06/02/2021 21:20	10255
15	09/02/2021 07:50	09/02/2021 08:40	3510
16	15/02/2021 14:20	15/02/2021 14:45	8980
17	17/02/2021 10:10	17/02/2021 10:55	2605
18	26/02/2021 08:00	26/02/2021 08:20	12785
19	26/02/2021 15:40	26/02/2021 16:30	440

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	ti
20	02/03/2021 10:50	02/03/2021 11:15	5420
21	09/03/2021 07:50	09/03/2021 08:40	9875
22	13/03/2021 17:15	13/03/2021 17:45	6290
23	24/03/2021 07:15	24/03/2021 07:55	15210
24	31/03/2021 07:40	31/03/2021 08:15	10065
25	07/04/2021 20:50	07/04/2021 21:45	10835
26	15/04/2021 16:30	15/04/2021 17:00	11205
27	22/04/2021 13:40	22/04/2021 14:30	9880
28	27/04/2021 11;10	27/04/2021 11:40	7000
29	03/05/2021 09:20	03/05/2021 10:15	8500
30	08/05/2021 22:05	08/05/2021 22:30	7910
31	24/05/2021 07:15	24/05/2021 08:00	22125
32	26/05/2021 14:20	26/05/2021 14:50	3260
33	02/06/2021 08:50	02/06/2021 09:50	9720
34	08/06/2021 19:55	08/06/2021 20:25	9245
35	18/06/2021 08:05	18/06/2021 08:55	13660
36	23/06/2021 10:35	23/06/2021 11:00	7300
37	26/06/2021 16:20	26/06/2021 17:20	4640
38	03/07/2021 15:50	03/07/2021 16:20	9990
39	10/07/2021 21:45	10/07/2021 22:50	10405
40	17/07/2021 22:40	17/07/2021 23:10	10070
41	21/07/2021 14:55	21/07/2021 15:50	5265
42	30/07/2021 11:40	30/07/2021 12:15	12710
43	06/08/2021 10:10	06/08/2021 10:55	9955
44	12/08/2021 13:25	12/08/2021 13:55	8790
45	20/08/2021 12:50	20/08/2021 13:45	11455
46	23/08/2021 08:40	23/08/2021 09:15	4015
47	28/08/2021 09:40	28/08/2021 10:40	7225
48	31/08/2021 10:50	31/08/2021 11:20	4330
49	04/09/2021 20:50	04/09/2021 21:50	6330
50	11/09/2021 14:40	11/09/2021 15:05	9650
51	18/09/2021 09:20	18/09/2021 10:20	9735
52	25/09/2021 21:30	25/09/2021 22:00	10750
53	01/10/2021 13:35	01/10/2021 14:45	8135
54	08/10/2021 13:30	08/10/2021 13:50	10005
55	16/10/2021 07:55	16/10/2021 08:50	11165
56	21/10/2021 09:50	21/10/2021 10:25	7260
57	25/10/2021 21:40	25/10/2021 22:55	6435
58	01/11/2021 14:50	01/11/2021 15:20	9595
59	09/11/2021 11:05	09/11/2021 11:55	11265

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	ti
60	13/11/2021 08:40	13/11/2021 09:10	5565
61	20/11/2021 21:45	20/11/2021 22:45	10835
62	04/12/2021 14:50	04/12/2021 15:15	19685
63	13/12/2021 09:35	13/12/2021 10:40	12620
64	18/12/2021 08:55	18/12/2021 09:30	7095
65	23/12/2021 13:30	23/12/2021 14:30	7440
66	03/01/2022 07:55	03/01/2022 08:30	15445
67	08/01/2022 17:00	08/01/2022 17:50	7710
68	12/01/2022 14:10	12/01/2022 14:35	5540
69	18/01/2022 09:20	18/01/2022 10:15	8325
70	28/01/2022 07:50	28/01/2022 08:30	1425
71	03/02/2022 21:25	03/02/2022 22:15	9415
72	07/02/2022 13:40	07/02/2022 14:10	5245
73	16/02/2022 20:15	16/02/2022 21:15	13325
74	21/02/2022 19:15	21/02/2022 19:40	7080
75	25/02/2022 20:00	25/02/2022 20:55	5780
76	04/03/2022 08:40	04/03/2022 09:10	9345
77	10/03/2022 10:50	10/03/2022 11:50	8740
78	24/03/2022 17:25	24/03/2022 17:50	20495
79	30/03/2022 08:35	30/03/2022 09:40	8085
80	05/04/2022 17:40	05/04/2022 18:15	9120
81	14/04/2022 13:55	14/04/2022 14:50	12700
82	20/04/2022 10:45	20/04/2022 11:15	8395
83	27/04/2022 19:50	27/04/2022 20:55	10595
84	10/05/2022 08:20	10/05/2022 09:00	17965
85	19/05/2022 14:05	19/05/2022 14:55	13265
86	06/06/2022 13:50	06/06/2022 14:15	25855
87	15/06/2022 17:05	15/06/2022 17:50	13130
88	25/06/2022 07:55	25/06/2022 08:30	13805
89	01/07/2022 22:05	01/07/2022 22:55	9455
90	07/07/2022 20:15	07/07/2022 20:50	8480
91	22/07/2022 14:10	22/07/2022 14:55	21200
92	25/07/2022 09:10	25/07/2022 09:30	3975
93	06/08/2022 14:20	06/08/2022 15:25	17570
94	16/08/2022 22:15	16/08/2022 22:40	14810
95	24/08/2022 11:25	24/08/2022 12:20	10845
96	29/08/2022 20:10	29/08/2022 20:35	7670
97	03/09/2022 09:30	03/09/2022 10:40	6535
98	12/09/2022 21:45	12/09/2022 22:05	13625
99	22/09/2022 13:40	22/09/2022 14:50	13895

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	ti
100	30/09/2022 17:00	30/09/2022 17:25	11650
101	04/10/2022 14:50	04/10/2022 15:55	5605
102	10/10/2022 10:00	10/10/2022 10:20	8285
103	15/10/2022 13:25	15/10/2022 14:35	7385
104	27/10/2022 10:30	27/10/2022 11:00	17035
105	05/11/2022 08:50	05/11/2022 09:50	12830
106	11/11/2022 21:15	11/11/2022 21:35	9325
107	21/11/2022 14:05	21/11/2022 14:55	13950
108	30/11/2022 20:30	30/11/2022 21:05	13295
109	08/12/2022 09:35	08/12/2022 10:50	10830
110	14/12/2022 11:10	14/12/2022 11:35	8660
111	17/12/2022 17:50	17/12/2022 18:50	4695
112	27/12/2022 10:50	27/12/2022 11:20	13920
113	04/01/2023 07:50	04/01/2023 08:55	11310
114	16/01/2023 19:15	16/01/2023 19:40	17900
115	26/01/2023 21:40	26/01/2023 22:50	14520
116	01/02/2023 19:50	01/02/2023 20:15	8460
117	10/02/2023 07:30	10/02/2023 08:30	12195
118	23/02/2023 16:40	23/02/2023 17:10	19210
119	04/03/2023 10:35	04/03/2023 11:25	12565
120	12/03/2023 08:00	12/03/2023 14:00	11315
121	16/03/2023 07:25	16/03/2023 07:40	5365
122	26/03/2023 13:00	26/03/2023 13:20	14720
123	09/04/2023 09:00	09/04/2023 15:00	19900
124	28/05/2023 13:00	28/05/2023 15:00	70440
125	01/06/2023 10:00	01/06/2023 15:00	5460
126	11/06/2023 08:00	11/06/2023 10:00	13980
127	17/06/2023 08:00	17/06/2023 11:00	8520

Pada pengujian berikut menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* dimana adanya pemilihan nilai *Index Of fit* terbesar. Ada 4 distribusi untuk menghitung waktu kerusakan yaitu distribusi eksponensial, Log normal, Normal dan Weibull.

#### 1. Distribusi Esponensial

Berikut ini adalah contoh perhitungan distribusi Eksponensial

$$X_i = t_i$$

$$= 440$$

$$\begin{aligned}
 Xi2 &= 440^2 \\
 &= 193600 \\
 F(ti) &= \frac{(i-0,3)}{(n+0,4)} \\
 &= \frac{(i-0,3)}{(126+0,4)} = 0,005537975 \\
 Yi &= \text{Ln} \left[ \frac{1}{\{1-F(ti)\}} \right] \\
 &= \text{Ln} \left[ \frac{1}{\{1-0,005537975\}} \right] = 0,005553366 \\
 Yi2 &= 0,005553366^2 \\
 &= 3,08399E-05 \\
 XiYi &= 440*0,005553366 \\
 &= 2,443481091
 \end{aligned}$$

Tabel dibawah ini adanya perhitungan nilai r pada distribusi Eksponensial.

$$r \text{ eksponensial} = \frac{[n \sum_i^n XiYi - (\sum_i^n Xi) (\sum_i^n Yi)]}{\sqrt{[n \sum_i^n xi^2 - (\sum_i^n xi)^2] - [\sum_i^n yi^2 - (\sum_i^n yi)^2]}}$$

$$\begin{aligned}
 r \text{ (index of fit)} &= \frac{(126*(2,443481091)) - (440*0,005553366)}{\sqrt{((126*193600) - 440^2)*((126*3,08399E-05) - (0,005553366)^2)}} \\
 &= 0,881288922
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 *Time To Failure Distribusi Eksponensial*

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	440	440	193600	0,005537975	0,005553366	3,08399E-05	2,443481091
2	825	825	680625	0,013449367	0,013540629	0,000183349	11,17101895
3	1190	1190	1416100	0,021360759	0,021592202	0,000466223	25,69472075
4	1320	1320	1742400	0,029272152	0,02970913	0,000882632	39,21605159
5	1960	1960	3841600	0,037183544	0,037892482	0,00143584	74,26926417
6	2605	2605	6786025	0,045094937	0,046143354	0,002129209	120,2034362
7	2610	2610	6812100	0,053006329	0,054462869	0,002966204	142,1480885
8	2630	2630	6916900	0,060917722	0,06285218	0,003950397	165,3012337
9	2900	2900	8410000	0,068829114	0,071312467	0,005085468	206,8061556
10	2910	2910	8468100	0,076740506	0,079844942	0,006375215	232,3487824



no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
11	3285	3285	10791225	0,084651899	0,088450848	0,007823552	290,5610341
12	3510	3510	12320100	0,092563291	0,097131458	0,00943452	340,9314161
13	3605	3605	12996025	0,100474684	0,105888081	0,011212286	381,7265318
14	3995	3995	15960025	0,108386076	0,114722061	0,013161151	458,3146324
15	4045	4045	16362025	0,116297468	0,123634776	0,015285558	500,1026675
16	4360	4360	19009600	0,124208861	0,132627642	0,017590091	578,2565191
17	4640	4640	21529600	0,132120253	0,141702114	0,020079489	657,497811
18	4695	4695	22043025	0,140031646	0,150859688	0,022758645	708,2862332
19	4730	4730	22372900	0,147943038	0,160101898	0,025632618	757,2819754
20	5265	5265	27720225	0,15585443	0,169430323	0,028706634	892,0506527
21	5270	5270	27772900	0,163765823	0,178846589	0,031986102	942,5215232
22	5365	5365	28783225	0,171677215	0,188352364	0,035476613	1010,510432
23	5450	5450	29702500	0,179588608	0,197949366	0,039183952	1078,824047
24	5460	5460	29811600	0,1875	0,207639365	0,043114106	1133,710932
25	5570	5570	31024900	0,195411392	0,217424179	0,047273273	1211,052675
26	5590	5590	31248100	0,203322785	0,227305682	0,051667873	1270,638762
27	5605	5605	31416025	0,211234177	0,237285805	0,056304553	1329,986936
28	5640	5640	31809600	0,21914557	0,247366535	0,061190203	1395,147259
29	5780	5780	33408400	0,227056962	0,257549923	0,066331963	1488,638553
30	6290	6290	39564100	0,234968354	0,267838079	0,071737237	1684,701519
31	6330	6330	40068900	0,242879747	0,278233183	0,077413704	1761,21605
32	6435	6435	41409225	0,250791139	0,288737482	0,083369333	1858,025694
33	6535	6535	42706225	0,258702532	0,299353292	0,089612394	1956,273766
34	6965	6965	48511225	0,266613924	0,310083009	0,096151473	2159,728159
35	7030	7030	49420900	0,274525316	0,320929102	0,102995489	2256,13159
36	7115	7115	50623225	0,282436709	0,331894125	0,11015371	2361,426696
37	7135	7135	50908225	0,290348101	0,342980713	0,117635769	2447,167385
38	7225	7225	52200625	0,298259494	0,354191592	0,125451684	2559,034255
39	7285	7285	53071225	0,306170886	0,365529582	0,133611876	2662,883007
40	7315	7315	53509225	0,314082278	0,376997598	0,142127189	2757,737429
41	7385	7385	54538225	0,321993671	0,388598656	0,151008916	2869,801075
42	7440	7440	55353600	0,329905063	0,40033588	0,160268817	2978,498948
43	7700	7700	59290000	0,337816456	0,412212504	0,169919149	3174,036282
44	7710	7710	59444100	0,345727848	0,42423188	0,179972688	3270,827792
45	7930	7930	62884900	0,353639241	0,43639748	0,19044276	3460,632015
46	8085	8085	65367225	0,361550633	0,448712906	0,201343272	3627,843849
47	8135	8135	66178225	0,369462025	0,461181896	0,212688741	3751,714723
48	8325	8325	69305625	0,377373418	0,473808326	0,22449433	3944,454316
49	8325	8325	69305625	0,38528481	0,486596224	0,236775886	4050,913568
50	8425	8425	70980625	0,393196203	0,499549773	0,249549976	4208,70684

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
51	8500	8500	72250000	0,401107595	0,512673321	0,262833934	4357,723231
52	8500	8500	72250000	0,409018987	0,52597139	0,276645903	4470,756811
53	8505	8505	72335025	0,41693038	0,539448683	0,291004881	4588,011045
54	8520	8520	72590400	0,424841772	0,553110097	0,30593078	4712,498028
55	8710	8710	75864100	0,432753165	0,566960734	0,321444474	4938,227994
56	8740	8740	76387600	0,440664557	0,581005909	0,337567866	5077,991643
57	8805	8805	77528025	0,448575949	0,595251164	0,354323948	5241,186499
58	9010	9010	81180100	0,456487342	0,609702282	0,371736873	5493,417565
59	9150	9150	83722500	0,464398734	0,624365302	0,38983203	5712,942511
60	9275	9275	86025625	0,472310127	0,639246529	0,408636125	5929,011555
61	9355	9355	87516025	0,480221519	0,654352556	0,428177268	6121,468163
62	9380	9380	87984400	0,488132911	0,66969028	0,448485071	6281,694828
63	9415	9415	88642225	0,496044304	0,685266919	0,46959075	6451,788044
64	9455	9455	89397025	0,503955696	0,701090034	0,491527236	6628,806272
65	9640	9640	92929600	0,511867089	0,717167551	0,514329296	6913,49519
66	9675	9675	93605625	0,519778481	0,733507784	0,538033669	7096,687807
67	9720	9720	94478400	0,527689873	0,750119461	0,562679206	7291,161164
68	9735	9735	94770225	0,535601266	0,767011755	0,588307032	7466,859434
69	9875	9875	97515625	0,543512658	0,784194308	0,614960713	7743,918793
70	9880	9880	97614400	0,551424051	0,801677271	0,642686447	7920,571437
71	9955	9955	99102025	0,559335443	0,819471335	0,671533269	8157,837138
72	10020	10020	100400400	0,567246835	0,837587772	0,701553276	8392,629478
73	10050	10050	101002500	0,575158228	0,85603848	0,73280188	8603,186726
74	10080	10080	101606400	0,58306962	0,874836026	0,765338073	8818,347144
75	10100	10100	102010000	0,590981013	0,8939937	0,799224736	9029,336372
76	10280	10280	105678400	0,598892405	0,913525571	0,834528969	9391,042871
77	10405	10405	108264025	0,606803797	0,933446549	0,871322459	9712,511338
78	10595	10595	112254025	0,61471519	0,953772452	0,909681889	10105,21912
79	10780	10780	116208400	0,622626582	0,974520084	0,949689394	10505,3265
80	10830	10830	117288900	0,630537975	0,995707317	0,991433061	10783,51024
81	10835	10835	117397225	0,638449367	1,017353184	1,035007501	11023,02175
82	10835	10835	117397225	0,646360759	1,03947798	1,080514471	11262,74391
83	10845	10845	117614025	0,654272152	1,06210338	1,128063589	11518,51115
84	11165	11165	124657225	0,662183544	1,085252561	1,177773122	12116,84485
85	11235	11235	126225225	0,670094937	1,108950353	1,229770885	12459,05721
86	11265	11265	126900225	0,678006329	1,133223389	1,28419525	12765,76148
87	11310	11310	127916100	0,685917722	1,158100294	1,341196291	13098,11433
88	11345	11345	128709025	0,693829114	1,183611882	1,400937086	13428,0768
89	11455	11455	131217025	0,701740506	1,209791387	1,463595201	13858,16034
90	11690	11690	136656100	0,709651899	1,236674727	1,52936438	14456,72755

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
91	12195	12195	148718025	0,717563291	1,264300793	1,598456495	15418,14817
92	12565	12565	157879225	0,725474684	1,292711795	1,671103784	16242,9237
93	12620	12620	159264400	0,733386076	1,321953644	1,747561438	16683,05499
94	12700	12700	161290000	0,741297468	1,352076404	1,828110602	17171,37033
95	12730	12730	162052900	0,749208861	1,383134801	1,913061877	17607,30601
96	12800	12800	163840000	0,757120253	1,415188827	2,002759416	18114,41699
97	12830	12830	164608900	0,765031646	1,448304436	2,097585739	18581,74591
98	13130	13130	172396900	0,772943038	1,482554359	2,197967427	19465,93873
99	13265	13265	175960225	0,780854443	1,518019069	2,304381892	20136,52294
100	13320	13320	177422400	0,788765823	1,554787916	2,417365465	20709,77505
101	13325	13325	177555625	0,796677215	1,59296049	2,537523122	21226,19853
102	13660	13660	186595600	0,804588608	1,632648238	2,665540269	22301,97493
103	13665	13665	186732225	0,8125	1,673976434	2,8021971	22874,88796
104	13830	13830	191268900	0,820411392	1,717086557	2,948386245	23747,30709
105	13895	13895	193071025	0,828322785	1,762139221	3,105134635	24484,92448
106	13945	13945	194463025	0,836234177	1,809317781	3,273630834	25230,93646
107	13950	13950	194602500	0,84414557	1,858832846	3,455259549	25930,7182
108	13980	13980	195440400	0,852056962	1,910927958	3,65164566	26714,77285
109	14285	14285	204061225	0,859968354	1,965886842	3,864711076	28082,69354
110	14520	14520	210830400	0,867879747	2,024042762	4,096749104	29389,10091
111	14720	14720	216678400	0,875791139	2,085790769	4,350523134	30702,84012
112	14850	14850	220522500	0,883702532	2,151603988	4,629399721	31951,31922
113	15210	15210	231344100	0,891613924	2,222055649	4,937531307	33797,46642
114	15485	15485	239785225	0,899525316	2,297849488	5,280112271	35582,19933
115	17075	17075	291555625	0,907436709	2,37986264	5,663746185	40636,15458
116	17570	17570	308704900	0,915348101	2,46920774	6,096986864	43383,98
117	17940	17940	321843600	0,923259494	2,567325596	6,591160717	46057,8212
118	17995	17995	323820025	0,931170886	2,676128456	7,161663513	48156,93157
119	19250	19250	370562500	0,939082278	2,798231153	7,830097585	53865,94969
120	19720	19720	388878400	0,946993671	2,937343955	8,627989512	57924,4228
121	19900	19900	396010000	0,954905063	3,098985307	9,603709932	61669,80761
122	20525	20525	421275625	0,962816456	3,291888973	10,83653301	67566,02117
123	21200	21200	449440000	0,970727848	3,531118662	12,46879901	74859,71564
124	22125	22125	489515625	0,978639241	3,846199709	14,7932522	85097,16856
125	25875	25875	669515625	0,986550633	4,308823231	18,56595763	111490,8011
126	70440	70440	496179360 0	0,994462025	5,196126426	26,99972983	366015,1454
<b>Tot al</b>	<b>12823 80</b>	<b>12823 80</b>	<b>195483817 50</b>	<b>63</b>	<b>124,7742103</b>	<b>239,8870254</b>	<b>2036044,044</b>

## 2. Distribusi Normal

Berikut ini adalah contoh perhitungan distribusi Normal.

$$\begin{aligned} X_i &= t_i \\ &= 440 \\ X_i^2 &= 440^2 \\ &= 193600 \\ F(t_i) &= \frac{(i-0,3)}{(n+0,4)} \\ &= \frac{(1-0,3)}{(126+0,4)} = 0,005537975 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_i &= z_i = \Phi^{-1} [ F(t_i) ] \\ &= z_i = \Phi^{-1} [ 0,005537975 ] = -2,540293451 \\ Y_i^2 &= -2,540293451^2 \\ &= 6,453090819 \\ X_i Y_i &= 440 * -2,540293451 \\ &= -1117,729119 \end{aligned}$$

Tabel dibawah ini adanya perhitungan nilai r pada distribusi Normal

$$r \text{ Normal} = \frac{[n \sum_i^n = X_i Y_i - (\sum_i^n = X_i) (\sum_i^n = Y_i)]}{\sqrt{[n \sum_i^n = x_i^2 - (\sum_i^n = x_i)^2] - [\sum_i^n = y_i^2 - (\sum_i^n = y_i)^2]}}$$

$$\begin{aligned} r \text{ (index of fit)} &= \frac{(126 * (-1117,729119)) - (440 * (-2,540293451))}{\sqrt{((126 * 193600) - 440^2) * ((126 * 6,453090819) - (-2,540293451)^2)}} \\ &= 0,805313684 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 *Time To Failure* Distribusi Normal

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	440	440	193600	0,005537975	-2,540293451	6,453090819	-1117,729119
2	825	825	680625	0,013449367	-2,212984211	4,89729912	-1825,711974
3	1190	1190	1416100	0,021360759	-2,026422385	4,106387681	-2411,442638
4	1320	1320	1742400	0,029272152	-1,891599941	3,578150336	-2496,911922
5	1960	1960	3841600	0,037183544	-1,784348286	3,183898807	-3497,322641

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
6	2605	2605	6786025	0,045094937	-1,694396978	2,870981119	-4413,904127
7	2610	2610	6812100	0,053006329	-1,616377786	2,612677146	-4218,746021
8	2630	2630	6916900	0,060917722	-1,547115309	2,393565779	-4068,913263
9	2900	2900	8410000	0,068829114	-1,484568263	2,203942927	-4305,247962
10	2910	2910	8468100	0,076740506	-1,427343136	2,037308429	-4153,568526
11	3285	3285	10791225	0,084651899	-1,37444428	1,889097078	-4515,049459
12	3510	3510	12320100	0,092563291	-1,325134388	1,755981147	-4651,221702
13	3605	3605	12996025	0,100474684	-1,278851464	1,635461067	-4610,259528
14	3995	3995	15960025	0,108386076	-1,235156804	1,525612331	-4934,451433
15	4045	4045	16362025	0,116297468	-1,193701032	1,424922154	-4828,520674
16	4360	4360	19009600	0,124208861	-1,154201125	1,332180237	-5032,316904
17	4640	4640	21529600	0,132120253	-1,116424418	1,246403481	-5180,209299
18	4695	4695	22043025	0,140031646	-1,080177173	1,166782726	-5071,431829
19	4730	4730	22372900	0,147943038	-1,045296238	1,092644225	-4944,251205
20	5265	5265	27720225	0,15585443	-1,011642827	1,02342121	-5326,299487
21	5270	5270	27772900	0,163765823	-0,979097826	0,958632554	-5159,845545
22	5365	5365	28783225	0,171677215	-0,947558169	0,897866483	-5083,649574
23	5450	5450	29702500	0,179588608	-0,916934021	0,840767999	-4997,290414
24	5460	5460	29811600	0,1875	-0,887146559	0,787029017	-4843,820212
25	5570	5570	31024900	0,195411392	-0,858126194	0,736380565	-4779,762901
26	5590	5590	31248100	0,203322785	-0,829811143	0,688586533	-4638,64429
27	5605	5605	31416025	0,211234177	-0,802146267	0,643438633	-4496,029825
28	5640	5640	31809600	0,21914557	-0,775082115	0,600752285	-4371,463128
29	5780	5780	33408400	0,227056962	-0,748574139	0,560363242	-4326,758523
30	6290	6290	39564100	0,234968354	-0,722582035	0,522124797	-4545,040998
31	6330	6330	40068900	0,242879747	-0,697069191	0,485905458	-4412,447981
32	6435	6435	41409225	0,250791139	-0,672002227	0,451586993	-4324,334332
33	6535	6535	42706225	0,258702532	-0,647350595	0,419062793	-4230,436137
34	6965	6965	48511225	0,266613924	-0,623086245	0,388236469	-4339,795697
35	7030	7030	49420900	0,274525316	-0,599183337	0,359020672	-4212,258862
36	7115	7115	50623225	0,282436709	-0,575617991	0,331336072	-4095,522007
37	7135	7135	50908225	0,290348101	-0,55236807	0,305110484	-3941,146177
38	7225	7225	52200625	0,298259494	-0,529412992	0,280278116	-3825,008869
39	7285	7285	53071225	0,306170886	-0,506733571	0,256778912	-3691,554063
40	7315	7315	53509225	0,314082278	-0,484311865	0,234557982	-3542,741289
41	7385	7385	54538225	0,321993671	-0,462131054	0,213565111	-3412,837836
42	7440	7440	55353600	0,329905063	-0,440175329	0,19375432	-3274,904449
43	7700	7700	59290000	0,337816456	-0,418429788	0,175083487	-3221,909366
44	7710	7710	59444100	0,345727848	-0,396880349	0,157514011	-3059,947488
45	7930	7930	62884900	0,353639241	-0,375513671	0,141010517	-2977,823412

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
46	8085	8085	65367225	0,361550633	-0,354317084	0,125540596	-2864,653626
47	8135	8135	66178225	0,369462025	-0,333278522	0,111074573	-2711,220775
48	8325	8325	69305625	0,377373418	-0,312386465	0,097585304	-2600,617321
49	8325	8325	69305625	0,38528481	-0,291629889	0,085047992	-2427,818825
50	8425	8425	70980625	0,393196203	-0,270998215	0,073440033	-2283,159962
51	8500	8500	72250000	0,401107595	-0,250481267	0,062740865	-2129,090769
52	8500	8500	72250000	0,409018987	-0,23006923	0,05293185	-1955,588453
53	8505	8505	72335025	0,41693038	-0,209752613	0,043996159	-1783,945975
54	8520	8520	72590400	0,424841772	-0,189522217	0,035918671	-1614,729285
55	8710	8710	75864100	0,432753165	-0,169369097	0,028685891	-1475,204837
56	8740	8740	76387600	0,440664557	-0,14928454	0,022285874	-1304,746879
57	8805	8805	77528025	0,448575949	-0,129260028	0,016708155	-1138,13455
58	9010	9010	81180100	0,456487342	-0,109287219	0,011943696	-984,6778442
59	9150	9150	83722500	0,464398734	-0,089357915	0,007984837	-817,6249249
60	9275	9275	86025625	0,472310127	-0,069464043	0,004825253	-644,2789971
61	9355	9355	87516025	0,480221519	-0,049597627	0,002459925	-463,9857972
62	9380	9380	87984400	0,488132911	-0,029750768	0,000885108	-279,0622042
63	9415	9415	88642225	0,496044304	-0,009915622	9,83196E-05	-93,35558516
64	9455	9455	89397025	0,503955696	0,009915622	9,83196E-05	93,75221006
65	9640	9640	92929600	0,511867089	0,029750768	0,000885108	286,7974038
66	9675	9675	93605625	0,519778481	0,049597627	0,002459925	479,8570377
67	9720	9720	94478400	0,527689873	0,069464043	0,004825253	675,1904962
68	9735	9735	94770225	0,535601266	0,089357915	0,007984837	869,8993054
69	9875	9875	97515625	0,543512658	0,109287219	0,011943696	1079,211289
70	9880	9880	97614400	0,551424051	0,129260028	0,016708155	1277,089081
71	9955	9955	99102025	0,559335443	0,14928454	0,022285874	1486,127595
72	10020	10020	100400400	0,567246835	0,169369097	0,028685891	1697,078355
73	10050	10050	101002500	0,575158228	0,189522217	0,035918671	1904,698277
74	10080	10080	101606400	0,58306962	0,209752613	0,043996159	2114,30634
75	10100	10100	102010000	0,590981013	0,23006923	0,05293185	2323,69922
76	10280	10280	105678400	0,598892405	0,250481267	0,062740865	2574,947424
77	10405	10405	108264025	0,606803797	0,270998215	0,073440033	2819,736428
78	10595	10595	112254025	0,61471519	0,291629889	0,085047992	3089,818673
79	10780	10780	116208400	0,622626582	0,312386465	0,097585304	3367,526093
80	10830	10830	117288900	0,630537975	0,333278522	0,111074573	3609,406391
81	10835	10835	117397225	0,638449367	0,354317084	0,125540596	3839,025607
82	10835	10835	117397225	0,646360759	0,375513671	0,141010517	4068,690627
83	10845	10845	117614025	0,654272152	0,396880349	0,157514011	4304,167381
84	11165	11165	124657225	0,662183544	0,418429788	0,175083487	4671,76858
85	11235	11235	126225225	0,670094937	0,440175329	0,19375432	4945,369824

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
86	11265	11265	126900225	0,678006329	0,462131054	0,213565111	5205,906326
87	11310	11310	127916100	0,685917722	0,484311865	0,234557982	5477,567188
88	11345	11345	128709025	0,693829114	0,506733571	0,256778912	5748,89236
89	11455	11455	131217025	0,701740506	0,529412992	0,280278116	6064,425827
90	11690	11690	136656100	0,709651899	0,55236807	0,305110484	6457,182734
91	12195	12195	148718025	0,717563291	0,575617991	0,331336072	7019,661402
92	12565	12565	157879225	0,725474684	0,599183337	0,359020672	7528,738635
93	12620	12620	159264400	0,733386076	0,623086245	0,388236469	7863,348414
94	12700	12700	161290000	0,741297468	0,647350595	0,419062793	8221,352555
95	12730	12730	162052900	0,749208861	0,672002227	0,451586993	8554,588351
96	12800	12800	163840000	0,757120253	0,697069191	0,485905458	8922,485649
97	12830	12830	164608900	0,765031646	0,722582035	0,522124797	9270,727505
98	13130	13130	172396900	0,772943038	0,748574139	0,560363242	9828,778445
99	13265	13265	175960225	0,780854443	0,775082115	0,600752285	10281,46425
100	13320	13320	177422400	0,788765823	0,802146267	0,643438633	10684,58827
101	13325	13325	177555625	0,796677215	0,829811143	0,688586533	11057,23348
102	13660	13660	186595600	0,804588608	0,858126194	0,736380565	11722,00381
103	13665	13665	186732225	0,8125	0,887146559	0,787029017	12122,85773
104	13830	13830	191268900	0,820411392	0,916934021	0,840767999	12681,19751
105	13895	13895	193071025	0,828322785	0,947558169	0,897866483	13166,32075
106	13945	13945	194463025	0,836234177	0,979097826	0,958632554	13653,51919
107	13950	13950	194602500	0,84414557	1,011642827	1,02342121	14112,41744
108	13980	13980	195440400	0,852056962	1,045296238	1,092644225	14613,2414
109	14285	14285	204061225	0,859968354	1,080177173	1,166782726	15430,33092
110	14520	14520	210830400	0,867879747	1,116424418	1,246403481	16210,48255
111	14720	14720	216678400	0,875791139	1,154201125	1,332180237	16989,84056
112	14850	14850	220522500	0,883702532	1,193701032	1,424922154	17726,46032
113	15210	15210	231344100	0,891613924	1,235156804	1,525612331	18786,73499
114	15485	15485	239785225	0,899525316	1,278851464	1,635461067	19803,01492
115	17075	17075	291555625	0,907436709	1,325134388	1,755981147	22626,66968
116	17570	17570	308704900	0,915348101	1,37444428	1,889097078	24148,98599
117	17940	17940	321843600	0,923259494	1,427343136	2,037308429	25606,53586
118	17995	17995	323820025	0,931170886	1,484568263	2,203942927	26714,80589
119	19250	19250	370562500	0,939082278	1,547115309	2,393565779	29781,9697
120	19720	19720	388878400	0,946993671	1,616377786	2,612677146	31874,96994
121	19900	19900	396010000	0,954905063	1,694396978	2,870981119	33718,49986
122	20525	20525	421275625	0,962816456	1,784348286	3,183898807	36623,74857
123	21200	21200	449440000	0,970727848	1,891599941	3,578150336	40101,91875
124	22125	22125	489515625	0,978639241	2,026422385	4,106387681	44834,59526
125	25875	25875	669515625	0,986550633	2,212984211	4,89729912	57260,96647

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
126	70440	70440	4961793600	0,994462025	2,540293451	6,453090819	178938,2707
<b>Total</b>	<b>1282380</b>	<b>1282380</b>	<b>19548381750</b>	<b>63</b>	<b>-1,28786E-14</b>	<b>121,6854088</b>	<b>716035,0841</b>

### 3. Distribusi Log Normal

Berikut ini adalah contoh perhitungan distribusi Log Normal

$$\begin{aligned} X_i &= \ln t_i \\ &= \ln(440) = 6,08677447 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_i^2 &= 6,08677447^2 \\ &= 37,04883 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(t_i) &= \frac{(i-0,3)}{(n+0,4)} \\ &= \frac{(1-0,3)}{(126+0,4)} = 0,005537975 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_i &= z_i = \Phi^{-1} [ F(t_i) ] \\ &= z_i = \Phi^{-1} [ 0,005537975 ] = -2,540293451 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_i^2 &= -2,540293451^2 \\ &= 6,453090819 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_i Y_i &= 6,08677447 * -2,540293451 \\ &= -15,46219 \end{aligned}$$

Tabel dibawah ini adanya perhitungan nilai r pada distribusi Log Normal

$$r \text{ Log Normal} = \frac{[n \sum_i^n X_i Y_i - (\sum_i^n X_i) (\sum_i^n Y_i)]}{\sqrt{[n \sum_i^n X_i^2 - (\sum_i^n X_i)^2] - [\sum_i^n Y_i^2 - (\sum_i^n Y_i)^2]}}$$

r (index of fit) =

$$\begin{aligned} &\frac{(126 * (-15,46219)) - (440 * (-2,540293451))}{\sqrt{((126 * 37,04883) - 6,08677447^2) * ((126 * 6,453090819) - (-2,540293451)^2)}} \\ &= 0,945968453 \end{aligned}$$

Tabel 4. 9 *Time To Failure* Distribusi Log Normal



no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	440	6,0867747	37,04883	0,005537975	-2,540293451	6,453091	-15,46219
2	825	6,7153834	45,09637	0,013449367	-2,212984211	4,897299	-14,86104
3	1190	7,0817086	50,1506	0,021360759	-2,026422385	4,106388	-14,35053
4	1320	7,185387	51,62979	0,029272152	-1,891599941	3,57815	-13,59188
5	1960	7,5806998	57,46701	0,037183544	-1,784348286	3,183899	-13,52661
6	2605	7,865188	61,86118	0,045094937	-1,694396978	2,870981	-13,32675
7	2610	7,8671055	61,89135	0,053006329	-1,616377786	2,612677	-12,71621
8	2630	7,8747391	62,01152	0,060917722	-1,547115309	2,393566	-12,18313
9	2900	7,972466	63,56021	0,068829114	-1,484568263	2,203943	-11,83567
10	2910	7,9759084	63,61511	0,076740506	-1,427343136	2,037308	-11,38436
11	3285	8,0971219	65,56338	0,084651899	-1,37444428	1,889097	-11,12904
12	3510	8,1633713	66,64063	0,092563291	-1,325134388	1,755981	-10,81756
13	3605	8,190077	67,07736	0,100474684	-1,278851464	1,635461	-10,47389
14	3995	8,2927989	68,77051	0,108386076	-1,235156804	1,525612	-10,24291
15	4045	8,3052368	68,97696	0,116297468	-1,193701032	1,424922	-9,91397
16	4360	8,3802273	70,22821	0,124208861	-1,154201125	1,33218	-9,672468
17	4640	8,4424696	71,27529	0,132120253	-1,116424418	1,246403	-9,425379
18	4695	8,4542534	71,4744	0,140031646	-1,080177173	1,166783	-9,132092
19	4730	8,4616805	71,60004	0,147943038	-1,045296238	1,092644	-8,844963
20	5265	8,5688364	73,42496	0,15585443	-1,011642827	1,023421	-8,668602
21	5270	8,5697856	73,44123	0,163765823	-0,979097826	0,958633	-8,390658
22	5365	8,5876517	73,74776	0,171677215	-0,947558169	0,897866	-8,137299
23	5450	8,6033709	74,01799	0,179588608	-0,916934021	0,840768	-7,888723
24	5460	8,6052041	74,04954	0,1875	-0,887146559	0,787029	-7,634077
25	5570	8,6251503	74,39322	0,195411392	-0,858126194	0,736381	-7,401467
26	5590	8,6287346	74,45506	0,203322785	-0,829811143	0,688587	-7,16022
27	5605	8,6314143	74,50131	0,211234177	-0,802146267	0,643439	-6,923657
28	5640	8,6376393	74,60881	0,21914557	-0,775082115	0,600752	-6,69488
29	5780	8,662159	75,033	0,227056962	-0,748574139	0,560363	-6,484268
30	6290	8,7467163	76,50505	0,234968354	-0,722582035	0,522125	-6,32022
31	6330	8,7530555	76,61598	0,242879747	-0,697069191	0,485905	-6,101485
32	6435	8,7695071	76,90426	0,250791139	-0,672002227	0,451587	-5,893128
33	6535	8,7849276	77,17495	0,258702532	-0,647350595	0,419063	-5,686928
34	6965	8,8486529	78,29866	0,266613924	-0,623086245	0,388236	-5,513474
35	7030	8,857942	78,46314	0,274525316	-0,599183337	0,359021	-5,307531
36	7115	8,8699605	78,6762	0,282436709	-0,575617991	0,331336	-5,105709
37	7135	8,8727675	78,726	0,290348101	-0,55236807	0,30511	-4,901033
38	7225	8,8853025	78,9486	0,298259494	-0,529412992	0,280278	-4,703995
39	7285	8,8935727	79,09564	0,306170886	-0,506733571	0,256779	-4,506672

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
40	7315	8,8976823	79,16875	0,314082278	-0,484311865	0,234558	-4,309253
41	7385	8,9072062	79,33832	0,321993671	-0,462131054	0,213565	-4,116297
42	7440	8,9146261	79,47056	0,329905063	-0,440175329	0,193754	-3,923998
43	7700	8,9489756	80,08416	0,337816456	-0,418429788	0,175083	-3,744518
44	7710	8,9502735	80,1074	0,345727848	-0,396880349	0,157514	-3,552188
45	7930	8,9784083	80,61182	0,353639241	-0,375513671	0,141011	-3,371515
46	8085	8,9977658	80,95979	0,361550633	-0,354317084	0,125541	-3,188062
47	8135	9,003931	81,07077	0,369462025	-0,333278522	0,111075	-3,000817
48	8325	9,0270183	81,48706	0,377373418	-0,312386465	0,097585	-2,819918
49	8325	9,0270183	81,48706	0,38528481	-0,291629889	0,085048	-2,632548
50	8425	9,0389588	81,70278	0,393196203	-0,270998215	0,07344	-2,449542
51	8500	9,0478214	81,86307	0,401107595	-0,250481267	0,062741	-2,26631
52	8500	9,0478214	81,86307	0,409018987	-0,23006923	0,052932	-2,081625
53	8505	9,0484095	81,87371	0,41693038	-0,209752613	0,043996	-1,897928
54	8520	9,0501716	81,90561	0,424841772	-0,189522217	0,035919	-1,715209
55	8710	9,0722271	82,3053	0,432753165	-0,169369097	0,028686	-1,536555
56	8740	9,0756655	82,3677	0,440664557	-0,14928454	0,022286	-1,354857
57	8805	9,083075	82,50225	0,448575949	-0,129260028	0,016708	-1,174079
58	9010	9,1060904	82,92088	0,456487342	-0,109287219	0,011944	-0,995179
59	9150	9,1215092	83,20193	0,464398734	-0,089357915	0,007985	-0,815079
60	9275	9,1350779	83,44965	0,472310127	-0,069464043	0,004825	-0,634559
61	9355	9,1436662	83,60663	0,480221519	-0,049597627	0,00246	-0,453504
62	9380	9,146335	83,65544	0,488132911	-0,029750768	0,000885	-0,27211
63	9415	9,1500594	83,72359	0,496044304	-0,009915622	9,83E-05	-0,090729
64	9455	9,154299	83,80119	0,503955696	0,009915622	9,83E-05	0,0907706
65	9640	9,1736764	84,15634	0,511867089	0,029750768	0,000885	0,2729239
66	9675	9,1773005	84,22284	0,519778481	0,049597627	0,00246	0,4551723
67	9720	9,1819409	84,30804	0,527689873	0,069464043	0,004825	0,6378147
68	9735	9,1834829	84,33636	0,535601266	0,089357915	0,007985	0,8206169
69	9875	9,1977616	84,59882	0,543512658	0,109287219	0,011944	1,0051978
70	9880	9,1982678	84,60813	0,551424051	0,129260028	0,016708	1,1889684
71	9955	9,2058302	84,74731	0,559335443	0,14928454	0,022286	1,3742881
72	10020	9,2123384	84,86718	0,567246835	0,169369097	0,028686	1,5602854
73	10050	9,2153279	84,92227	0,575158228	0,189522217	0,035919	1,7465094
74	10080	9,2183085	84,97721	0,58306962	0,209752613	0,043996	1,9335643
75	10100	9,2202907	85,01376	0,590981013	0,23006923	0,052932	2,1213052
76	10280	9,2379555	85,33982	0,598892405	0,250481267	0,062741	2,3139348
77	10405	9,2500417	85,56327	0,606803797	0,270998215	0,07344	2,5067448
78	10595	9,2681375	85,89837	0,61471519	0,291629889	0,085048	2,7028659
79	10780	9,2854478	86,21954	0,622626582	0,312386465	0,097585	2,9006482

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
80	10830	9,2900753	86,3055	0,630537975	0,333278522	0,111075	3,0961826
81	10835	9,2905369	86,31408	0,638449367	0,354317084	0,125541	3,291796
82	10835	9,2905369	86,31408	0,646360759	0,375513671	0,141011	3,4887236
83	10845	9,2914594	86,33122	0,654272152	0,396880349	0,157514	3,6875977
84	11165	9,3205392	86,87245	0,662183544	0,418429788	0,175083	3,8999912
85	11235	9,3267892	86,989	0,670094937	0,440175329	0,193754	4,1054225
86	11265	9,3294559	87,03875	0,678006329	0,462131054	0,213565	4,3114313
87	11310	9,3334426	87,11315	0,685917722	0,484311865	0,234558	4,520297
88	11345	9,3365324	87,17084	0,693829114	0,506733571	0,256779	4,7311344
89	11455	9,3461816	87,35111	0,701740506	0,529412992	0,280278	4,94799
90	11690	9,3664891	87,73112	0,709651899	0,55236807	0,30511	5,1737495
91	12195	9,4087813	88,52517	0,717563291	0,575617991	0,331336	5,4158638
92	12565	9,4386704	89,0885	0,725474684	0,599183337	0,359021	5,6554941
93	12620	9,4430381	89,17097	0,733386076	0,623086245	0,388236	5,8838272
94	12700	9,4493573	89,29035	0,741297468	0,647350595	0,419063	6,1170471
95	12730	9,4517167	89,33495	0,749208861	0,672002227	0,451587	6,3515747
96	12800	9,4572004	89,43864	0,757120253	0,697069191	0,485905	6,5923231
97	12830	9,4595415	89,48292	0,765031646	0,722582035	0,522125	6,8352947
98	13130	9,482655	89,92075	0,772943038	0,748574139	0,560363	7,0984703
99	13265	9,4928843	90,11485	0,78085443	0,775082115	0,600752	7,3577648
100	13320	9,4970219	90,19343	0,788765823	0,802146267	0,643439	7,6180007
101	13325	9,4973972	90,20055	0,796677215	0,829811143	0,688587	7,8810461
102	13660	9,5222271	90,67281	0,804588608	0,858126194	0,736381	8,1712725
103	13665	9,5225931	90,67978	0,8125	0,887146559	0,787029	8,4479357
104	13830	9,5345954	90,90851	0,820411392	0,916934021	0,840768	8,7425949
105	13895	9,5392843	90,99795	0,828322785	0,947558169	0,897866	9,0390268
106	13945	9,5428763	91,06649	0,836234177	0,979097826	0,958633	9,3434094
107	13950	9,5432348	91,07333	0,84414557	1,011642827	1,023421	9,654345
108	13980	9,545383	91,11434	0,852056962	1,045296238	1,092644	9,977753
109	14285	9,5669653	91,52683	0,859968354	1,080177173	1,166783	10,334018
110	14520	9,5832823	91,8393	0,867879747	1,116424418	1,246403	10,69901
111	14720	9,5969624	92,10169	0,875791139	1,154201125	1,33218	11,076825
112	14850	9,6057551	92,27053	0,883702532	1,193701032	1,424922	11,4664
113	15210	9,6297084	92,73128	0,891613924	1,235156804	1,525612	11,8942
114	15485	9,6476271	93,07671	0,899525316	1,278851464	1,635461	12,337882
115	17075	9,7453707	94,97225	0,907436709	1,325134388	1,755981	12,913926
116	17570	9,7739482	95,53006	0,915348101	1,374444428	1,889097	13,433747
117	17940	9,7947881	95,93787	0,923259494	1,427343136	2,037308	13,980524
118	17995	9,7978492	95,99785	0,931170886	1,484568263	2,203943	14,545576
119	19250	9,8652663	97,32348	0,939082278	1,547115309	2,393566	15,262705

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
120	19720	9,8893886	97,80001	0,946993671	1,616377786	2,612677	15,984988
121	19900	9,898475	97,97981	0,954905063	1,694396978	2,870981	16,771946
122	20525	9,9293989	98,59296	0,962816456	1,784348286	3,183899	17,717506
123	21200	9,9617565	99,23659	0,970727848	1,891599941	3,57815	18,843658
124	22125	10,004463	100,0893	0,978639241	2,026422385	4,106388	20,273269
125	25875	10,161033	103,2466	0,986550633	2,212984211	4,897299	22,486205
126	70440	11,162517	124,6018	0,994462025	2,540293451	6,453091	28,356068
<b>Total</b>	<b>1282380</b>	<b>1138,6602</b>	<b>10346,99</b>	<b>63</b>	<b>-1,28786E-14</b>	<b>121,6854</b>	<b>78,736364</b>

#### 4. Distribusi Weibull

Berikut ini adalah contoh perhitungan distribusi Weibull

$$\begin{aligned} X_i &= \ln t_i \\ &= \ln(440) = 6,086775 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_i^2 &= 6,086775^2 \\ &= 37,04883 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F(t_i) &= \frac{(i-0,3)}{(n+0,4)} \\ &= \frac{(i-0,3)}{(126+0,4)} = 0,005537975 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_i &= \ln |\ln| \frac{1}{\{1-F(t_i)\}} \\ &= \ln |\ln| \frac{1}{\{1-0,005537975\}} = -5,193351028 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_i^2 &= -5,193351028^2 \\ &= 26,9708949 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_i Y_i &= 6,086775 * -5,193351028 \\ &= -31,6108 \end{aligned}$$

Tabel dibawah ini adanya perhitungan nilai r pada distribusi Weibull

$$r \text{ Weibull} = \frac{[n \sum_i^n X_i Y_i - (\sum_i^n X_i) (\sum_i^n Y_i)]}{\sqrt{[n \sum_i^n x_i^2 - (\sum_i^n x_i)^2] - [\sum_i^n y_i^2 - (\sum_i^n y_i)^2]}}$$

$$r \text{ (index of fit)} = \frac{(126 * (-31,6108)) - (6,086775 * (-5,193351028))}{\sqrt{((126 * 37,04883) - (6,086775^2)) * ((126 * 26,9708949) - (-5,193351028)^2)}}$$

$$= 0,981011499$$

Tabel 4.10 *Time To Failure* Distribusi Weibull

no	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	440	6,086775	37,04883	0,005537975	-5,193351028	26,9708949	-31,6108
2	825	6,715383	45,09637	0,013449367	-4,302060556	18,50772502	-28,89
3	1190	7,081709	50,1506	0,021360759	-3,835423033	14,71046985	-27,1613
4	1320	7,185387	51,62979	0,029272152	-3,516300873	12,36437183	-25,266
5	1960	7,5807	57,46701	0,037183544	-3,273002558	10,71254575	-24,8116
6	2605	7,865188	61,86118	0,045094937	-3,076002346	9,46179043	-24,1933
7	2610	7,867106	61,89135	0,053006329	-2,91023611	8,469474213	-22,8951
8	2630	7,874739	62,01152	0,060917722	-2,766969657	7,656121084	-21,7892
9	2900	7,972466	63,56021	0,068829114	-2,640684108	6,973212557	-21,0528
10	2910	7,975908	63,61511	0,076740506	-2,527668745	6,389109284	-20,1605
11	3285	8,097122	65,56338	0,084651899	-2,425308277	5,882120236	-19,638
12	3510	8,163371	66,64063	0,092563291	-2,331689985	5,436778187	-19,0345
13	3605	8,190077	67,07736	0,100474684	-2,245372583	5,041698035	-18,3898
14	3995	8,292799	68,77051	0,108386076	-2,16524294	4,688276988	-17,9559
15	4045	8,305237	68,97696	0,116297468	-2,090423417	4,369870063	-17,3615
16	4360	8,380227	70,22821	0,124208861	-2,020209761	4,08124748	-16,9298
17	4640	8,44247	71,27529	0,132120253	-1,954028211	3,818226247	-16,4968
18	4695	8,454253	71,4744	0,140031646	-1,891405095	3,577413235	-15,9904
19	4730	8,46168	71,60004	0,147943038	-1,831944807	3,356021775	-15,5013
20	5265	8,568836	73,42496	0,15585443	-1,775313508	3,151738052	-15,2124
21	5270	8,569786	73,44123	0,163765823	-1,721226886	2,962621994	-14,7505
22	5365	8,587652	73,74776	0,171677215	-1,669440795	2,787032567	-14,3366
23	5450	8,603371	74,01799	0,179588608	-1,619744006	2,623570644	-13,9353
24	5460	8,605204	74,04954	0,1875	-1,571952527	2,471034748	-13,527
25	5570	8,62515	74,39322	0,195411392	-1,525905093	2,328386353	-13,1612
26	5590	8,628735	74,45506	0,203322785	-1,481459551	2,1947224	-12,7831
27	5605	8,631414	74,50131	0,211234177	-1,438489937	2,069253299	-12,4162
28	5640	8,637639	74,60881	0,21914557	-1,396884094	1,951285172	-12,0658
29	5780	8,662159	75,033	0,227056962	-1,356541703	1,840205393	-11,7506
30	6290	8,746716	76,50505	0,234968354	-1,317372663	1,735470733	-11,5227
31	6330	8,753056	76,61598	0,242879747	-1,279295728	1,63659756	-11,1977
32	6435	8,769507	76,90426	0,250791139	-1,242237372	1,543153689	-10,8938
33	6535	8,784928	77,17495	0,258702532	-1,206130823	1,454751562	-10,5958
34	6965	8,848653	78,29866	0,266613924	-1,170915246	1,371042513	-10,361

no	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
35	7030	8,857942	78,46314	0,274525316	-1,136535045	1,291711908	-10,0674
36	7115	8,869961	78,6762	0,282436709	-1,102939263	1,216475017	-9,78303
37	7135	8,872768	78,726	0,290348101	-1,070081065	1,145073485	-9,49458
38	7225	8,885303	78,9486	0,298259494	-1,037917291	1,077272303	-9,22221
39	7285	8,893573	79,09564	0,306170886	-1,006408066	1,012857196	-8,95056
40	7315	8,897682	79,16875	0,314082278	-0,975516463	0,95163237	-8,67984
41	7385	8,907206	79,33832	0,321993671	-0,9452082	0,893418542	-8,41916
42	7440	8,914626	79,47056	0,329905063	-0,915451384	0,838051237	-8,16091
43	7700	8,948976	80,08416	0,337816456	-0,886216276	0,785379287	-7,93073
44	7710	8,950273	80,1074	0,345727848	-0,857475087	0,735263525	-7,67464
45	7930	8,978408	80,61182	0,353639241	-0,8292018	0,687575625	-7,44491
46	8085	8,997766	80,95979	0,361550633	-0,801372002	0,642197086	-7,21056
47	8135	9,003931	81,07077	0,369462025	-0,773962746	0,599018332	-6,96871
48	8325	9,027018	81,48706	0,377373418	-0,746952414	0,557937909	-6,74275
49	8325	9,027018	81,48706	0,38528481	-0,720320608	0,518861778	-6,50235
50	8425	9,038959	81,70278	0,393196203	-0,69404804	0,481702681	-6,27347
51	8500	9,047821	81,86307	0,401107595	-0,668116437	0,446379574	-6,045
52	8500	9,047821	81,86307	0,409018987	-0,64250846	0,412817121	-5,8133
53	8505	9,04841	81,87371	0,41693038	-0,617207619	0,380945245	-5,58475
54	8520	9,050172	81,90561	0,424841772	-0,592198207	0,350698716	-5,3595
55	8710	9,072227	82,3053	0,432753165	-0,56746523	0,322016787	-5,14817
56	8740	9,075665	82,3677	0,440664557	-0,542994352	0,294842866	-4,92804
57	8805	9,083075	82,50225	0,448575949	-0,518771838	0,26912422	-4,71204
58	9010	9,10609	82,92088	0,456487342	-0,494784502	0,244811704	-4,50555
59	9150	9,121509	83,20193	0,464398734	-0,471019662	0,221859522	-4,29641
60	9275	9,135078	83,44965	0,472310127	-0,447465095	0,200225011	-4,08763
61	9355	9,143666	83,60663	0,480221519	-0,424108996	0,17986844	-3,87791
62	9380	9,146335	83,65544	0,488132911	-0,400939942	0,160752837	-3,66713
63	9415	9,150059	83,72359	0,496044304	-0,377946854	0,142843824	-3,45824
64	9455	9,154299	83,80119	0,503955696	-0,355118964	0,126109478	-3,25087
65	9640	9,173676	84,15634	0,511867089	-0,332445783	0,110520198	-3,04975
66	9675	9,177301	84,22284	0,519778481	-0,30991707	0,09604859	-2,8442
67	9720	9,181941	84,30804	0,527689873	-0,287522803	0,082669362	-2,64002
68	9735	9,183483	84,33636	0,535601266	-0,265253152	0,070359235	-2,43595
69	9875	9,197762	84,59882	0,543512658	-0,243098447	0,059096855	-2,23596
70	9880	9,198268	84,60813	0,551424051	-0,221049157	0,04886273	-2,03327
71	9955	9,20583	84,74731	0,559335443	-0,19909586	0,039639162	-1,83284
72	10020	9,212338	84,86718	0,567246835	-0,177229218	0,031410196	-1,6327
73	10050	9,215328	84,92227	0,575158228	-0,15543995	0,024161578	-1,43243
74	10080	9,218309	84,97721	0,58306962	-0,133718809	0,01788072	-1,23266

no	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
75	10100	9,220291	85,01376	0,590981013	-0,112056551	0,012556671	-1,03319
76	10280	9,237956	85,33982	0,598892405	-0,090443911	0,008180101	-0,83552
77	10405	9,250042	85,56327	0,606803797	-0,068871577	0,004743294	-0,63706
78	10595	9,268137	85,89837	0,61471519	-0,047330156	0,002240144	-0,43866
79	10780	9,285448	86,21954	0,622626582	-0,025810151	0,000666164	-0,23966
80	10830	9,290075	86,3055	0,630537975	-0,004301923	1,85065E-05	-0,03997
81	10835	9,290537	86,31408	0,638449367	0,017204337	0,000295989	0,159838
82	10835	9,290537	86,31408	0,646360759	0,038718645	0,001499133	0,359717
83	10845	9,291459	86,33122	0,654272152	0,060251262	0,003630215	0,559822
84	11165	9,320539	86,87245	0,662183544	0,081812735	0,006693324	0,762539
85	11235	9,326789	86,989	0,670094937	0,10341394	0,010694443	0,96452
86	11265	9,329456	87,03875	0,678006329	0,125066129	0,015641537	1,166799
87	11310	9,333443	87,11315	0,685917722	0,146780985	0,021544658	1,369972
88	11345	9,336532	87,17084	0,693829114	0,16857068	0,028416074	1,573866
89	11455	9,346182	87,35111	0,701740506	0,190447938	0,036270417	1,779961
90	11690	9,366489	87,73112	0,709651899	0,212426105	0,04512485	1,989687
91	12195	9,408781	88,52517	0,717563291	0,234519237	0,054999272	2,20654
92	12565	9,43867	89,0885	0,725474684	0,256742178	0,065916546	2,423305
93	12620	9,443038	89,17097	0,733386076	0,279110676	0,077902769	2,635653
94	12700	9,449357	89,29035	0,741297468	0,301641488	0,090987587	2,850318
95	12730	9,451717	89,33495	0,749208861	0,324352518	0,105204556	3,065688
96	12800	9,4572	89,43864	0,757120253	0,347262969	0,12059157	3,284136
97	12830	9,459541	89,48292	0,765031646	0,370393518	0,137191358	3,503753
98	13130	9,482655	89,92075	0,772943038	0,393766518	0,155052071	3,733952
99	13265	9,492884	90,11485	0,78085443	0,417406241	0,17422797	3,962389
100	13320	9,497022	90,19343	0,788765823	0,441339148	0,194780244	4,191408
101	13325	9,497397	90,20055	0,796677215	0,465594228	0,216777985	4,421933
102	13660	9,522227	90,67281	0,804588608	0,490203382	0,240299356	4,667828
103	13665	9,522593	90,67978	0,8125	0,515201894	0,265432992	4,906058
104	13830	9,534595	90,90851	0,820411392	0,540628993	0,292279708	5,154679
105	13895	9,539284	90,99795	0,828322785	0,566528538	0,320954584	5,404277
106	13945	9,542876	91,06649	0,836234177	0,592949858	0,351589534	5,658447
107	13950	9,543235	91,07333	0,84414557	0,619948789	0,3843365	5,916317
108	13980	9,545383	91,11434	0,852056962	0,647588966	0,419371469	6,181485
109	14285	9,566965	91,52683	0,859968354	0,675943463	0,456899565	6,466728
110	14520	9,583282	91,8393	0,867879747	0,705096879	0,497161609	6,757142
111	14720	9,596962	92,10169	0,875791139	0,735148049	0,540442654	7,055188
112	14850	9,605755	92,27053	0,883702532	0,766213605	0,587083288	7,36006
113	15210	9,629708	92,73128	0,891613924	0,798432735	0,637494833	7,688674
114	15485	9,647627	93,07671	0,899525316	0,83197368	0,692180205	8,026572

no	ti	$X_i = \ln t_i$	$X_i^2$	$F(t_i)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
115	17075	9,745371	94,97225	0,907436709	0,867042772	0,751763168	8,449653
116	17570	9,773948	95,53006	0,915348101	0,903897346	0,817030413	8,834646
117	17940	9,794788	95,93787	0,923259494	0,942864733	0,888993905	9,23516
118	17995	9,797849	95,99785	0,931170886	0,984371144	0,968986549	9,64472
119	19250	9,865266	97,32348	0,939082278	1,028987486	1,058815247	10,15124
120	19720	9,889389	97,80001	0,946993671	1,077505756	1,161018655	10,65587
121	19900	9,898475	97,97981	0,954905063	1,131074738	1,279330062	11,19592
122	20525	9,929399	98,59296	0,962816456	1,191461556	1,419580639	11,8305
123	21200	9,961756	99,23659	0,970727848	1,261614722	1,591671707	12,5679
124	22125	10,00446	100,0893	0,978639241	1,347085572	1,814639539	13,47687
125	25875	10,16103	103,2466	0,986550633	1,460664835	2,133541759	14,84186
126	70440	11,16252	124,6018	0,994462025	1,64791343	2,715618672	18,39486
<b>Total</b>	<b>1282380</b>	<b>1138,66</b>	<b>10346,99</b>	<b>63</b>	<b>-71,75690605</b>	<b>236,2349701</b>	<b>-545,004</b>

Tabel dibawah ini merupakan hasil dari *Index Of Fit* pada 4 distribusi yaitu distribusi Eksponensial, Normal, Log Normal dan Weibull :

Tabel 4. 11 *Indeks Of Fit Time To Failure*

No	Distribusi	Index Of Fit
1	Eksponensial	0,8812
2	Normal	0,8053
3	Log Normal	0,9459
4	Weibull	0,9810
No	Distribusi	Index Of Fit
1	Weibull	98,10%
2	Log Normal	95,00%
3	Exponensial	88,13%
4	Normal	80,53%

Dari table diatas maka didapat nilai terbesar dari hasil *Index Of Fit* yaitu distribusi Weibull dengan nilai *Index Of Fit* sebesar 98,10%. Maka dari itu distribusi yang dipilih adalah distribusi *Weibull*.



#### 4.2.7 Penentuan Distribusi Data Antar Waktu Perbaikan (Time To Repair)

Berikutnya merupakan saat komponen kritis sudah diketahui maka akan menentukan jarak antar kerusakan pada komponen *Silindris Knife Cup* :

Tabel 4.12 *Time To Repair* Komponen *Silindris Knife Cup*

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	Dti
1	04/01/2021 14:05	04/01/2021 14:45	40
2	05/01/2021 10:20	05/01/2021 10:50	30
3	09/01/2021 08:50	09/01/2021 09:50	60
4	11/01/2021 21:20	11/01/2021 21:45	25
5	12/01/2021 19:45	12/01/2021 20:55	70
6	14/01/2021 20:35	14/01/2021 20:55	20
7	19/01/2021 17:00	19/01/2021 17:55	55
8	20/01/2021 07:15	20/01/2021 07:50	35
9	21/01/2021 16:30	21/01/2021 17:30	60
10	23/01/2021 17:30	23/01/2021 18:00	30
11	25/01/2021 13:50	25/01/2021 14:45	55
12	28/01/2021 21:10	28/01/2021 21:35	25
13	30/01/2021 17:05	30/01/2021 17:55	50
14	06/02/2021 20:50	06/02/2021 21:20	30
15	09/02/2021 07:50	09/02/2021 08:40	50
16	15/02/2021 14:20	15/02/2021 14:45	25
17	17/02/2021 10:10	17/02/2021 10:55	45
18	26/02/2021 08:00	26/02/2021 08:20	20
19	26/02/2021 15:40	26/02/2021 16:30	50
20	02/03/2021 10:50	02/03/2021 11:15	25
21	09/03/2021 07:50	09/03/2021 08:40	35
22	13/03/2021 17:15	13/03/2021 17:45	30
23	24/03/2021 07:15	24/03/2021 07:55	40
24	31/03/2021 07:40	31/03/2021 08:15	35
25	07/04/2021 20:50	07/04/2021 21:45	55
26	15/04/2021 16:30	15/04/2021 17:00	30
27	22/04/2021 13:40	22/04/2021 14:30	50
28	27/04/2021 11:10	27/04/2021 11:40	30
29	03/05/2021 09:20	03/05/2021 10:15	55
30	08/05/2021 22:05	08/05/2021 22:30	25
31	24/05/2021 07:15	24/05/2021 08:00	45
32	26/05/2021 14:20	26/05/2021 14:50	30
33	02/06/2021 08:50	02/06/2021 09:50	60

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	Dti
34	08/06/2021 19:55	08/06/2021 20:25	30
35	18/06/2021 08:05	18/06/2021 08:55	50
36	23/06/2021 10:35	23/06/2021 11:00	25
37	26/06/2021 16:20	26/06/2021 17:20	60
38	03/07/2021 15:50	03/07/2021 16:20	30
39	10/07/2021 21:45	10/07/2021 22:50	65
40	17/07/2021 22:40	17/07/2021 23:10	30
41	21/07/2021 14:55	21/07/2021 15:50	55
42	30/07/2021 11:40	30/07/2021 12:15	35
43	06/08/2021 10:10	06/08/2021 10:55	45
44	12/08/2021 13:25	12/08/2021 13:55	30
45	20/08/2021 12:50	20/08/2021 13:45	55
46	23/08/2021 08:40	23/08/2021 09:15	35
47	28/08/2021 09:40	28/08/2021 10:40	60
48	31/08/2021 10:50	31/08/2021 11:20	30
49	04/09/2021 20:50	04/09/2021 21:50	60
50	11/09/2021 14:40	11/09/2021 15:05	25
51	18/09/2021 09:20	18/09/2021 10:20	60
52	25/09/2021 21:30	25/09/2021 22:00	30
53	01/10/2021 13:35	01/10/2021 14:45	70
54	08/10/2021 13:30	08/10/2021 13:50	20
55	16/10/2021 07:55	16/10/2021 08:50	55
56	21/10/2021 09:50	21/10/2021 10:25	35
57	25/10/2021 21:40	25/10/2021 22:55	75
58	01/11/2021 14:50	01/11/2021 15:20	30
59	09/11/2021 11:05	09/11/2021 11:55	50
60	13/11/2021 08:40	13/11/2021 09:10	30
61	20/11/2021 21:45	20/11/2021 22:45	60
62	04/12/2021 14:50	04/12/2021 15:15	25
63	13/12/2021 09:35	13/12/2021 10:40	65
64	18/12/2021 08:55	18/12/2021 09:30	35
65	23/12/2021 13:30	23/12/2021 14:30	60
66	03/01/2022 07:55	03/01/2022 08:30	35
67	08/01/2022 17:00	08/01/2022 17:50	50
68	12/01/2022 14:10	12/01/2022 14:35	25
69	18/01/2022 09:20	18/01/2022 10:15	55
70	28/01/2022 07:50	28/01/2022 08:30	40
71	03/02/2022 21:25	03/02/2022 22:15	50
72	07/02/2022 13:40	07/02/2022 14:10	30
73	16/02/2022 20:15	16/02/2022 21:15	60

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	Dti
74	21/02/2022 19:15	21/02/2022 19:40	25
75	25/02/2022 20:00	25/02/2022 20:55	55
76	04/03/2022 08:40	04/03/2022 09:10	30
77	10/03/2022 10:50	10/03/2022 11:50	60
78	24/03/2022 17:25	24/03/2022 17:50	25
79	30/03/2022 08:35	30/03/2022 09:40	65
80	05/04/2022 17:40	05/04/2022 18:15	35
81	14/04/2022 13:55	14/04/2022 14:50	55
82	20/04/2022 10:45	20/04/2022 11:15	30
83	27/04/2022 19:50	27/04/2022 20:55	65
84	10/05/2022 08:20	10/05/2022 09:00	40
85	19/05/2022 14:05	19/05/2022 14:55	50
86	06/06/2022 13:50	06/06/2022 14:15	25
87	15/06/2022 17:05	15/06/2022 17:50	45
88	25/06/2022 07:55	25/06/2022 08:30	35
89	01/07/2022 22:05	01/07/2022 22:55	50
90	07/07/2022 20:15	07/07/2022 20:50	35
91	22/07/2022 14:10	22/07/2022 14:55	45
92	25/07/2022 09:10	25/07/2022 09:30	20
93	06/08/2022 14:20	06/08/2022 15:25	65
94	16/08/2022 22:15	16/08/2022 22:40	25
95	24/08/2022 11:25	24/08/2022 12:20	55
96	29/08/2022 20:10	29/08/2022 20:35	25
97	03/09/2022 09:30	03/09/2022 10:40	70
98	12/09/2022 21:45	12/09/2022 22:05	20
99	22/09/2022 13:40	22/09/2022 14:50	70
100	30/09/2022 17:00	30/09/2022 17:25	25
101	04/10/2022 14:50	04/10/2022 15:55	65
102	10/10/2022 10:00	10/10/2022 10:20	20
103	15/10/2022 13:25	15/10/2022 14:35	70
104	27/10/2022 10:30	27/10/2022 11:00	30
105	05/11/2022 08:50	05/11/2022 09:50	60
106	11/11/2022 21:15	11/11/2022 21:35	20
107	21/11/2022 14:05	21/11/2022 14:55	50
108	30/11/2022 20:30	30/11/2022 21:05	35
109	08/12/2022 09:35	08/12/2022 10:50	75
110	14/12/2022 11:10	14/12/2022 11:35	25
111	17/12/2022 17:50	17/12/2022 18:50	60
112	27/12/2022 10:50	27/12/2022 11:20	30
113	04/01/2023 07:50	04/01/2023 08:55	65

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	Dti
114	16/01/2023 19:15	16/01/2023 19:40	25
115	26/01/2023 21:40	26/01/2023 22:50	70
116	01/02/2023 19:50	01/02/2023 20:15	25
117	10/02/2023 07:30	10/02/2023 08:30	60
118	23/02/2023 16:40	23/02/2023 17:10	30
119	04/03/2023 10:35	04/03/2023 11:25	50
120	12/03/2023 08:00	12/03/2023 14:00	360
121	16/03/2023 07:25	16/03/2023 07:40	15
122	26/03/2023 13:00	26/03/2023 13:20	20
123	09/04/2023 09:00	09/04/2023 15:00	360
124	28/05/2023 13:00	28/05/2023 15:00	120
125	01/06/2023 10:00	01/06/2023 15:00	300
126	11/06/2023 08:00	11/06/2023 10:00	120
127	17/06/2023 08:00	17/06/2023 11:00	180

Selanjutnya menentukan distribusi data antar waktu perbaikan, pada pengujian berikut menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* dimana adanya pemilihan nilai Index Of Fit terbesar. Ada 4 distribusi yang dilakukan untuk menghitung waktu kerusakan yaitu distribusi eksponensial, Log Normal, Normal, Weibull.

#### 1. Distribusi Eksponensial

Berikut ini merupakan contoh perhitungan distribusi Esponensial

$$X_i = dt_i$$

$$= 15$$

$$X_{i2} = 15^2$$

$$= 225$$

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

$$= \frac{(i-0,3)}{(127+0,4)} = 0,005494505$$

$$Y_i = \ln \left| \frac{1}{\{1-F(dt_i)\}} \right|$$

$$= \ln \left| \frac{1}{\{1-0,005494505\}} \right| = 0,005509656$$

$$Y_{i2} = 0,005509656^2$$

$$= 3,03563E-05$$

$$XiYi = 15 * 0,005509656$$

$$= 0,082644837$$

Tabel dibawah ini adanya perhitungan nilai r pada distribusi Eksponensial

$$r \text{ Eksponensial} = \frac{[n \sum_i^n = XiYi - (\sum_i^n = Xi) (\sum_i^n = Yi)]}{\sqrt{[n \sum_i^n = xi^2 - (\sum_i^n = xi)^2] - [\sum_i^n = yi^2 - (\sum_i^n = yi)^2]}}$$

$$r \text{ (index of fit)} = \frac{(127 * (0,082644837)) - (15 * (0,005509656))}{\sqrt{((127 * 225) - 15^2) * ((127 * 3,03563E-05) - (0,005509656)^2)}}$$

$$= 0,841974$$

Tabel 4.13 *Time To Repair* Distribusi Eksponensial

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	15	15	225	0,005494505	0,005509656	3,03563E-05	0,082644837
2	20	20	400	0,013343799	0,013433628	0,000180462	0,268672551
3	20	20	400	0,021193093	0,02142089	0,000458855	0,428417809
4	20	20	400	0,029042386	0,029472464	0,000868626	0,589449275
5	20	20	400	0,03689168	0,037589391	0,001412962	0,751787828
6	20	20	400	0,044740973	0,045772743	0,002095144	0,915454863
7	20	20	400	0,052590267	0,054023615	0,002918551	1,080472301
8	20	20	400	0,06043956	0,062343131	0,003886666	1,246862611
9	20	20	400	0,068288854	0,070732442	0,005003078	1,41464883
10	20	20	400	0,076138148	0,079192729	0,006271488	1,583854577
11	20	20	400	0,083987441	0,087725204	0,007695711	1,754504077
12	20	20	400	0,091836735	0,096331109	0,009279683	1,926622179
13	20	20	400	0,099686028	0,105011719	0,011027461	2,10023438
14	20	20	400	0,107535322	0,113768342	0,012943236	2,275366848
15	20	20	400	0,115384615	0,122602322	0,015031329	2,452046442
16	20	20	400	0,123233909	0,131515037	0,017296205	2,630300741
17	20	20	400	0,131083203	0,140507903	0,019742471	2,810158068
18	20	20	400	0,138932496	0,149582376	0,022374887	2,991647517
19	20	20	400	0,14678179	0,158739949	0,025198371	3,17479898
20	25	25	625	0,154631083	0,167982159	0,028218006	4,199553974

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
21	25	25	625	0,162480377	0,177310585	0,031439043	4,432764621
22	25	25	625	0,17032967	0,18672685	0,034866917	4,668171257
23	25	25	625	0,178178964	0,196232625	0,038507243	4,905815632
24	25	25	625	0,186028257	0,205829628	0,042365836	5,145740698
25	25	25	625	0,193877551	0,215519626	0,046448709	5,387990655
26	25	25	625	0,201726845	0,22530444	0,050762091	5,632611002
27	25	25	625	0,209576138	0,235185943	0,055312428	5,879648585
28	25	25	625	0,217425432	0,245166066	0,0601064	6,129151654
29	25	25	625	0,225274725	0,255246797	0,065150927	6,381169917
30	25	25	625	0,233124019	0,265430184	0,070453183	6,635754602
31	25	25	625	0,240973312	0,275718341	0,076020603	6,892958517
32	25	25	625	0,248822606	0,286113445	0,081860903	7,152836117
33	25	25	625	0,2566719	0,296617743	0,087982085	7,415443574
34	25	25	625	0,264521193	0,307233554	0,094392457	7,680838847
35	25	25	625	0,272370487	0,317963271	0,101100641	7,949081764
36	25	25	625	0,28021978	0,328809364	0,108115598	8,220234097
37	25	25	625	0,288069074	0,339774386	0,115446633	8,49435965
38	25	25	625	0,295918367	0,350860974	0,123103423	8,771524352
39	25	25	625	0,303767661	0,362071854	0,131096027	9,051796346
40	25	25	625	0,311616954	0,373409844	0,139434911	9,335246094
41	25	25	625	0,319466248	0,384877859	0,148130967	9,621946484
42	25	25	625	0,327315542	0,396478918	0,157195532	9,911972938
43	25	25	625	0,335164835	0,408216141	0,166640418	10,20540354
44	25	25	625	0,343014129	0,420092766	0,176477932	10,50231914
45	25	25	625	0,350863422	0,432112141	0,186720902	10,80280353
46	25	25	625	0,358712716	0,444277741	0,197382711	11,10694353
47	25	25	625	0,366562009	0,456593168	0,208477321	11,4148292
48	25	25	625	0,374411303	0,469062157	0,220019307	11,72655393
49	25	25	625	0,382260597	0,481688588	0,232023896	12,04221469
50	25	25	625	0,39010989	0,494476486	0,244506995	12,36191214
51	25	25	625	0,397959184	0,507430035	0,25748524	12,68575087
52	25	25	625	0,405808477	0,520553583	0,270976032	13,01383957
53	25	25	625	0,413657771	0,533851651	0,284997585	13,34629127
54	25	25	625	0,421507064	0,547328944	0,299568973	13,6832236
55	25	25	625	0,429356358	0,560990359	0,314710182	14,02475896
56	25	25	625	0,437205651	0,574840996	0,33044217	14,37102489
57	25	25	625	0,445054945	0,58888617	0,346786921	14,72215426
58	25	25	625	0,452904239	0,603131425	0,363767516	15,07828563
59	25	25	625	0,460753532	0,617582544	0,381408199	15,4395636
60	30	30	900	0,468602826	0,632245563	0,399734452	18,9673669

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
61	30	30	900	0,476452119	0,64712679	0,418773083	19,41380371
62	30	30	900	0,484301413	0,662232818	0,438552305	19,86698453
63	30	30	900	0,492150706	0,677570542	0,459101839	20,32711625
64	30	30	900	0,5	0,693147181	0,480453014	20,79441542
65	30	30	900	0,507849294	0,708970295	0,50263888	21,26910886
66	30	30	900	0,515698587	0,725047812	0,52569433	21,75143437
67	30	30	900	0,523547881	0,741388045	0,549656233	22,24164135
68	30	30	900	0,531397174	0,757999723	0,57456358	22,73999168
69	30	30	900	0,539246468	0,774892016	0,600457637	23,24676049
70	30	30	900	0,547095761	0,79207457	0,627382124	23,76223709
71	30	30	900	0,554945055	0,809557532	0,655383398	24,28672597
72	30	30	900	0,562794349	0,827351596	0,684510664	24,82054789
73	30	30	900	0,570643642	0,845468034	0,714816196	25,36404101
74	30	30	900	0,578492936	0,863918742	0,746355592	25,91756225
75	30	30	900	0,586342229	0,882716288	0,779188044	26,48148863
76	30	30	900	0,594191523	0,901873962	0,813376643	27,05621885
77	30	30	900	0,602040816	0,921405833	0,848988708	27,64217498
78	30	30	900	0,60989011	0,94132681	0,886096163	28,2398043
79	30	30	900	0,617739403	0,961652713	0,924775941	28,84958139
80	30	30	900	0,625588697	0,982400345	0,965110438	29,47201036
81	30	30	900	0,633437991	1,003587578	1,007188028	30,10762735
82	30	30	900	0,641287284	1,025233445	1,051103617	30,75700336
83	30	30	900	0,649136578	1,047358242	1,096959286	31,42074725
84	30	30	900	0,656985871	1,069983641	1,144864992	32,09950923
85	30	30	900	0,664835165	1,093132823	1,194939369	32,79398469
86	30	30	900	0,672684458	1,116830614	1,247310621	33,50491843
87	30	30	900	0,680533752	1,141103651	1,302117542	34,23310952
88	30	30	900	0,688383046	1,165980555	1,359510656	34,97941666
89	30	30	900	0,696232339	1,191492143	1,419653527	35,74476429
90	30	30	900	0,704081633	1,217671649	1,482724244	36,53014946
91	30	30	900	0,711930926	1,244554988	1,548917118	37,33664964
92	30	30	900	0,71978022	1,272181054	1,618444635	38,16543163
93	30	30	900	0,727629513	1,300592056	1,691539697	39,01776169
94	30	30	900	0,735478807	1,329833906	1,768458217	39,89501717
95	30	30	900	0,7433281	1,359956665	1,849482131	40,79869996
96	30	30	900	0,751177394	1,391015062	1,934922903	41,73045187
97	30	30	900	0,759026688	1,423069089	2,025125631	42,69207266
98	30	30	900	0,766875981	1,456184697	2,120473873	43,68554092
99	30	30	900	0,774725275	1,49043462	2,221395358	44,71303861
100	35	35	1225	0,782574568	1,52589933	2,328368765	53,40647655

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
101	35	35	1225	0,790423862	1,562668178	2,441931834	54,69338622
102	35	35	1225	0,798273155	1,600840751	2,562691111	56,02942629
103	35	35	1225	0,806122449	1,6405285	2,691333758	57,41849748
104	35	35	1225	0,813971743	1,681856695	2,828641943	58,86498432
105	35	35	1225	0,821821036	1,724966819	2,975510525	60,37383865
106	35	35	1225	0,82967033	1,770019483	3,132968969	61,95068189
107	35	35	1225	0,837519623	1,817198043	3,302208727	63,6019315
108	35	35	1225	0,845368917	1,866713107	3,484617825	65,33495876
109	35	35	1225	0,85321821	1,918808219	3,681824982	67,15828767
110	35	35	1225	0,861067504	1,973767104	3,895756579	69,08184862
111	35	35	1225	0,868916797	2,031923024	4,128711174	71,11730583
112	35	35	1225	0,876766091	2,093671031	4,383458385	73,27848608
113	35	35	1225	0,884615385	2,159484249	4,663372223	75,58194873
114	35	35	1225	0,892464678	2,22993591	4,972614164	78,04775686
115	35	35	1225	0,900313972	2,30572975	5,316389679	80,70054124
116	35	35	1225	0,908163265	2,387742901	5,701316163	83,57100155
117	35	35	1225	0,916012559	2,477088002	6,135964968	86,69808006
118	35	35	1225	0,923861852	2,575205858	6,631685209	90,13220502
119	35	35	1225	0,931711146	2,684008717	7,203902795	93,94030511
120	40	40	1600	0,93956044	2,806111414	7,874261269	112,2444566
121	40	40	1600	0,947409733	2,945224217	8,674345687	117,8089687
122	120	120	14400	0,955259027	3,106865568	9,652613659	372,8238682
123	120	120	14400	0,96310832	3,299769234	10,888477	395,9723081
124	180	180	32400	0,970957614	3,538998923	12,52451338	637,0198062
125	300	300	90000	0,978806907	3,85407997	14,85393242	1156,223991
126	360	360	129600	0,986656201	4,316703492	18,63392904	1554,013257
127	360	360	129600	0,994505495	5,204006687	27,0816856	1873,442407
<b>Total</b>	<b>4795</b>	<b>4795</b>	<b>506525</b>	<b>63,5</b>	<b>125,7726329</b>	<b>241,8613869</b>	<b>9230,150351</b>

## 2. Distribusi Normal

Berikut ini adalah contoh perhitungan distribusi Normal

$$X_i = dti$$

$$= 15$$

$$X_i^2 = 15^2$$

$$= 225$$

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



$$= \frac{(i-0,3)}{(127+0,4)} = 0,005494505$$

$$\begin{aligned} Y_i &= z_i = \Phi^{-1} [F(dti)] \\ &= z_i = \Phi^{-1} [0,005494505] = -2,54304807 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_i^2 &= -2,54304807^2 \\ &= 6,467093486 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_i Y_i &= 15 * -2,54304807 \\ &= -38,14572105 \end{aligned}$$

Tabel dibawah ini adanya perhitungan niali r pada distribusi Normal

$$r \text{ Normal} = \frac{[n \sum_i^n = x_i y_i - (\sum_i^n = x_i) (\sum_i^n = y_i)]}{\sqrt{[n \sum_i^n = x_i^2 - (\sum_i^n = x_i)^2] - [\sum_i^n = y_i^2 - (\sum_i^n = y_i)^2]}}$$

$$\begin{aligned} r \text{ (index of fit)} &= \frac{(127 * (-38,14572105)) - (15 * (-2,54304807))}{\sqrt{((127 * 225) - 15^2) * ((127 * 6,467093486) - (-2,54304807)^2)}} \\ &= 0,6761154 \end{aligned}$$

Tabel 4. 14 *Time To Repair* Distribusi Normal

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	15	15	225	0,005494505	-2,54304807	6,467093486	-38,14572105
2	20	20	400	0,013343799	-2,216057008	4,910908663	-44,32114016
3	20	20	400	0,021193093	-2,029708433	4,119716321	-40,59416865
4	20	20	400	0,029042386	-1,89505759	3,591243271	-37,90115181
5	20	20	400	0,03689168	-1,787954435	3,19678106	-35,75908869
6	20	20	400	0,044740973	-1,698136794	2,88366857	-33,96273587
7	20	20	400	0,052590267	-1,620240923	2,62518065	-32,40481847
8	20	20	400	0,06043956	-1,551094159	2,405893089	-31,02188317
9	20	20	400	0,068288854	-1,488657021	2,216099727	-29,77314042
10	20	20	400	0,076138148	-1,431537264	2,049298938	-28,63074528
11	20	20	400	0,083987441	-1,378740161	1,900924431	-27,57480322
12	20	20	400	0,091836735	-1,329529107	1,767647647	-26,59058214
13	20	20	400	0,099686028	-1,28334265	1,646968358	-25,66685301
14	20	20	400	0,107535322	-1,239742523	1,536961523	-24,79485045
15	20	20	400	0,115384615	-1,198379702	1,436113911	-23,96759405
16	20	20	400	0,123233909	-1,158971462	1,343214849	-23,17942923

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
17	20	20	400	0,131083203	-1,121285384	1,257280912	-22,42570768
18	20	20	400	0,138932496	-1,085127945	1,177502656	-21,70255889
19	20	20	400	0,14678179	-1,050336174	1,103206078	-21,00672348
20	25	25	625	0,154631083	-1,016771451	1,033824183	-25,41928627
21	25	25	625	0,162480377	-0,984314803	0,968875631	-24,60787006
22	25	25	625	0,17032967	-0,952863293	0,907948455	-23,82158232
23	25	25	625	0,178178964	-0,922327205	0,850687473	-23,05818012
24	25	25	625	0,186028257	-0,892627822	0,796784428	-22,31569554
25	25	25	625	0,193877551	-0,863695653	0,745970182	-21,59239133
26	25	25	625	0,201726845	-0,835469009	0,698008465	-20,88672522
27	25	25	625	0,209576138	-0,807892835	0,652690833	-20,19732088
28	25	25	625	0,217425432	-0,780917764	0,609832554	-19,5229441
29	25	25	625	0,225274725	-0,754499325	0,569269231	-18,86248312
30	25	25	625	0,233124019	-0,728597288	0,530854009	-18,21493221
31	25	25	625	0,240973312	-0,703175116	0,494455244	-17,5793779
32	25	25	625	0,248822606	-0,678199496	0,459954557	-16,95498741
33	25	25	625	0,2566719	-0,653639951	0,427245185	-16,34099877
34	25	25	625	0,264521193	-0,629468498	0,39623059	-15,73671245
35	25	25	625	0,272370487	-0,605659364	0,366823265	-15,1414841
36	25	25	625	0,28021978	-0,582188735	0,338943723	-14,55471837
37	25	25	625	0,288069074	-0,55903454	0,312519617	-13,97586351
38	25	25	625	0,295918367	-0,536176266	0,287484989	-13,40440666
39	25	25	625	0,303767661	-0,513594792	0,26377961	-12,83986979
40	25	25	625	0,311616954	-0,491272243	0,241348417	-12,28180608
41	25	25	625	0,319466248	-0,46919187	0,220141011	-11,72979675
42	25	25	625	0,327315542	-0,447337932	0,200111225	-11,18344829
43	25	25	625	0,335164835	-0,425695598	0,181216742	-10,64238994
44	25	25	625	0,343014129	-0,404250859	0,163418757	-10,10627148
45	25	25	625	0,350863422	-0,382990451	0,146681685	-9,574761265
46	25	25	625	0,358712716	-0,361901777	0,130972896	-9,047544434
47	25	25	625	0,366562009	-0,340972853	0,116262486	-8,524321316
48	25	25	625	0,374411303	-0,320192239	0,10252307	-8,004805981
49	25	25	625	0,382260597	-0,299548997	0,089729602	-7,488724921
50	25	25	625	0,39010989	-0,279032635	0,077859211	-6,975815864
51	25	25	625	0,397959184	-0,258633067	0,066891063	-6,465826674
52	25	25	625	0,405808477	-0,238340574	0,056806229	-5,958514348
53	25	25	625	0,413657771	-0,218145764	0,047587574	-5,453644093
54	25	25	625	0,421507064	-0,198039539	0,039219659	-4,950988473
55	25	25	625	0,429356358	-0,178013064	0,031688651	-4,450326605
56	25	25	625	0,437205651	-0,158057737	0,024982248	-3,951443422

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
57	25	25	625	0,445054945	-0,138165159	0,019089611	-3,454128973
58	25	25	625	0,452904239	-0,11832711	0,014001305	-2,958177762
59	25	25	625	0,460753532	-0,098535525	0,00970925	-2,463388124
60	30	30	900	0,468602826	-0,078782465	0,006206677	-2,363473954
61	30	30	900	0,476452119	-0,0590601	0,003488095	-1,771803004
62	30	30	900	0,484301413	-0,039360683	0,001549263	-1,1808205
63	30	30	900	0,492150706	-0,019676531	0,000387166	-0,590295924
64	30	30	900	0,5	0	0	0
65	30	30	900	0,507849294	0,019676531	0,000387166	0,590295924
66	30	30	900	0,515698587	0,039360683	0,001549263	1,1808205
67	30	30	900	0,523547881	0,0590601	0,003488095	1,771803004
68	30	30	900	0,531397174	0,078782465	0,006206677	2,363473954
69	30	30	900	0,539246468	0,098535525	0,00970925	2,956065749
70	30	30	900	0,547095761	0,11832711	0,014001305	3,549813314
71	30	30	900	0,554945055	0,138165159	0,019089611	4,144954768
72	30	30	900	0,562794349	0,158057737	0,024982248	4,741732107
73	30	30	900	0,570643642	0,178013064	0,031688651	5,340391926
74	30	30	900	0,578492936	0,198039539	0,039219659	5,941186168
75	30	30	900	0,586342229	0,218145764	0,047587574	6,544372912
76	30	30	900	0,594191523	0,238340574	0,056806229	7,150217217
77	30	30	900	0,602040816	0,258633067	0,066891063	7,758992009
78	30	30	900	0,60989011	0,279032635	0,077859211	8,370979037
79	30	30	900	0,617739403	0,299548997	0,089729602	8,986469906
80	30	30	900	0,625588697	0,320192239	0,10252307	9,605767177
81	30	30	900	0,633437991	0,340972853	0,116262486	10,22918558
82	30	30	900	0,641287284	0,361901777	0,130972896	10,85705332
83	30	30	900	0,649136578	0,382990451	0,146681685	11,48971352
84	30	30	900	0,656985871	0,404250859	0,163418757	12,12752578
85	30	30	900	0,664835165	0,425695598	0,181216742	12,77086793
86	30	30	900	0,672684458	0,447337932	0,200111225	13,42013795
87	30	30	900	0,680533752	0,46919187	0,220141011	14,0757561
88	30	30	900	0,688383046	0,491272243	0,241348417	14,73816729
89	30	30	900	0,696232339	0,513594792	0,26377961	15,40784375
90	30	30	900	0,704081633	0,536176266	0,287484989	16,08528799
91	30	30	900	0,711930926	0,55903454	0,312519617	16,77103621
92	30	30	900	0,71978022	0,582188735	0,338943723	17,46566205
93	30	30	900	0,727629513	0,605659364	0,366823265	18,16978092
94	30	30	900	0,735478807	0,629468498	0,39623059	18,88405494
95	30	30	900	0,7433281	0,653639951	0,427245185	19,60919852
96	30	30	900	0,751177394	0,678199496	0,459954557	20,34598489

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
97	30	30	900	0,759026688	0,703175116	0,494455244	21,09525348
98	30	30	900	0,766875981	0,728597288	0,530854009	21,85791865
99	30	30	900	0,774725275	0,754499325	0,569269231	22,63497975
100	35	35	1225	0,782574568	0,780917764	0,609832554	27,33212174
101	35	35	1225	0,790423862	0,807892835	0,652690833	28,27624923
102	35	35	1225	0,798273155	0,835469009	0,698008465	29,24141531
103	35	35	1225	0,806122449	0,863695653	0,745970182	30,22934787
104	35	35	1225	0,813971743	0,892627822	0,796784428	31,24197376
105	35	35	1225	0,821821036	0,922327205	0,850687473	32,28145217
106	35	35	1225	0,82967033	0,952863293	0,907948455	33,35021525
107	35	35	1225	0,837519623	0,984314803	0,968875631	34,45101809
108	35	35	1225	0,845368917	1,016771451	1,033824183	35,58700078
109	35	35	1225	0,85321821	1,050336174	1,103206078	36,76176609
110	35	35	1225	0,861067504	1,085127945	1,177502656	37,97947806
111	35	35	1225	0,868916797	1,121285384	1,257280912	39,24498844
112	35	35	1225	0,876766091	1,158971462	1,343214849	40,56400116
113	35	35	1225	0,884615385	1,198379702	1,436113911	41,94328958
114	35	35	1225	0,892464678	1,239742523	1,536961523	43,3909883
115	35	35	1225	0,900313972	1,28334265	1,646968358	44,91699276
116	35	35	1225	0,908163265	1,329529107	1,767647647	46,53351875
117	35	35	1225	0,916012559	1,378740161	1,900924431	48,25590563
118	35	35	1225	0,923861852	1,431537264	2,049298938	50,10380423
119	35	35	1225	0,931711146	1,488657021	2,216099727	52,10299574
120	40	40	1600	0,93956044	1,551094159	2,405893089	62,04376634
121	40	40	1600	0,947409733	1,620240923	2,62518065	64,80963693
122	120	120	14400	0,955259027	1,698136794	2,88366857	203,7764152
123	120	120	14400	0,96310832	1,787954435	3,19678106	214,5545321
124	180	180	32400	0,970957614	1,89505759	3,591243271	341,1103663
125	300	300	90000	0,978806907	2,029708433	4,119716321	608,9125298
126	360	360	129600	0,986656201	2,216057008	4,910908663	797,7805229
127	360	360	129600	0,994505495	2,54304807	6,467093486	915,4973052
<b>Total</b>	<b>4795</b>	<b>4795</b>	<b>506525</b>	<b>63,5</b>	<b>0</b>	<b>122,6795165</b>	<b>3265,282298</b>

### 3. Distribusi Log Normal

Berikut ini adalah contoh perhitungan distribusi Log Normal

$$\begin{aligned} X_i &= \ln dti \\ &= \ln (15) = 2,7080502 \\ X_i^2 &= 2,7080502^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 7,333536 \\
 F(dti) &= \frac{(i-0,3)}{(n+0,4)} \\
 &= \frac{(i-0,3)}{(127+0,4)} = 0,005494505 \\
 Y_i &= z_i = \Phi^{-1} [F(dti)] \\
 &= z_i = \Phi^{-1} [0,005494505] = -2,54304807 \\
 Y_i^2 &= -2,54304807^2 \\
 &= 6,467093 \\
 X_i Y_i &= 2,080502 * -2,54304807 \\
 &= -6,886702
 \end{aligned}$$

Tabel dibawah ini adanya perhitungan nilai r pada distribusi Log Normal

$$r \text{ Log Normal} = \frac{[n \sum_i^n X_i Y_i - (\sum_i^n X_i) (\sum_i^n Y_i)]}{\sqrt{[n \sum_i^n X_i^2 - (\sum_i^n X_i)^2] - [\sum_i^n Y_i^2 - (\sum_i^n Y_i)^2]}}$$

r (index of fit) =

$$\begin{aligned}
 &\frac{(127 * (-6,886702)) - (2,080502 * (-2,54304807))}{\sqrt{((127 * 7,333536) - 2,7080502^2) * ((127 * (-2,54304807) - (-2,54304807))^2)}} \\
 &= 0,9393801
 \end{aligned}$$

Tabel 4.15 *Time To Failure* Distribusi Log Normal

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	F(dti)	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	15	2,7080502	7,333536	0,005494505	-2,54304807	6,467093	-6,886702
2	20	2,9957323	8,974412	0,013343799	-2,216057008	4,910909	-6,638713
3	20	2,9957323	8,974412	0,021193093	-2,029708433	4,119716	-6,080463
4	20	2,9957323	8,974412	0,029042386	-1,89505759	3,591243	-5,677085
5	20	2,9957323	8,974412	0,03689168	-1,787954435	3,196781	-5,356233
6	20	2,9957323	8,974412	0,044740973	-1,698136794	2,883669	-5,087163
7	20	2,9957323	8,974412	0,052590267	-1,620240923	2,625181	-4,853808
8	20	2,9957323	8,974412	0,06043956	-1,551094159	2,405893	-4,646663
9	20	2,9957323	8,974412	0,068288854	-1,488657021	2,2161	-4,459618
10	20	2,9957323	8,974412	0,076138148	-1,431537264	2,049299	-4,288502
11	20	2,9957323	8,974412	0,083987441	-1,378740161	1,900924	-4,130336
12	20	2,9957323	8,974412	0,091836735	-1,329529107	1,767648	-3,982913
13	20	2,9957323	8,974412	0,099686028	-1,28334265	1,646968	-3,844551
14	20	2,9957323	8,974412	0,107535322	-1,239742523	1,536962	-3,713937

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
15	20	2,9957323	8,974412	0,115384615	-1,198379702	1,436114	-3,590025
16	20	2,9957323	8,974412	0,123233909	-1,158971462	1,343215	-3,471968
17	20	2,9957323	8,974412	0,131083203	-1,121285384	1,257281	-3,359071
18	20	2,9957323	8,974412	0,138932496	-1,085127945	1,177503	-3,250753
19	20	2,9957323	8,974412	0,14678179	-1,050336174	1,103206	-3,146526
20	25	3,2188758	10,36116	0,154631083	-1,016771451	1,033824	-3,272861
21	25	3,2188758	10,36116	0,162480377	-0,984314803	0,968876	-3,168387
22	25	3,2188758	10,36116	0,17032967	-0,952863293	0,907948	-3,067149
23	25	3,2188758	10,36116	0,178178964	-0,922327205	0,850687	-2,968857
24	25	3,2188758	10,36116	0,186028257	-0,892627822	0,796784	-2,873258
25	25	3,2188758	10,36116	0,193877551	-0,863695653	0,74597	-2,780129
26	25	3,2188758	10,36116	0,201726845	-0,835469009	0,698008	-2,689271
27	25	3,2188758	10,36116	0,209576138	-0,807892835	0,652691	-2,600507
28	25	3,2188758	10,36116	0,217425432	-0,780917764	0,609833	-2,513677
29	25	3,2188758	10,36116	0,225274725	-0,754499325	0,569269	-2,42864
30	25	3,2188758	10,36116	0,233124019	-0,728597288	0,530854	-2,345264
31	25	3,2188758	10,36116	0,240973312	-0,703175116	0,494455	-2,263433
32	25	3,2188758	10,36116	0,248822606	-0,678199496	0,459955	-2,18304
33	25	3,2188758	10,36116	0,2566719	-0,653639951	0,427245	-2,103986
34	25	3,2188758	10,36116	0,264521193	-0,629468498	0,396231	-2,026181
35	25	3,2188758	10,36116	0,272370487	-0,605659364	0,366823	-1,949542
36	25	3,2188758	10,36116	0,28021978	-0,582188735	0,338944	-1,873993
37	25	3,2188758	10,36116	0,288069074	-0,55903454	0,31252	-1,799463
38	25	3,2188758	10,36116	0,295918367	-0,536176266	0,287485	-1,725885
39	25	3,2188758	10,36116	0,303767661	-0,513594792	0,26378	-1,653198
40	25	3,2188758	10,36116	0,311616954	-0,491272243	0,241348	-1,581344
41	25	3,2188758	10,36116	0,319466248	-0,46919187	0,220141	-1,51027
42	25	3,2188758	10,36116	0,327315542	-0,447337932	0,200111	-1,439925
43	25	3,2188758	10,36116	0,335164835	-0,425695598	0,181217	-1,370261
44	25	3,2188758	10,36116	0,343014129	-0,404250859	0,163419	-1,301233
45	25	3,2188758	10,36116	0,350863422	-0,382990451	0,146682	-1,232799
46	25	3,2188758	10,36116	0,358712716	-0,361901777	0,130973	-1,164917
47	25	3,2188758	10,36116	0,366562009	-0,340972853	0,116262	-1,097549
48	25	3,2188758	10,36116	0,374411303	-0,320192239	0,102523	-1,030659
49	25	3,2188758	10,36116	0,382260597	-0,299548997	0,08973	-0,964211
50	25	3,2188758	10,36116	0,39010989	-0,279032635	0,077859	-0,898171
51	25	3,2188758	10,36116	0,397959184	-0,258633067	0,066891	-0,832508
52	25	3,2188758	10,36116	0,405808477	-0,238340574	0,056806	-0,767189
53	25	3,2188758	10,36116	0,413657771	-0,218145764	0,047588	-0,702184
54	25	3,2188758	10,36116	0,421507064	-0,198039539	0,03922	-0,637465

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
55	25	3,2188758	10,36116	0,429356358	-0,178013064	0,031689	-0,573002
56	25	3,2188758	10,36116	0,437205651	-0,158057737	0,024982	-0,508768
57	25	3,2188758	10,36116	0,445054945	-0,138165159	0,01909	-0,444736
58	25	3,2188758	10,36116	0,452904239	-0,11832711	0,014001	-0,38088
59	25	3,2188758	10,36116	0,460753532	-0,098535525	0,009709	-0,317174
60	30	3,4011974	11,56814	0,468602826	-0,078782465	0,006207	-0,267955
61	30	3,4011974	11,56814	0,476452119	-0,0590601	0,003488	-0,200875
62	30	3,4011974	11,56814	0,484301413	-0,039360683	0,001549	-0,133873
63	30	3,4011974	11,56814	0,492150706	-0,019676531	0,000387	-0,066924
64	30	3,4011974	11,56814	0,5	0	0	0
65	30	3,4011974	11,56814	0,507849294	0,019676531	0,000387	0,0669238
66	30	3,4011974	11,56814	0,515698587	0,039360683	0,001549	0,1338735
67	30	3,4011974	11,56814	0,523547881	0,0590601	0,003488	0,2008751
68	30	3,4011974	11,56814	0,531397174	0,078782465	0,006207	0,2679547
69	30	3,4011974	11,56814	0,539246468	0,098535525	0,009709	0,3351388
70	30	3,4011974	11,56814	0,547095761	0,11832711	0,014001	0,4024539
71	30	3,4011974	11,56814	0,554945055	0,138165159	0,01909	0,469927
72	30	3,4011974	11,56814	0,562794349	0,158057737	0,024982	0,5375856
73	30	3,4011974	11,56814	0,570643642	0,178013064	0,031689	0,6054576
74	30	3,4011974	11,56814	0,578492936	0,198039539	0,03922	0,6735716
75	30	3,4011974	11,56814	0,586342229	0,218145764	0,047588	0,7419568
76	30	3,4011974	11,56814	0,594191523	0,238340574	0,056806	0,8106433
77	30	3,4011974	11,56814	0,602040816	0,258633067	0,066891	0,8796621
78	30	3,4011974	11,56814	0,60989011	0,279032635	0,077859	0,9490451
79	30	3,4011974	11,56814	0,617739403	0,299548997	0,08973	1,0188253
80	30	3,4011974	11,56814	0,625588697	0,320192239	0,102523	1,089037
81	30	3,4011974	11,56814	0,633437991	0,340972853	0,116262	1,159716
82	30	3,4011974	11,56814	0,641287284	0,361901777	0,130973	1,2308994
83	30	3,4011974	11,56814	0,649136578	0,382990451	0,146682	1,3026261
84	30	3,4011974	11,56814	0,656985871	0,404250859	0,163419	1,374937
85	30	3,4011974	11,56814	0,664835165	0,425695598	0,181217	1,4478748
86	30	3,4011974	11,56814	0,672684458	0,447337932	0,200111	1,5214846
87	30	3,4011974	11,56814	0,680533752	0,46919187	0,220141	1,5958142
88	30	3,4011974	11,56814	0,688383046	0,491272243	0,241348	1,6709139
89	30	3,4011974	11,56814	0,696232339	0,513594792	0,26378	1,7468373
90	30	3,4011974	11,56814	0,704081633	0,536176266	0,287485	1,8236413
91	30	3,4011974	11,56814	0,711930926	0,55903454	0,31252	1,9013868
92	30	3,4011974	11,56814	0,71978022	0,582188735	0,338944	1,9801388
93	30	3,4011974	11,56814	0,727629513	0,605659364	0,366823	2,059967
94	30	3,4011974	11,56814	0,735478807	0,629468498	0,396231	2,1409466

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
95	30	3,4011974	11,56814	0,7433281	0,653639951	0,427245	2,2231585
96	30	3,4011974	11,56814	0,751177394	0,678199496	0,459955	2,3066904
97	30	3,4011974	11,56814	0,759026688	0,703175116	0,494455	2,3916374
98	30	3,4011974	11,56814	0,766875981	0,728597288	0,530854	2,4781032
99	30	3,4011974	11,56814	0,774725275	0,754499325	0,569269	2,5662011
100	35	3,5553481	12,6405	0,782574568	0,780917764	0,609833	2,7764345
101	35	3,5553481	12,6405	0,790423862	0,807892835	0,652691	2,8723402
102	35	3,5553481	12,6405	0,798273155	0,835469009	0,698008	2,9703831
103	35	3,5553481	12,6405	0,806122449	0,863695653	0,74597	3,0707387
104	35	3,5553481	12,6405	0,813971743	0,892627822	0,796784	3,1736026
105	35	3,5553481	12,6405	0,821821036	0,922327205	0,850687	3,2791942
106	35	3,5553481	12,6405	0,82967033	0,952863293	0,907948	3,3877607
107	35	3,5553481	12,6405	0,837519623	0,984314803	0,968876	3,4995817
108	35	3,5553481	12,6405	0,845368917	1,016771451	1,033824	3,6149764
109	35	3,5553481	12,6405	0,85321821	1,050336174	1,103206	3,7343107
110	35	3,5553481	12,6405	0,861067504	1,085127945	1,177503	3,8580075
111	35	3,5553481	12,6405	0,868916797	1,121285384	1,257281	3,9865598
112	35	3,5553481	12,6405	0,876766091	1,158971462	1,343215	4,1205469
113	35	3,5553481	12,6405	0,884615385	1,198379702	1,436114	4,260657
114	35	3,5553481	12,6405	0,892464678	1,239742523	1,536962	4,4077162
115	35	3,5553481	12,6405	0,900313972	1,28334265	1,646968	4,5627298
116	35	3,5553481	12,6405	0,908163265	1,329529107	1,767648	4,7269387
117	35	3,5553481	12,6405	0,916012559	1,378740161	1,900924	4,9019012
118	35	3,5553481	12,6405	0,923861852	1,431537264	2,049299	5,0896132
119	35	3,5553481	12,6405	0,931711146	1,488657021	2,2161	5,2926939
120	40	3,6888795	13,60783	0,93956044	1,551094159	2,405893	5,7217994
121	40	3,6888795	13,60783	0,947409733	1,620240923	2,625181	5,9768735
122	120	4,7874917	22,92008	0,955259027	1,698136794	2,883669	8,1298159
123	120	4,7874917	22,92008	0,96310832	1,787954435	3,196781	8,5598171
124	180	5,1929569	26,9668	0,970957614	1,89505759	3,591243	9,8409523
125	300	5,7037825	32,53313	0,978806907	2,029708433	4,119716	11,577015
126	360	5,886104	34,64622	0,986656201	2,216057008	4,910909	13,043942
127	360	5,886104	34,64622	0,994505495	2,54304807	6,467093	14,968645
<b>Total</b>	<b>4795</b>	<b>432,16281</b>	<b>1500,703</b>	<b>63,5</b>	<b>0</b>	<b>122,6795</b>	<b>45,334828</b>

#### 4. Distribusi Weibull

Berikut ini adalah contoh perhitungan distribusi Weibull

$$\begin{aligned}
 X_i &= \ln dti \\
 &= \ln (15) = 2,70805
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 Xi2 &= 2,70805^2 \\
 &= 7,333536 \\
 F(dti) &= \frac{(i-0,3)}{(n+0,4)} \\
 &= \frac{(i-0,3)}{(127+0,4)} = 0,005494505 \\
 Yi &= \ln |\ln| \frac{1}{\{1-F(dti)\}} \\
 &= \ln |\ln| \frac{1}{\{1-0,005494505\}} = -5,201253124 \\
 Yi2 &= -5,201253124^2 \\
 &= 27,05303406 \\
 XiYi &= 2,70805 * -5,201253124 \\
 &= -14,0853
 \end{aligned}$$

Tabel dibawah ini adanya perhitungan niali r pada distribusi Weibull

$$r \text{ Weibull} = \frac{[n \sum_i^n = XiYi - (\sum_i^n = xi) (\sum_i^n = yi)]}{\sqrt{[n \sum_i^n = xi^2 - (\sum_i^n = xi)^2] - [\sum_i^n = yi^2 - (\sum_i^n = yi)^2]}}$$

$$\begin{aligned}
 r \text{ (index of fit)} &= \frac{(127 * (-14,0853)) - (2,70805 * (-5,201253124))}{\sqrt{((127 * 7,333536) - 2,70805^2) * ((127 * 27,05303406) - (-5,201253124)^2)}} \\
 &= 0,87,140394
 \end{aligned}$$

Tabel 4.16 *Time To Failure* Distribusi Weibull

no	dti	Xi =ln dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	15	2,70805	7,333536	0,005494505	-5,201253124	27,05303406	-14,0853
2	20	2,995732	8,974412	0,013343799	-4,309994198	18,57604998	-12,9116
3	20	2,995732	8,974412	0,021193093	-3,843388644	14,77163627	-11,5138
4	20	2,995732	8,974412	0,029042386	-3,524298884	12,42068262	-10,5579
5	20	2,995732	8,974412	0,03689168	-3,281033411	10,76518025	-9,8291
6	20	2,995732	8,974412	0,044740973	-3,084066493	9,511466132	-9,23904
7	20	2,995732	8,974412	0,052590267	-2,918334013	8,516673409	-8,74255
8	20	2,995732	8,974412	0,06043956	-2,775101788	7,701189935	-8,31346
9	20	2,995732	8,974412	0,068288854	-2,64885095	7,016411353	-7,93525
10	20	2,995732	8,974412	0,076138148	-2,535870792	6,430640671	-7,59679
11	20	2,995732	8,974412	0,083987441	-2,433546034	5,922146299	-7,29025

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
12	20	2,995732	8,974412	0,091836735	-2,33996397	5,475431383	-7,00991
13	20	2,995732	8,974412	0,099686028	-2,253683326	5,079088532	-6,75143
14	20	2,995732	8,974412	0,107535322	-2,173590982	4,724497759	-6,5115
15	20	2,995732	8,974412	0,115384615	-2,098809315	4,405000542	-6,28747
16	20	2,995732	8,974412	0,123233909	-2,028634084	4,115356245	-6,07724
17	20	2,995732	8,974412	0,131083203	-1,96249154	3,851373043	-5,8791
18	20	2,995732	8,974412	0,138932496	-1,899908029	3,609650518	-5,69162
19	20	2,995732	8,974412	0,14678179	-1,840487957	3,387395918	-5,51361
20	25	3,218876	10,36116	0,154631083	-1,783897502	3,182290297	-5,74214
21	25	3,218876	10,36116	0,162480377	-1,729852368	2,992389214	-5,56818
22	25	3,218876	10,36116	0,17032967	-1,678108424	2,816047882	-5,40162
23	25	3,218876	10,36116	0,178178964	-1,62845446	2,651863928	-5,24179
24	25	3,218876	10,36116	0,186028257	-1,580706501	2,498633044	-5,0881
25	25	3,218876	10,36116	0,193877551	-1,534703301	2,355314221	-4,94002
26	25	3,218876	10,36116	0,201726845	-1,490302724	2,22100221	-4,7971
27	25	3,218876	10,36116	0,209576138	-1,447378829	2,094905475	-4,65893
28	25	3,218876	10,36116	0,217425432	-1,405819477	1,976328402	-4,52516
29	25	3,218876	10,36116	0,225274725	-1,365524372	1,86465681	-4,39545
30	25	3,218876	10,36116	0,233124019	-1,326403433	1,759346067	-4,26953
31	25	3,218876	10,36116	0,240973312	-1,288375439	1,659911272	-4,14712
32	25	3,218876	10,36116	0,248822606	-1,251366887	1,565919086	-4,02799
33	25	3,218876	10,36116	0,2566719	-1,21531103	1,476980899	-3,91194
34	25	3,218876	10,36116	0,264521193	-1,180147059	1,39274708	-3,79875
35	25	3,218876	10,36116	0,272370487	-1,145819404	1,312902107	-3,68825
36	25	3,218876	10,36116	0,28021978	-1,112277137	1,23716043	-3,58028
37	25	3,218876	10,36116	0,288069074	-1,079473452	1,165262934	-3,47469
38	25	3,218876	10,36116	0,295918367	-1,047365219	1,096973902	-3,37134
39	25	3,218876	10,36116	0,303767661	-1,015912596	1,032078402	-3,2701
40	25	3,218876	10,36116	0,311616954	-0,985078686	0,970380017	-3,17085
41	25	3,218876	10,36116	0,319466248	-0,954829243	0,911698884	-3,07348
42	25	3,218876	10,36116	0,327315542	-0,925132411	0,855869977	-2,97789
43	25	3,218876	10,36116	0,335164835	-0,895958486	0,802741609	-2,88398
44	25	3,218876	10,36116	0,343014129	-0,867279722	0,752174115	-2,79167
45	25	3,218876	10,36116	0,350863422	-0,839070139	0,704038697	-2,70086
46	25	3,218876	10,36116	0,358712716	-0,811305369	0,658216401	-2,61149
47	25	3,218876	10,36116	0,366562009	-0,783962508	0,614597214	-2,52348
48	25	3,218876	10,36116	0,374411303	-0,757019988	0,573079262	-2,43675
49	25	3,218876	10,36116	0,382260597	-0,730457457	0,533568097	-2,35125
50	25	3,218876	10,36116	0,39010989	-0,704255681	0,495976064	-2,26691
51	25	3,218876	10,36116	0,397959184	-0,67839644	0,46022173	-2,18367

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
52	25	3,218876	10,36116	0,405808477	-0,652862452	0,426229381	-2,10148
53	25	3,218876	10,36116	0,413657771	-0,627637286	0,393928562	-2,02029
54	25	3,218876	10,36116	0,421507064	-0,602705297	0,363253675	-1,94003
55	25	3,218876	10,36116	0,429356358	-0,57805156	0,334143606	-1,86068
56	25	3,218876	10,36116	0,437205651	-0,553661806	0,306541395	-1,78217
57	25	3,218876	10,36116	0,445054945	-0,529522373	0,280393944	-1,70447
58	25	3,218876	10,36116	0,452904239	-0,505620153	0,25565174	-1,62753
59	25	3,218876	10,36116	0,460753532	-0,481942545	0,232268617	-1,55131
60	30	3,401197	11,56814	0,468602826	-0,458477411	0,210201536	-1,55937
61	30	3,401197	11,56814	0,476452119	-0,435213037	0,189410388	-1,48025
62	30	3,401197	11,56814	0,484301413	-0,412138097	0,169857811	-1,40176
63	30	3,401197	11,56814	0,492150706	-0,389241611	0,151509032	-1,32389
64	30	3,401197	11,56814	0,5	-0,366512921	0,134331721	-1,24658
65	30	3,401197	11,56814	0,507849294	-0,34394165	0,118295858	-1,16981
66	30	3,401197	11,56814	0,515698587	-0,321517678	0,103373618	-1,09355
67	30	3,401197	11,56814	0,523547881	-0,299231113	0,089539259	-1,01774
68	30	3,401197	11,56814	0,531397174	-0,277072259	0,076769037	-0,94238
69	30	3,401197	11,56814	0,539246468	-0,255031593	0,065041113	-0,86741
70	30	3,401197	11,56814	0,547095761	-0,233099738	0,054335488	-0,79282
71	30	3,401197	11,56814	0,554945055	-0,211267437	0,04463393	-0,71856
72	30	3,401197	11,56814	0,562794349	-0,189525528	0,035919926	-0,64461
73	30	3,401197	11,56814	0,570643642	-0,167864919	0,028178631	-0,57094
74	30	3,401197	11,56814	0,578492936	-0,146276564	0,021396833	-0,49752
75	30	3,401197	11,56814	0,586342229	-0,124751435	0,015562921	-0,4243
76	30	3,401197	11,56814	0,594191523	-0,103280501	0,010666862	-0,35128
77	30	3,401197	11,56814	0,602040816	-0,081854696	0,006700191	-0,2784
78	30	3,401197	11,56814	0,60989011	-0,060464899	0,003656004	-0,20565
79	30	3,401197	11,56814	0,617739403	-0,039101899	0,001528958	-0,13299
80	30	3,401197	11,56814	0,625588697	-0,01775637	0,000315289	-0,06039
81	30	3,401197	11,56814	0,633437991	0,003581158	1,28247E-05	0,01218
82	30	3,401197	11,56814	0,641287284	0,024920338	0,000621023	0,084759
83	30	3,401197	11,56814	0,649136578	0,046271033	0,002141009	0,157377
84	30	3,401197	11,56814	0,656985871	0,06764336	0,004575624	0,230068
85	30	3,401197	11,56814	0,664835165	0,089047723	0,007929497	0,302869
86	30	3,401197	11,56814	0,672684458	0,110494865	0,012209115	0,375815
87	30	3,401197	11,56814	0,680533752	0,131995909	0,01742292	0,448944
88	30	3,401197	11,56814	0,688383046	0,153562411	0,023581414	0,522296
89	30	3,401197	11,56814	0,696232339	0,175206423	0,030697291	0,595912
90	30	3,401197	11,56814	0,704081633	0,196940551	0,03878558	0,669834
91	30	3,401197	11,56814	0,711930926	0,218778027	0,047863825	0,744107

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
92	30	3,401197	11,56814	0,71978022	0,240732793	0,057952278	0,81878
93	30	3,401197	11,56814	0,727629513	0,262819589	0,069074136	0,893901
94	30	3,401197	11,56814	0,735478807	0,285054052	0,081255812	0,969525
95	30	3,401197	11,56814	0,7433281	0,307452835	0,094527246	1,045708
96	30	3,401197	11,56814	0,751177394	0,330033741	0,10892227	1,12251
97	30	3,401197	11,56814	0,759026688	0,352815869	0,124479038	1,199996
98	30	3,401197	11,56814	0,766875981	0,375819794	0,141240518	1,278237
99	30	3,401197	11,56814	0,774725275	0,399067769	0,159255084	1,357308
100	35	3,555348	12,6405	0,782574568	0,422583961	0,178577204	1,502433
101	35	3,555348	12,6405	0,790423862	0,446394731	0,199268255	1,587089
102	35	3,555348	12,6405	0,798273155	0,470528961	0,221397503	1,672894
103	35	3,555348	12,6405	0,806122449	0,495018446	0,245043262	1,759963
104	35	3,555348	12,6405	0,813971743	0,519898359	0,270294303	1,84842
105	35	3,555348	12,6405	0,821821036	0,545207815	0,297251561	1,938404
106	35	3,555348	12,6405	0,82967033	0,570990554	0,326030212	2,03007
107	35	3,555348	12,6405	0,837519623	0,597295778	0,356762246	2,123594
108	35	3,555348	12,6405	0,845368917	0,624179188	0,389599658	2,219174
109	35	3,555348	12,6405	0,85321821	0,651704274	0,424718461	2,317036
110	35	3,555348	12,6405	0,861067504	0,679943952	0,462323778	2,417437
111	35	3,555348	12,6405	0,868916797	0,708982647	0,502656394	2,52068
112	35	3,555348	12,6405	0,876766091	0,738918999	0,546001287	2,627114
113	35	3,555348	12,6405	0,884615385	0,76986942	0,592698923	2,737154
114	35	3,555348	12,6405	0,892464678	0,801972845	0,643160445	2,851293
115	35	3,555348	12,6405	0,900313972	0,835397221	0,697888516	2,970128
116	35	3,555348	12,6405	0,908163265	0,870348527	0,757506558	3,094392
117	35	3,555348	12,6405	0,916012559	0,907083677	0,822800798	3,224998
118	35	3,555348	12,6405	0,923861852	0,945929476	0,894782573	3,363109
119	35	3,555348	12,6405	0,931711146	0,987311467	0,974783933	3,510236
120	40	3,688879	13,60783	0,93956044	1,031799687	1,064610593	3,806185
121	40	3,688879	13,60783	0,947409733	1,080184949	1,166799524	3,984672
122	120	4,787492	22,92008	0,955259027	1,133614362	1,285081522	5,427169
123	120	4,787492	22,92008	0,96310832	1,193852537	1,42528388	5,715559
124	180	5,192957	26,9668	0,970957614	1,263843897	1,597301396	6,563087
125	300	5,703782	32,53313	0,978806907	1,34913232	1,820158016	7,695157
126	360	5,886104	34,64622	0,986656201	1,46249203	2,138882939	8,60838
127	360	5,886104	34,64622	0,994505495	1,649428846	2,720615517	9,70871
<b>Total</b>	<b>4795</b>	<b>432,1628</b>	<b>1500,703</b>	<b>63,5</b>	<b>-72,33273094</b>	<b>238,1866417</b>	<b>-196,321</b>

Tabel dibawah ini merupakan hasil dari *Index Of Fit* pada 4 distribusi yaitu distribusi Eksponensial, Normal, Log Normal dan Weibull:

Tabel 4.17 *Index Of Fit Time To Repair*

No	Distribusi	Index Of Fit
1	Eksponensial	0,8419
2	Normal	0,6761
3	Log Normal	0,9393
4	Weibull	0,8714
No	Distribusi	Index Of Fit
1	Log Normal	93,94%
2	Weibull	87,14%
3	Exponensial	84,20%
4	Normal	67,61%

Dari tabel diatas maka didapatkan nilai terbesar dari hasil *Index Of Fit* yaitu distribusi Log Normal dengan nilai *Index Of Fit* sebesar 93,94%. Maka dari itu distribusi yang dipilih adalah distribusi Log Normal.

#### 4.2.8 Uji Goodness of fit pada Distribusi Data Waktu Kerusakan (Time To Failure)

Uji *Goodness Of Fit* atau uji kecocokan yang dipergunakan untuk menguji hipotesis yang akan diberikan pada distribusi yang terpilih dimana distribusi yang diuji yaitu distribusi *Weibull*. Dimana sesuai dengan data yang dipilih sesuai dengan proses pemilihan distribusi awal untuk data kerusakan. Berikut ini merupakan Uji *Goodness Of Fit* pada dsitribusi data waktu kerusakan menggunakan *Man Test*.

Tabel 4. 18 *Perhitungan Mant Test* untuk Komponen *Knife Cup*

No		$\ln(t_i)$	$1 - ((i-0,5)/(n+0,25))$	$Z_{t_i}$	$M_i$	$\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)$	$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{m_i}$
1	440	6,086774727	0,996070727	-5,53733298	1,102567493	0,628608659	0,570131682

No		ln(ti)	$1-\frac{(i-0,5)}{(n+0,25)}$	Zti	Mi	ln(ti+1)-ln(ti)	$\frac{\ln(ti+1)-\ln(ti)}{mi}$
2	825	6,715383386	0,988212181	-4,43476548	0,514807115	0,3663252	0,711577577
3	1190	7,081708586	0,980353635	-3,91995837	0,340480397	0,103678429	0,304506311
4	1320	7,185387016	0,972495088	-3,57947797	0,255349645	0,395312737	1,548123303
5	1960	7,580699752	0,964636542	-3,32412833	0,204733368	0,284488202	1,389554643
6	2605	7,865187954	0,956777996	-3,11939496	0,171144619	0,001917546	0,011204244
7	2610	7,8671055	0,94891945	-2,94825034	0,147219657	0,007633625	0,05185194
8	2630	7,874739125	0,941060904	-2,80103068	0,129310662	0,097726891	0,755752771
9	2900	7,972466016	0,933202358	-2,67172002	0,115402295	0,003442344	0,029829079
10	2910	7,97590836	0,925343811	-2,55631772	0,104289706	0,121213571	1,162277419
11	3285	8,097121931	0,917485265	-2,45202802	0,095208071	0,066249386	0,695837912
12	3510	8,163371316	0,909626719	-2,35681995	0,087648416	0,026705733	0,304691568
13	3605	8,19007705	0,901768173	-2,26917153	0,081258842	0,102721808	1,264130851
14	3995	8,292798858	0,893909627	-2,18791269	0,075788249	0,012437971	0,164114772
15	4045	8,305236829	0,886051081	-2,11212444	0,071052649	0,074990507	1,05542169
16	4360	8,380227336	0,878192534	-2,04107179	0,066914137	0,062242309	0,930181749
17	4640	8,442469645	0,870333988	-1,97415765	0,063267315	0,011783746	0,186253304
18	4695	8,454253392	0,862475442	-1,91089034	0,060030244	0,00742709	0,123722467
19	4730	8,461680481	0,854616896	-1,8508601	0,057138261	0,107155943	1,87537985
20	5265	8,568836425	0,84675835	-1,79372183	0,054539654	0,000949217	0,017404162
21	5270	8,569785642	0,838899804	-1,73918218	0,052192575	0,017866014	0,342309485
22	5365	8,587651655	0,831041257	-1,68698961	0,050062795	0,015719233	0,313990313
23	5450	8,603370888	0,823182711	-1,63692681	0,048122045	0,001833181	0,038094414
24	5460	8,605204069	0,815324165	-1,58880477	0,046346776	0,019946264	0,430370043
25	5570	8,625150333	0,807465619	-1,54245799	0,044717214	0,003584233	0,080153322
26	5590	8,628734566	0,799607073	-1,49774078	0,043216629	0,002679769	0,06200783
27	5605	8,631414336	0,791748527	-1,45452415	0,041830777	0,006225009	0,14881409
28	5640	8,637639344	0,78388998	-1,41269337	0,040547453	0,024519617	0,60471412
29	5780	8,662158962	0,776031434	-1,37214592	0,039356139	0,084557388	2,148518382
30	6290	8,74671635	0,768172888	-1,33278978	0,038247725	0,006339165	0,165739675
31	6330	8,753055515	0,760314342	-1,29454205	0,037214278	0,016451605	0,442077763
32	6435	8,76950712	0,752455796	-1,25732778	0,036248864	0,015420506	0,4254066
33	6535	8,784927626	0,74459725	-1,22107891	0,035345391	0,06372526	1,80292985
34	6965	8,848652886	0,736738703	-1,18573352	0,034498488	0,009289099	0,269261037
35	7030	8,857941985	0,728880157	-1,15123503	0,033703402	0,012018526	0,356596809
36	7115	8,869960511	0,721021611	-1,11753163	0,032955914	0,002807019	0,085174983
37	7135	8,87276753	0,713163065	-1,08457572	0,032252261	0,012534983	0,388654394
38	7225	8,885302513	0,705304519	-1,05232346	0,031589085	0,008270206	0,261805798
39	7285	8,893572719	0,697445972	-1,02073437	0,030963374	0,004109595	0,132724387
40	7315	8,897682313	0,689587426	-0,989771	0,030372422	0,009523882	0,313570041

No		$\ln(t_i)$	$1 - ((i-0,5)/(n+0,25))$	$Z_{t_i}$	$M_i$	$\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)$	$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i}$
41	7385	8,907206195	0,68172888	-0,95939857	0,029813791	0,007419933	0,24887586
42	7440	8,914626128	0,673870334	-0,92958478	0,029285281	0,03434948	1,172926423
43	7700	8,948975608	0,666011788	-0,9002995	0,028784901	0,001297859	0,045088177
44	7710	8,950273467	0,658153242	-0,8715146	0,028310845	0,028134848	0,993783399
45	7930	8,978408315	0,650294695	-0,84320376	0,027861474	0,019357457	0,694775058
46	8085	8,997765772	0,642436149	-0,81534228	0,027435296	0,006165248	0,224719561
47	8135	9,00393102	0,634577603	-0,78790699	0,02703095	0,023087295	0,854105933
48	8325	9,027018315	0,626719057	-0,76087604	0,026647198	0	0
49	8325	9,027018315	0,618860511	-0,73422884	0,026282903	0,01194044	0,454304467
50	8425	9,038958755	0,611001965	-0,70794594	0,025937031	0,008862687	0,341700145
51	8500	9,047821442	0,603143418	-0,6820089	0,025608631	0	0
52	8500	9,047821442	0,595284872	-0,65640027	0,025296835	0,000588062	0,023246479
53	8505	9,048409505	0,587426326	-0,63110344	0,025000844	0,001762115	0,07048222
54	8520	9,05017162	0,57956778	-0,60610259	0,024719928	0,02205545	0,89221335
55	8710	9,07222707	0,571709234	-0,58138267	0,024453417	0,003438399	0,140610157
56	8740	9,075665469	0,563850688	-0,55692925	0,024200696	0,007409552	0,306171047
57	8805	9,083075021	0,555992141	-0,53272855	0,023961201	0,02301533	0,960524888
58	9010	9,106090351	0,548133595	-0,50876735	0,023734417	0,015418808	0,649639203
59	9150	9,121509158	0,540275049	-0,48503294	0,023519872	0,013568729	0,576904889
60	9275	9,135077887	0,532416503	-0,46151306	0,023317136	0,008588351	0,368327883
61	9355	9,143666239	0,524557957	-0,43819593	0,023125815	0,002668803	0,115403641
62	9380	9,146335042	0,516699411	-0,41507011	0,022945554	0,003724399	0,162314627
63	9415	9,150059441	0,508840864	-0,39212456	0,02277603	0,00423954	0,186140428
64	9455	9,154298981	0,500982318	-0,36934853	0,022616952	0,019377407	0,856764712
65	9640	9,173676388	0,493123772	-0,34673158	0,02246806	0,00362413	0,161301431
66	9675	9,177300518	0,485265226	-0,32426352	0,022329124	0,00464038	0,207817361
67	9720	9,181940897	0,47740668	-0,30193439	0,022199939	0,00154202	0,069460566
68	9735	9,183482918	0,469548134	-0,27973445	0,022080331	0,014278672	0,646669291
69	9875	9,19776159	0,461689587	-0,25765412	0,021970149	0,000506201	0,023040397
70	9880	9,198267791	0,453831041	-0,23568397	0,02186927	0,007562426	0,345801466
71	9955	9,205830216	0,445972495	-0,2138147	0,021777596	0,006508158	0,298846495
72	10020	9,212338375	0,438113949	-0,19203711	0,021695052	0,002989539	0,137798189
73	10050	9,215327913	0,430255403	-0,17034205	0,021621591	0,002980628	0,137854249
74	10080	9,218308542	0,422396857	-0,14872046	0,021557189	0,001982161	0,091948963
75	10100	9,220290703	0,41453831	-0,12716327	0,02150185	0,017664836	0,821549578
76	10280	9,237955539	0,406679764	-0,10566142	0,021455603	0,0120862	0,563312051
77	10405	9,250041739	0,398821218	-0,08420582	0,021418503	0,018095732	0,844864442
78	10595	9,268137471	0,390962672	-0,06278732	0,021390635	0,017310374	0,809250116
79	10780	9,285447844	0,383104126	-0,04139668	0,021372111	0,004627496	0,216520284

No		$\ln(t_i)$	$1 - ((i-0,5)/(n+0,25))$	$Z_{t_i}$	$M_i$	$\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)$	$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i}$
80	10830	9,29007534	0,37524558	-0,02002457	0,021363075	0,000461574	0,021606158
81	10835	9,290536914	0,367387033	0,0013385	0,021363704	0	0
82	10835	9,290536914	0,359528487	0,02270221	0,021374208	0,000922509	0,043159929
83	10845	9,291459423	0,351669941	0,04407642	0,021394836	0,029079741	1,359194416
84	11165	9,320539164	0,343811395	0,06547125	0,021425875	0,00625002	0,291704329
85	11235	9,326789185	0,335952849	0,08689713	0,021467657	0,002666668	0,124217948
86	11265	9,329455853	0,328094303	0,10836478	0,021520561	0,003986716	0,185251505
87	11310	9,333442569	0,320235756	0,12988534	0,021585018	0,003089828	0,143146887
88	11345	9,336532397	0,31237721	0,15147036	0,021661517	0,009649198	0,445453465
89	11455	9,346181595	0,304518664	0,17313188	0,02175061	0,02030746	0,933650132
90	11690	9,366489054	0,296660118	0,19488249	0,02185292	0,042292256	1,935313732
91	12195	9,408781311	0,288801572	0,21673541	0,021969151	0,029889139	1,360504999
92	12565	9,43867045	0,280943026	0,23870456	0,022100094	0,004367686	0,197632015
93	12620	9,443038136	0,273084479	0,26080465	0,022246644	0,006319136	0,284048972
94	12700	9,449357272	0,265225933	0,2830513	0,022409809	0,002359419	0,105285105
95	12730	9,451716692	0,257367387	0,3054611	0,02259073	0,005483758	0,242743746
96	12800	9,45720045	0,249508841	0,32805183	0,022790697	0,002341008	0,102717689
97	12830	9,459541458	0,241650295	0,35084253	0,023011176	0,02311351	1,004447149
98	13130	9,482654967	0,233791749	0,37385371	0,023253833	0,010229299	0,439897346
99	13265	9,492884267	0,225933202	0,39710754	0,023520571	0,004137678	0,175917396
100	13320	9,497021944	0,218074656	0,42062811	0,023813567	0,000375305	0,015760131
101	13325	9,497397249	0,21021611	0,44444168	0,024135327	0,024829884	1,028777596
102	13660	9,522227133	0,202357564	0,468577	0,024488742	0,000365965	0,014944224
103	13665	9,522593098	0,194499018	0,49306575	0,024877164	0,012002326	0,482463605
104	13830	9,534595425	0,186640472	0,51794291	0,025304506	0,004688918	0,185299704
105	13895	9,539284342	0,178781925	0,54324742	0,025775356	0,003591958	0,139356284
106	13945	9,5428763	0,170923379	0,56902277	0,026295132	0,000358487	0,013633215
107	13950	9,543234787	0,163064833	0,59531791	0,026870274	0,002148229	0,079948143
108	13980	9,545383016	0,155206287	0,62218818	0,027508504	0,021582299	0,784568241
109	14285	9,566965315	0,147347741	0,64969668	0,028219156	0,016316974	0,578223305
110	14520	9,583282288	0,139489194	0,67791584	0,029013625	0,013680104	0,471506187
111	14720	9,596962392	0,131630648	0,70692947	0,029905977	0,008792752	0,294013198
112	14850	9,605755144	0,123772102	0,73683544	0,030913782	0,023953241	0,77484019
113	15210	9,629708385	0,115913556	0,76774923	0,032059299	0,017918707	0,558923864
114	15485	9,647627092	0,10805501	0,79980852	0,033371164	0,097743592	2,928983588
115	17075	9,745370684	0,100196464	0,83317969	0,034886894	0,028577497	0,819147069
116	17570	9,773948181	0,092337917	0,86806658	0,036656664	0,020839954	0,56851748
117	17940	9,794788136	0,084479371	0,90472325	0,03874924	0,003061085	0,078997289
118	17995	9,797849221	0,076620825	0,94347249	0,041261616	0,067417119	1,633894292



No		ln(ti)	$1 - ((i-0,5)/(n+0,25))$	Zti	Mi	ln(ti+1)-ln(ti)	ln (ti+1)- ln(ti)/mi
119	19250	9,86526634	0,068762279	0,9847341	0,044335454	0,024122288	0,544085746
120	19720	9,889388628	0,060903733	1,02906956	0,048186691	0,009086383	0,18856623
121	19900	9,898475011	0,053045187	1,07725625	0,053162737	0,030923924	0,581684192
122	20525	9,929398934	0,04518664	1,13041898	0,059863242	0,032357526	0,540524119
123	21200	9,961756461	0,037328094	1,19028223	0,069427363	0,042707009	0,615132235
124	22125	10,00446347	0,029469548	1,25970959	0,084343214	0,156569061	1,856332635
125	25875	10,16103253	0,021611002	1,3440528	0,11142658	1,001484032	8,987837836
126	70440	11,16251656	0,013752456	1,45547938	0,180373702	0	0
127	70440	11,16251656	0,00589391	1,63585309			

Hipotesa untuk melakukan Uji Mann's Test adalah:

$H_0$  : Data *time to failure* berdistribusi *Weibull*

$H_1$  : Data *time to failure* tidak berdistribusi *Weibull*

$H_0$  diterima apabila  $M < F_{crit}$ ,  $k_1$ ,  $k_2$

$$n = 126$$

$$k_1 = \left\lfloor \frac{r}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{126}{2} \right\rfloor = 63$$

$$k_2 = \left\lfloor \frac{r-1}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{126-1}{2} \right\rfloor = 125,5$$

$$M_1 = Z_{i+1} - Z_i$$

$$\begin{aligned} Z_i &= \ln \left| -\ln \left( 1 - \frac{1-0,5}{n+0,25} \right) \right| \\ &= \ln \left| -\ln \left( 1 - \frac{1-0,5}{126+0,25} \right) \right| = -5,53733 \end{aligned}$$

$$M_1 = Z_{i+1} - Z_i$$

$$= -4,43477 - (-5,53733) = 1,1025675$$

Berikut merupakan perhitungan distribusi *Weibull* menggunakan uji

Mnan Test

$$\begin{aligned} M &= \frac{k_1 \sum \left[ (\ln t_{i+1} - \ln t_i) m_i \right]}{k_2 \sum \left[ \frac{\ln t_{i+1} - \ln t_i}{M_i} \right]} \\ &= \frac{63 * 40,395}{125,5 * 31,447} = 0,644822 \end{aligned}$$

Jadi keputusan  $M < F_{crit} = 0,644822 < 1,342684$  maka  $H_0$  diterima

#### 4.2.9 Uji Gooness of fit pada Distribusi Data Waktu Perbaikan (Time To Repair)

Uji *Goodness Of Fit* atau uji kecocokan yang dipergunakan untuk menguji hipotesis yang diberikan pada distribusi yang terpilih dimana distribusi yang diuji yaitu distribusi Log Normal dimana sesuai dengan data yang dipilih sesuai dengan proses pemilihan distribusi awal untuk data perbaikan. Berikut merupakan Uji *Goodness Of Fit* pada distribusi waktu kerusakan menggunakan *Kolmogrov-smirnov*.

Tabel 4. 19 Perhitungan t untuk Komponen *Silindris Knife Cup*

No	ln(dti)	ln (dti) - xbar ln (dti)	zti	fdti	D1	D2
1	2,708050201	1,088585041	-1,932156837	0,02667008	0,026670075	-0,01879606
2	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,072971592	-0,065097576
3	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,065097576	-0,05722356
4	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,05722356	-0,049349544
5	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,049349544	-0,041475529
6	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,041475529	-0,033601513
7	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,033601513	-0,025727497
8	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,025727497	-0,017853481
9	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,017853481	-0,009979466
10	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,091158053	-0,083284037
11	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,083284037	-0,075410022
12	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,075410022	-0,067536006
13	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,067536006	-0,05966199
14	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,05966199	-0,051787974
15	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,051787974	-0,043913959
16	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,043913959	-0,036039943
17	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,036039943	-0,028165927
18	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,028165927	-0,020291911
19	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,020291911	-0,012417896
20	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,012417896	-0,00454388
21	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,00454388	0,003330136
22	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,003330136	0,011204152
23	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,011204152	0,019078167
24	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,019078167	0,026952183
25	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,026952183	0,034826199
26	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,034826199	0,042700215

No	ln(dti)	ln (dti) - xbar ln (dti)	zti	fdti	D1	D2
27	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,042700215	0,05057423
28	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,045720644	-0,037846628
29	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,037846628	-0,029972613
30	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,029972613	-0,022098597
31	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,022098597	-0,014224581
32	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,014224581	-0,006350565
33	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,006350565	0,00152345
34	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,00152345	0,009397466
35	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,009397466	0,017271482
36	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,017271482	0,025145498
37	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,025145498	0,033019513
38	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,033019513	0,040893529
39	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,040893529	0,048767545
40	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,048767545	0,056641561
41	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,056641561	0,064515576
42	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,064515576	0,072389592
43	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,072389592	0,080263608
44	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,080263608	0,088137624
45	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,088137624	0,096011639
46	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,096011639	0,103885655
47	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,103885655	0,111759671
48	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,111759671	0,119633687
49	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,019676019	0,027550035
50	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,027550035	0,035424051
51	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,035424051	0,043298067
52	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,043298067	0,051172082
53	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,051172082	0,059046098
54	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,059046098	0,066920114
55	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,066920114	0,07479413
56	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,07479413	0,082668145
57	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,082668145	0,090542161
58	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,090542161	0,098416177
59	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,098416177	0,106290193
60	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,106290193	0,114164208
61	3,688879454	0,003909192	-0,115785646	0,45391121	-0,018529731	0,026403747
62	3,688879454	0,003909192	-0,115785646	0,45391121	-0,026403747	0,034277763
63	3,688879454	0,003909192	-0,115785646	0,45391121	-0,034277763	0,042151779
64	3,688879454	0,003909192	-0,115785646	0,45391121	-0,042151779	0,050025794
65	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,036817039	-0,028943023
66	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,028943023	-0,021069008

No	ln(dti)	ln (dti) - xbar ln (dti)	zti	fdti	D1	D2
67	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,021069008	-0,013194992
68	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,013194992	-0,005320976
69	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,005320976	0,00255304
70	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,073630612	-0,065756596
71	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,065756596	-0,05788258
72	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,05788258	-0,050008564
73	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,050008564	-0,042134549
74	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,042134549	-0,034260533
75	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,034260533	-0,026386517
76	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,026386517	-0,018512501
77	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,018512501	-0,010638486
78	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,010638486	-0,00276447
79	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,00276447	0,005109546
80	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	-0,005109546	0,012983562
81	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	-0,012983562	0,020857577
82	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,044437019	-0,036563004
83	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,036563004	-0,028688988
84	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,028688988	-0,020814972
85	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,020814972	-0,012940956
86	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,012940956	-0,005066941
87	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,005066941	0,002807075
88	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,002807075	0,010681091
89	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,010681091	0,018555107
90	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,018555107	0,026429122
91	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,026429122	0,034303138
92	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,034303138	0,042177154
93	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	0,012903811	-0,005029795
94	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	0,005029795	0,00284422
95	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,00284422	0,010718236
96	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,010718236	0,018592252
97	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,018592252	0,026466268
98	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,026466268	0,034340283
99	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,034340283	0,042214299
100	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,042214299	0,050088315
101	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,050088315	0,057962331
102	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,057962331	0,065836346
103	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,065836346	0,073710362
104	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,073710362	0,081584378
105	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,081584378	0,089458394
106	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,089458394	0,097332409

No	ln(dti)	ln (dti) - xbar ln (dti)	zti	fdti	D1	D2
107	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,051367288	0,059241304
108	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,059241304	0,067115319
109	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,067115319	0,074989335
110	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,074989335	0,082863351
111	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,082863351	0,090737367
112	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,090737367	0,098611382
113	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,098611382	0,106485398
114	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,068406041	0,076280057
115	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,076280057	0,084154073
116	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,084154073	0,092028088
117	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,092028088	0,099902104
118	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,099902104	0,10777612
119	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,10777612	0,115650136
120	4,317488114	0,320452368	1,048317745	0,85275388	-0,084253992	0,092128008
121	4,317488114	0,320452368	1,048317745	0,85275388	-0,092128008	0,100002024
122	4,787491743	1,073479905	1,918704767	0,97248915	0,019733241	-0,011859225
123	4,787491743	1,073479905	1,918704767	0,97248915	0,011859225	-0,003985209
124	5,192956851	2,078077535	2,669574645	0,99620263	0,027698693	-0,019824678
125	5,703782475	3,811785654	3,615558815	0,99985015	0,023472197	-0,015598181
126	5,886104031	4,556948538	3,953195179	0,99996144	0,015709474	-0,007835459
127	5,886104031	4,556948538	3,953195179	0,99996144	0,007835459	3,85572E-05
TOTAL		37,03235499		Dn Max	0,091158053	0,119633687

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa:

Dhitung diperoleh dari nilai terbesar antara D1 dan D2, maka Dhitung  
= 0,11963369

Hipotesa untuk melakukan Uji Kolmogorov-Smirnov Test adalah:

$H_0$  : Data *time to failure* berdistribusi Log Normal

$H_1$  : Data *time to failure* tidak berdistribusi Log Normal

$\alpha$  : 0,05

Dtabel : dapat dilihat dari table D *Kolmogorov-Smirnov* dengan nilai

Dcrit 127;0,05 = 0,119633687

Wilayah kritis :  $D_n < D_{crit}$  maka  $H_0$  diterima

Sehingga keputusannya  $D_n < D_{crit}$  ,  $D_n = 0,119633687 < D_{crit} = 0,1206805$ , yaitu  $H_0$  diterima

#### 4.2.10 Perhitungan parameter dari Distribusi Data Waktu Kerusakan (*Time To Failure*)

Parameter yang digunakan untuk perhitungan dari distribusi Weibull untuk data waktu kerusakan yaitu  $\theta$  (scale parameter) dan  $\beta$  (shape parameter) hasil dari perhitungannya sebagai berikut:

1.  $\theta$  (scale parameter)

$$\alpha = \frac{\sum y_i}{n} - \frac{b \sum x_i}{n}$$

$$\alpha = \frac{-72,3327}{126} - \frac{126 * 432,16}{126} = 10,09799522$$

$$\theta = \exp - \left( \frac{10,09799522}{0,5935871842} \right)$$

$$= 24294,255$$

2.  $\beta$  (shnape parameter)

$$\beta = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$\beta = \frac{126 * (-545) - (1138,7)(-71,75690)}{126 * 10347 - (1138,7)^2}$$

$$\beta = 0,593571842$$

#### 4.2.11 Perhitungan Parameter Dari Distribusi Data Waktu Perbaikan (*Time To Repair*)

Parameter yang akan digunakan untuk perhitungan dari distribusi Log Normal untuk data waktu perbaikan yaitu  $T_{med}$  (parameter lokasi) dan  $s$  (parameter bentuk) dengan hasil dari perhitungannya adalah sebagai berikut:

1.  $T_{med}$  (parameter lokasi)

$$N = 127$$

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(t_i)}{n}$$

$$\mu = \frac{3,751403}{127} = 31,810921$$

$$\begin{aligned} T_{med} &= e^{\mu} \\ &= e^{31,810921} \\ &= 42,580781 \end{aligned}$$

2.  $S$  (parameter bentuk)

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

$$S = \sqrt{\frac{3,751403}{127}}$$

$$S = 0,5399938$$

#### 4.2.12 Penentuan Nilai Tengah dari Distribusi Data Waktu Kerusakan (*Mean Time To Failure*)

Berikut merupakan penentuan nilai tengah dari distribusi data waktu dari kerusakan Mean Time To Failure (MTTF) untuk distribusi Weibull sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MTTF} &= \theta r \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) \\ &= 24294,25592 \times r \left(1 - \frac{1}{0,593571842}\right) \\ &= 24294,25592 \times r (2,68471) \\ &= 13521,16373 \end{aligned}$$

#### 4.2.13 Penentuan Nilai Tengah dari Distribusi Data Waktu Perbaikan (*Mean Time To Repair*)

Berikut merupakan penentuan nilai tengah dari distribusi data waktu perbaikan Mean Time Repair (MTTR) untuk distribusi Log Normal sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \theta \cdot r \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \\ &= 37,445087 \times r \left(1 - \frac{1}{2,6234128}\right) \\ &= 37,445087 \times r (1,381182) \end{aligned}$$

$$= 49,264299 \text{ menit}$$

(nilai  $\theta \cdot \tau (2,47) = 1,30188$  dapat dilihat pada table fungsi gamma)

#### 4.2.14 Perhitungan Interval Waktu Penggantian Pencegahan dengan Minimasi *Downtime*

Perhitungan interval waktu penggantian pencegahan dengan minimasi *downtime* menggunakan *Age Replacement* yang dimana nilai interval waktu antar kerusakan ( $tp$ ) dimana yang terpilih yaitu yang memiliki nilai *downtime* terkecil. Dibawah ini merupakan data – data yang dibutuhkan untuk mencari interval waktu penggantian pencegahan dengan minimasi *downtime* sebagai berikut:

1. Data waktu kerusakan berdistribusi Weibull

$$MTTF = 13521,16373$$

$$\theta = 24294,25592$$

$$\beta = 0,593571$$

2. Waktu untuk melakukan penggantian kerusakan komponen berdistribusi Weibull

$$Tf = 49,264299 \text{ menit}$$

3. Waktu untuk melakukan penggantian preventive berdistribusi webull

$$Tp = 49,264299 \text{ menit}$$

Dibawah ini merupakan data – data untuk perhitungan interval waktu penggantian pencegahan dengan minimasi *downtime* seagai berikut:

Tabel 4. 20 Perhitungan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Dengan Minimasi *Downtime*

Interval Penggantian Komponen Dengan Model ARP					
tp	R(tp)	F(tp)	tp + Tp	MTTF/F(tp) + Tf	D(tp)
1	1,000000000	0,000000000	50,26429911	4,3138E+56	0,0036300011307315
10	1,000000000	0,000000000	59,26429911	9,53185E+33	0,0036275954620667
100	1,000000000	0,000000000	149,2642991	6,43208E+17	0,0036037129917613
1000	0,999881220	0,000118780	1049,264299	113833886,2	0,0033811429977018
2000	0,993921518	0,006078482	2049,264299	2224480,113	0,0031664378959530



Interval Penggantian Komponen Dengan Model ARP					
tp	R(tp)	F(tp)	tp + Tp	MTTF/F(tp) + Tf	D(tp)
3000	0,965958832	0,034041168	3049,264299	397249,6075	0,0029914615085077
4000	0,909844628	0,090155372	4049,264299	150025,5045	0,0028625713472364
5000	0,832443281	0,167556719	5049,264299	80745,30429	0,0027781699049574
6000	0,744314786	0,255685214	6049,264299	52931,33571	0,0027313946516209
7000	0,654318178	0,345681822	7049,264299	39163,74145	0,0027141884605493
8000	0,568298019	0,431701981	8049,264299	31369,86121	0,0027192586977313
8010	0,567470598	0,432529402	8059,264299	31309,94547	0,0027194004949676
8020	0,566643914	0,433356086	8069,264299	31250,31158	0,0027195439041016
8030	0,565817969	0,434182031	8079,264299	31190,95779	0,0027196889198223
8040	0,564992765	0,435007235	8089,264299	31131,88233	0,0027198355368316
8050	0,564168304	0,435831696	8099,264299	31073,08347	0,0027199837498437
8060	0,563344588	0,436655412	8109,264299	31014,5595	0,0027201335535856
8070	0,562521619	0,437478381	8119,264299	30956,30869	0,0027202849427967
8080	0,561699399	0,438300601	8129,264299	30898,32934	0,0027204379122293
8090	0,560877931	0,439122069	8139,264299	30840,61979	0,0027205924566477
8100	0,560057215	0,439942785	8149,264299	30783,17835	0,0027207485708291
8110	0,559237255	0,440762745	8159,264299	30726,00337	0,0027209062495632
8120	0,558418051	0,441581949	8169,264299	30669,0932	0,0027210654876520
8130	0,557599606	0,442400394	8179,264299	30612,44621	0,0027212262799099
8140	0,556781921	0,443218079	8189,264299	30556,06079	0,0027213886211640
8150	0,555964999	0,444035001	8199,264299	30499,93532	0,0027215525062535
8160	0,555148841	0,444851159	8209,264299	30444,0682	0,0027217179300302
8170	0,554333450	0,445666550	8219,264299	30388,45787	0,0027218848873581
8180	0,553518826	0,446481174	8229,264299	30333,10274	0,0027220533731138
8190	0,552704972	0,447295028	8239,264299	30278,00126	0,0027222233821860
8200	0,551891890	0,448108110	8249,264299	30223,15188	0,0027223949094756
8210	0,551079581	0,448920419	8259,264299	30168,55307	0,0027225679498962
8220	0,550268047	0,449731953	8269,264299	30114,2033	0,0027227424983731
8230	0,549457290	0,450542710	8279,264299	30060,10107	0,0027229185498444
8240	0,548647311	0,451352689	8289,264299	30006,24487	0,0027230960992599
8250	0,547838112	0,452161888	8299,264299	29952,63322	0,0027232751415820
8260	0,547029696	0,452970304	8309,264299	29899,26463	0,0027234556717850
8270	0,546222062	0,453777938	8319,264299	29846,13765	0,0027236376848556
8280	0,545415214	0,454584786	8329,264299	29793,25081	0,0027238211757922
8290	0,544609153	0,455390847	8339,264299	29740,60268	0,0027240061396059
8300	0,543803880	0,456196120	8349,264299	29688,19182	0,0027241925713193
8310	0,542999397	0,457000603	8359,264299	29636,01681	0,0027243804659675
8320	0,542195706	0,457804294	8369,264299	29584,07623	0,0027245698185973
8330	0,541392807	0,458607193	8379,264299	29532,3687	0,0027247606242678

Interval Penggantian Komponen Dengan Model ARP					
tp	R(tp)	F(tp)	tp + Tp	MTTF/F(tp) + Tf	D(tp)
8340	0,540590704	0,459409296	8389,264299	29480,8928	0,0027249528780499
8350	0,539789397	0,460210603	8399,264299	29429,64718	0,0027251465750266
8360	0,538988887	0,461011113	8409,264299	29378,63045	0,0027253417102928
8370	0,538189177	0,461810823	8419,264299	29327,84126	0,0027255382789552
8380	0,537390267	0,462609733	8429,264299	29277,27825	0,0027257362761326
8390	0,536592159	0,463407841	8439,264299	29226,9401	0,0027259356969556
8400	0,535794856	0,464205144	8449,264299	29176,82546	0,0027261365365667
8410	0,534998357	0,465001643	8459,264299	29126,93302	0,0027263387901202
8420	0,534202665	0,465797335	8469,264299	29077,26148	0,0027265424527821
8430	0,533407780	0,466592220	8479,264299	29027,80952	0,0027267475197303
8440	0,532613706	0,467386294	8489,264299	28978,57586	0,0027269539861547
8450	0,531820441	0,468179559	8499,264299	28929,55923	0,0027271618472565
8460	0,531027989	0,468972011	8509,264299	28880,75834	0,0027273710982489
8470	0,530236350	0,469763650	8519,264299	28832,17193	0,0027275817343568
8480	0,529445526	0,470554474	8529,264299	28783,79876	0,0027277937508167
8490	0,528655519	0,471344481	8539,264299	28735,63757	0,0027280071428767
8500	0,527866328	0,472133672	8549,264299	28687,68714	0,0027282219057967
8510	0,527077956	0,472922044	8559,264299	28639,94624	0,0027284380348482
8520	0,526290404	0,473709596	8569,264299	28592,41365	0,0027286555253140
8530	0,525503674	0,474496326	8579,264299	28545,08816	0,0027288743724889
8540	0,524717766	0,475282234	8589,264299	28497,96858	0,0027290945716788
8550	0,523932681	0,476067319	8599,264299	28451,05371	0,0027293161182015
8560	0,523148422	0,476851578	8609,264299	28404,34238	0,0027295390073861
8570	0,522364988	0,477635012	8619,264299	28357,83341	0,0027297632345732
8580	0,521582382	0,478417618	8629,264299	28311,52563	0,0027299887951148
8590	0,520800605	0,479199395	8639,264299	28265,41789	0,0027302156843745

Berikut ini merupakan contoh perhitungan interval waktu penggantian pencegahan pada mesin *Cup Sealer* TE pada komponen silindris *knife cup* dengan distribusi Weibull untuk  $t_p = 26,69777$  Menit sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{a. } F(t_p) &= \Phi\left(\frac{1}{\beta} \ln \frac{t}{\theta}\right) \\
 &= \Phi\left(\frac{1}{0,593571842} \ln \frac{7000}{24294,25592}\right) \\
 &= 0,345681822
 \end{aligned}$$

$$\text{b. } R(t_p) = 1 - F(t_p)$$

$$= 1 - 0,345681822$$

$$= 0,654318178$$

$$c. (tp+Tp) = 7000 + 49,26429911$$

$$= 7049,2643$$

d. Ekspetasi Panjang silkus kerusakan:

$$M(tp) = \left( \frac{MTTF}{F(tp)} + Tf \right)$$

$$= \left( \frac{MTT13521,16373}{0,345681822} + 49,26429911 \right)$$

$$= 39163,74145 \text{ menit}$$

$$e. D(tp) = \frac{Tp.R(tp) + Tf.(1-R(tp))}{(tp+tp)R(t) + (M(tp)+Tf).(1-R(tp))}$$

$$= 0,0027142 \text{ menit}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan nilai D(tp) yang paling minimum adalah pada  $tp = 7000$  menit. Sehingga waktu interval penggantian komponen *silindris knife cup* dengan kriteria minimasi downtime pada menit ke 7000

#### 4.2.15 Perhitungan Interval Waktu Pemeriksaan

Berikut ini adalah perhitungan interval waktu pemeriksaan pada komponen silindris *knife cup* dengan waktu kerja produktif selama periode

1. waktu yang dibutuhkan perusahaan untuk pemeriksaan *Silindris Knife Cup* adalah 49 menit
2. jumlah pemeriksaan (k)
  - a. 1 bulan = 30 hari kerja , 1 hari 16 jam kerja
  - b.  $T = 30 \text{ hari / bulan} \times 16 \text{ jam / hari} = 480 \text{ jam / bulan}$
  - c. Jumlah kerusakan komponen silindris *knife cup* selama 2,5 tahun = 143
  - d.  $K = \frac{143}{30}$   
 $= 4,7666$
3. waktu rata – rata yang dibutuhkan untuk perbaikan
  - a. MTTR = 49,264299 menit = 0,8 jam
  - b. T = 480 jam / bulan
  - c.  $1/\mu = \text{MTTR} / t$

$$\begin{aligned} 1/\mu &= 0,8 / 480 \\ 1/\mu &= 0,00166667 \\ \mu &= 31,810921 \end{aligned}$$

4. waktu rata – rata melakukan pemeriksaan

a. waktu untuk melakukan pemeriksaan ( $t_i$ ) = 49,264299 / 0,5 jam

b.  $T = 480$  jam / bulan

c.  $\frac{1}{i} = \frac{t_i}{t}$

$$= \frac{1}{480} = 0,00208333$$

5. perhitungan frekuensi pemeriksaan

$$\begin{aligned} N &= \sqrt{\frac{ki}{\mu}} \\ &= \sqrt{\frac{4,7666}{31,810921}} \\ &= 0,3871 \text{ kali pemeriksaan per bulan} \end{aligned}$$

6. interval waktu pemeriksaan

$$\begin{aligned} &= t/n \\ &= 480/0,3871 \\ &= 123,99 \text{ jam} = 6 \text{ hari} \end{aligned}$$

#### 4.2.16 Perbandingan Reliability Sesudah dan Sebelum Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen

Untuk perawatan pencegahan dapat dilakukan untuk meningkatkan keandalan dimana untuk mengetahui umur yang paling optimal dari komponen mesin. Berikut ini merupakan rumus *reliability* berdasarkan distribusi Weibull. Dengan Failure Time sebagai berikut:

a. *Reliability* kondisi sebelum interval waktu penggantian

$$\text{Rumus yang digunakan : } \exp\left[\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta\right]$$

b. *Reliability* kondisi sesudah interval waktu penggantian

$$\text{Rumus yang digunakan : } R(t-nT) = \left[\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta\right]$$

Tabel 4. 21 Perbandingan *Reliability* Sesudah dan Sebelum

n	tp (Menit)	R(tp)	R(t-nT)	R(T)^n	Rm(t)	t/tmed
0	1	0,9954718	0,531006803	1	0,531006803	0,000112354
0	10	0,982354963	0,083499334	1	0,083499334	0,000110874
0	100	0,93255048	5,89135E-05	1	5,89135E-05	0,000105252
0	1000	0,760391683	2,56052E-17	1	2,56052E-17	8,58217E-05
0	2000	0,661436234	9,19458E-26	1	9,19458E-26	7,46531E-05
0	3000	0,591074116	1,41578E-32	1	1,41578E-32	6,67117E-05
0	4000	0,535945096	1,66157E-38	1	1,66157E-38	6,04895E-05
0	5000	0,49063357	7,41381E-44	1	7,41381E-44	5,53754E-05
0	6000	0,452285534	8,72066E-49	1	8,72066E-49	5,10473E-05
1	7000	0,419175258	1	7000	7000	4,73103E-05
1	7500	0,404213577	1,01087E-11	7000	7,07612E-08	4,56216E-05
1	8000	0,390165149	2,56052E-17	7000	1,79237E-13	4,40361E-05
1	8500	0,376939515	7,82815E-22	7000	5,47971E-18	4,25433E-05
1	9000	0,3644592	9,19458E-26	7000	6,43621E-22	4,11348E-05
1	9500	0,352657268	2,6168E-29	7000	1,83176E-25	3,98027E-05
1	10000	0,34147545	1,41578E-32	7000	9,91044E-29	3,85407E-05
1	10500	0,330862668	1,25702E-35	7000	8,79916E-32	3,73429E-05
1	11000	0,320773874	1,66157E-38	7000	1,1631E-34	3,62042E-05
1	11500	0,311169115	3,05306E-41	7000	2,13714E-37	3,51202E-05
1	12500	0,293272967	2,28924E-46	7000	1,60247E-42	3,31003E-05
1	13000	0,284921008	8,72066E-49	7000	6,10446E-45	3,21577E-05
1	13500	0,276931006	4,00019E-51	7000	2,80013E-47	3,12559E-05
1	13600	0,275374338	1,39085E-51	7000	9,73598E-48	3,10802E-05
1	13750	0,273064323	2,88633E-52	7000	2,02043E-48	3,08195E-05
1	13800	0,272300895	1,71425E-52	7000	1,19998E-48	3,07333E-05
2	14000	0,269279505	1	49000000	49000000	3,03923E-05
2	14100	0,267787914	5,89135E-05	49000000	2886,762949	3,02239E-05
2	14200	0,266308843	4,14331E-07	49000000	20,30221057	3,0057E-05
2	14300	0,264842133	7,59623E-09	49000000	0,372215404	2,98915E-05
2	14400	0,26338763	2,33731E-10	49000000	0,011452836	2,97273E-05
2	14500	0,261945181	1,01087E-11	49000000	0,000495328	2,95645E-05

Contoh perhitungan :

$$T = 7000$$

$$N = 1$$

$$\begin{aligned}
R(tp) &= \exp\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta \\
&= \exp\left(\frac{7000}{24294,25592}\right)^{0,593571842} \\
&= 0,419175258 \\
R(t-nT) &= \exp\left(\frac{t-nT}{\theta}\right)^\beta \\
&= \exp\left(\frac{7000-1*7000}{24294,25592}\right)^{0,593571842} \\
&= 1
\end{aligned}$$

Pada tingkat keandalan ke 7000 menit sebelum dilakukan penggantian pencegahan sebesar 0,419175258 dan setelah penggantian pencegahan sebesar 1

#### 4.2.17 Perhitungan *Avaibility*

Pehitungan *avaibility* ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan setelah dilakukan perawatan yang bersifat *preventive*. Dibawah ini merupakan langkah – langkah dalam perhitungan *avaibility* dua kejadian dengan adanya kejadian *avaibility* berdasarkan frekuensi pemeriksaan dan *avaibility* berdasarkan interval penggantian pencegahan sebagai beriku:

- a. *Avaibility* berdasarkan frekuensi pemeriksaan :

$$\begin{aligned}
D(n) &= \frac{k}{\mu.n} + \frac{1}{i} \\
&= \frac{4,7666}{31,810921.1} + \frac{1}{480} \\
&= 0,1519249553
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
A(n) &= 1 - D(n) \\
&= 1 - 0,1519249553 \\
&= 0,4848075045
\end{aligned}$$

- b. *Avaibility* berdasarkan interval penggantian pencegahan:

$$\begin{aligned}
A(tp) &= 1 - [\text{mind}(tp)] \\
&= 1 - 0,0027141884605493 \\
&= 0,9972858115
\end{aligned}$$

- c. *Avaibility* total

$$\begin{aligned} \text{Availability} &= A(n) * A(tp) \\ &= 0,4848075045 * 0,4848075045 \\ &= 0,2346832146 \end{aligned}$$

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

## **5.1 Proses Reliability Centered Maintenance (RCM)**

### **5.1.1 Funcional Block Diagram (FBD)**

Berikut ini merupakan pembahasan dari *Funcional Block Diagram* (FBD) yang dimana pada suatu sistem dapat di jelaskan dan dideskripsikan berdasarkan fungsi dari sub sistemnya. Fungsi dan proses dari mesin *cup sealer* TE sebagai pressing produksi air minum dalam kemasan (AMDK). Hasil dari informasi dan analisis yang dituangkan didalam *Funcional Block Diagram* (FBD) mesin *cup sealer* TE yaitu sebagai berikut.

*Flow proses* pada mesin *cup sealer* TE yang pertama yaitu peletakan kemasan *cup* pada *supplyunit*, meletakkan *cup lid* pada pengunci *lid*, memastikan pengunci *lid* sudah kencang dan menghidupkan power mesin *cup sealer* untuk *running*, selanjutnya yaitu mengatur level air sesuai *cup* produk, memastikan *temperature seal* atau *heater* sudah sesuai sehingga produk kemasan *cup* jatuh pada *holder* yang mana termasuk kedalam proses *setting* produksi. Setelah proses *setting* berjalan maka kemasan *cup* akan melalui *filling unit* untuk pengisian air, dari proses *filling* produk akan berjalan menuju proses pemanas atau *heater* yang nantinya produk melalui proses *sealing* untuk dilakukan *pressing lid*, produk yang telah di *press* akan masuk kedalam proses *trimming* untuk melakukan pemotongan lid dan avfal lid akan digulung oleh motor avfal. Produk yang telah di *trimming* akan jatuh pada proses transportasi menggunakan *conveyor* dan berjalan untuk dilakukan *packaging*.

### **5.1.2 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)**

Pada *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) merupakan pendekatan yang banyak digunakan secara luas untuk penelitian yang menyebutkan bentuk, pengaruh penyebab, kerusakan terhadap keandalan sistem secara keseluruhan, penilaian kualitatif yang menjadi dasar dari *Failure Mode Analisis* terkadang menyebabkan beberapa perkiraan mengenai kemungkinan terjadinya kerusakan.



Kolom *function* menunjukan fungsi terjadinya kegagalan sedangkan menunjukan penyebab terjadinya kegagalan kolom *failure effect mode* menunjukkan penyebab terjadinya kegagalan, sedangkan kolom *failure mode* menunjukkan apa yang terjadi ketika komponen pada mesin *cup sealer* TE gagal memenuhi standar performasinya. Berikut merupakan hasil dari *Failure Mode Effect* menunjukkan bahwa terdapat *Risk Priority Number* tertinggi sebagai berikut:

Tabel 5. 1 *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA)

System :									
no	Equipment	function	Failure mode	Failure cause	Effect of failure	S	O	D	RPN
1.	Solenoid	Untuk Menempatkan material dari cup	Sildise atau silinder terindikasi kebocoran	Penggunaan yang lama, sehingga aus atau keropos	Tidak semua holder yang terisi cup	4	1	7	28
2.	Selang Filling	Untuk Mengisi air ke cup	Valve filling macet	spring didalam valvet filling patah	Volume air kurang dari 220 ml	6	5	5	150
3.	Sensor	Untuk memberikan signal bahwa permukaan air telah mencapai	Sensor water error	Kabel sensor water terputus	Volume air kurang dari 220 ml	4	4	3	48

System :									
no	Equipment	function	Failure mode	Failure cause	Effect of failure	S	O	D	RPN
		pada level yang ditentukan							
4.	Valep	Untuk meletakkan gulungan lid	Pengunci lid kendur	Kurang kencang dalam mengunci lid	Posisi lid atau gambar printing tidak tepat pada bibir cup	3	4	5	60
5.	Besi Plate	Untuk pressing lid ke cup	Temperatur turun	Kabel pada sildish terputus	Lid lepas dari cup	6	6	4	144
6.	Temperatur e Plate Cup	Untuk mengatur temperatur e pemanasan pada lid	Temperatur e overheate	Block sildish terlalu panas	Lid meleleh dan bocor	6	6	4	144
7.	Silindris Knife Cup	Untuk melakukan pemotong	Cup yang tidak standar	Plastik cup lid gondrong tidak	Pisau cup tidak tajam	7	8	3	168

System :									
no	Equipment	function	Failure mode	Failure cause	Effect of failure	S	O	D	RPN
		an pada cup lid		terpotong sempurna					
8.	Bearing	Untuk menurunkan cup dan sebagai pemisah produk cup	Sudut bearing tidak sesuai	Sudut bearing tidak ada setting, sehingga harus manual	Cup roboh	3	3	3	27
9.	Motor Mesin	Untuk mengguling avfal lid dari sisa pemotongan	Motor tidak memutar	Kapasitor rusak	Avfal lid menumpuk	4	4	4	64
10.	Chain	Untuk menggerakkan cup supply	Chain tidak berputar	Kurang pelumas	Chain terputus	2	3	5	30
11.	Pipe Filling	Untuk pengisian air	Servo macet	Pipe filling tersumbat	Pipe Filling bocor	3	2	4	24

System :									
no	Equipment	function	Failure mode	Failure cause	Effect of failure	S	O	D	RPN
12.	Temperatur e Mesin	Untuk mengatur temperatur e pada mesin	Temperatu re tidak sesuai	Mesin sealer terlalu panas	Mesin sealer error	3	3	4	36
13.	Servo	Untuk mendorong air naik ke pipe filling	Sudut servo tidak sesuai	Sudur servo tidak ada setting	Air tidak sampai ke pipe filling	3	4	4	48
14.	Motor Power	Untuk menghidu pkan tombol mesin	Tombol power error	Overheat mesin sealer	Mesin sealer tidak mau nyala	2	2	4	16

Berikut merupakan penjelasan dari salah satu komponen mesin *cup sealer* TE berdasarkan pengisian pada tabel *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) *worksheet* diatas:

1. Mesin yang mengalami kerusakan adalah pada mesin *cup sealer* TE .
2. Komponen dari mesin *cup sealer* TE yang mengalami kerusakan adalah komponen *Trimming Unit*, yang berfungsi untuk memotong *plastic lid* pada kemasan air minum dalam kemasan. Dimana proses *trimming unit* merupakan komponen yang penting dan vital jika *trimming unit* tidak bisa bekerja maka proses produksi tidak dapat berjalan.

3. Mode kegagalan komponen *trimming unit* adalah *plastic cup lid* yang tidak terpotong dengan sempurna.
4. Penyebab kegagalannya adalah *silindris knife cup* pada mesin *cup sealer* tidak tajam dan tumpul.
5. Efek kegagalan yang ditimbulkan adalah proses produksi air minum dalam kemasan banyak mengalami kecacatan produk dan mengakibatkan kerugian.
6. Tingkat *Severity* yang dimana adanya dampak yang terburuk akibat dari adanya kegagalan pada proses produksi mesin *cup sealer* TE dengan komponen *trimming unit* didapatkan rating 7 yang dimana akibatnya cukup ekstrem dengan kriteria verbal mesin masih dapat beroperasi namun kehilangan fungsi utama mesin akibat pada produksi 2-3 jam downtime.
7. Tingkat *Occurrence* yang dimana tingkatan seberapa sering komponen mengalami kegagalan pada mesin *cup sealer* TE dengan komponen *trimming unit* didapatkan ranking 8 ekstrem dengan kejadian tinggi, untuk kriteria yang adanya kerusakan terjadi tinggi bahwa tingkat kejadian kerusakan 15-90 jam operasi.
8. Tingkat *Detection* yang dimana tingkat pengukuran terhadap kemampuan dalam pengendalian atas kegagalan yang terjadi pada mesin *cup sealer* TE dengan komponen *trimming unit* dan *silindris knife cup* didapatkan ranking 3 dengan akibat tinggi dan kriteria perawatan *preventive* memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi potensi atau penyebab kegagalan mekanisme dan mode kegagalan
9. Maka nilai yang didapatkan dari *Risk Priority Number* (RPN) yang dimana  $Severity * Occurance * Number$  dengan  $7 \times 8 \times 3 = 168$ . Untuk nilai *risk Priority Number* (RPN) yang didapat 168 adalah proses *trimming unit* dengan komponen *silindris knife cup* pada mesin *cup sealer* TE dikarenakan sering terjadi kecacatan produk air minum dalam kemasan (AMDK) dan mengakibatkan hasil produksi cacat dan mesin *cup sealer* TE terhenti proses produksinya.

### 5.1.3 *Logic Tree Analysis (LTA)*

*Logic tree Analysis (LTA)* merupakan proses yang kualitatif digunakan untuk mengetahui konsekuensi yang ditimbulkan oleh masing – masing *failure mode* pada mesin *cup sealer* TE. Tujuan utama dari *Logic Tree Analysis (LTA)* adalah mengklasifikasikan *failure mode* ke dalam beberapa kategori sehingga nantinya dapat ditentukan tingkat prioritas dalam penanganan masing – masing *failure mode* berdasarkan kategorinya. Berikut adalah komponen yang sudah dikategorikan ke empat kategori sebagai berikut:

#### 1. Kategori A (*Safety Problem*)

Apabila mode kegagalan mempunyai konsekuensi membahayakan keselamatan bahkan menyebabkan kematian pada seseorang. Untuk kategori A tidak terdapat *Safety Problem* karena sudah memenuhi standar keselamatan yang sebelumnya seluruh karyawan PT. Tujuh Sumber Berkah pandeglang harus mengikuti *safety induction* terlebih dahulu.

#### 2. Kategori B (*Outage Problem*)

Mode kegagalan dari suatu komponen dapat menyebabkan sistem kerja komponen terhenti sebagian atau keseluruhan sehingga berpengaruh terhadap operasional *plant* seperti kualitas, kuantitas poduk terhadap hasil produksi yang dapat membengkakkan biaya. Untuk kategori B terdapat 6 komponen jika salah satu komponen tersebut mengalami kegagalan maka akan menyebabkan sistem kerja komponen terhenti sebagian.

- a. Komponen Selang *Filling*
- b. Komponen *Valep*
- c. Komponen Besi *Plate*
- d. Komponen *Temperature Plate Cup*
- e. Komponen *Silindris Knife Cup*
- f. Motor Mesin

#### 3. Kategori C (*Economic Problem*)

Apabila mode kegagalan tidak mempunyai konsekuensi terhadap *safety* maupun terhadap operasional *plant* dan hanya mempengaruhi ekonomi yang *relative* kecil meliputi biaya perbaikan. Untuk kategori C tidak terdapat

*Economic Problem* dikarenakan mode kegagalan mempunyai konsekuensi terhadap safety maupun terhadap *operacional plant*.

#### 4. Kategori D (*Hidden Failure*)

Apabila mode kegagalan memiliki dampak secara langsung namun apabila kerusakan tidak menanggulangnya resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya. Untuk kategori D memiliki 8 komponen yang termasuk *Hidden Failure* dikarenakan mode kegagalan memiliki dampak secara langsung namun apabila perusahaan tidak menanggulangnya resiko ini akan menjadi serius dan bahkan dapat memicu kegagalan lainnya.

- a. Komponen *Solenoid*
- b. Komponen Sensor
- c. Komponen *Bearing*
- d. Komponen *Chain*
- e. Komponen *Pipe Filling*
- f. Komponen *Temperature* Mesin
- g. Komponen *Servo*
- h. Komponen Motor *Power*

Untuk komponen dari mesin cup sealer TE termasuk pada komponen *silindris knife cup* di *Logic Tree Analysis*. Berikut ini merupakan penjelasan dari salah satu komponen mesin *cup sealer* TE berdasarkan pada tabel *Logic Tree Analysis* (LTA)

1. Komponen yang mengalami kerusakan adalah sensor mesin *cup sealer* TE,
2. Fungsi sensor pada mesin *cup sealer* TE sensor untuk memberikan signal bahwa permukaan air telah mencapai pada level yang telah ditentukan.
3. Mode kegagalan pada sensor yaitu kabel sensor water terputus.
4. Analisis kekritisian (mode kegagalan):
  - a. *Evident* (apakah operator dalam kondisi normal dapat mengetahui bahwa telah terjadi adanya kegagalan?) **Yes**

- b. *Safety* (apakah adanya kegagalan tersebut dapat membahayakan keselamatan?) **NO**
- c. *Outage* (apakah mode kegagalan ini dapat mengakibatkan seluruh atau sebagian sistem terhenti?) **YES**
- d. *Category D (Hidden Failure)* dimana kegagalan memiliki dampak secara langsung namun apabila perusahaan tidak menanggulangnya resiko ini akan menjadi serius bahkan dapat memicu kegagalan lainnya.

#### 5.1.4 Task Selection (Pemilihan Tindakan)

Berikut merupakan *Task Selection* (pemilihan tindakan) pada mesin *cup sealer* TE pada setiap komponen sebagai berikut:

##### 1. *Time Direct* (TD) atau *Preventive Maintenance* (PM)

Pada *Time Direct* (TD) atau *preventive maintenance* (PM) terdapat 2 komponen yang mengalami tindakan perawatan yang secara langsung dilakukan terhadap sumber kerusakan dengan didasari umur ataupun dari komponen. Yaitu komponen selang *filling* dan juga *Chain* pada mesin *cup sealer* TE.

##### 2. *Condition Direct* (CD) atau *predictive Maintenance* (PDM)

Untuk komponen *Condition Direct* (CD) atau *Predictive Maintenance* terdapat 12 komponen yang mengalami tindakan perawatan yang dilakukan dengan inspeksi dan memeriksa. Apabila didalam inspeksi terdapat gejala – gejala kerusakan maka akan dilanjutkan dengan penggantian atau perbaikan komponen pada mesin.

- a. Komponen solenoid
- b. Komponen sensor
- c. Komponen valep
- d. Komponen besi *plate*
- e. Komponen *temperature plate cup*
- f. Komponen *bearing*
- g. Komponen motor mesin



- h. Komponen *pipe filling*
  - i. Komponen temperature mesin
  - j. Komponen servo
  - k. Komponen motor *power*
3. *Finding Failure* (FF) atau *Condition Based* (CB)

Pada *Finding Failure* (FF) atau *Condition Based* (CB) terdapat satu komponen yang mengalami tindakan perawatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menemukan kerusakan yang tersembunyi dengan pemeriksaan berkala. Yaitu komponen Silindris *Knife Cup* termasuk kedalam pemilihan tindakan *Finding Failure* (FF).

Berikut ini merupakan penjelasan dari komponen kritis yaitu Sensor pada mesin *cup sealer* TE berdasarkan pada *table Task Selection* :

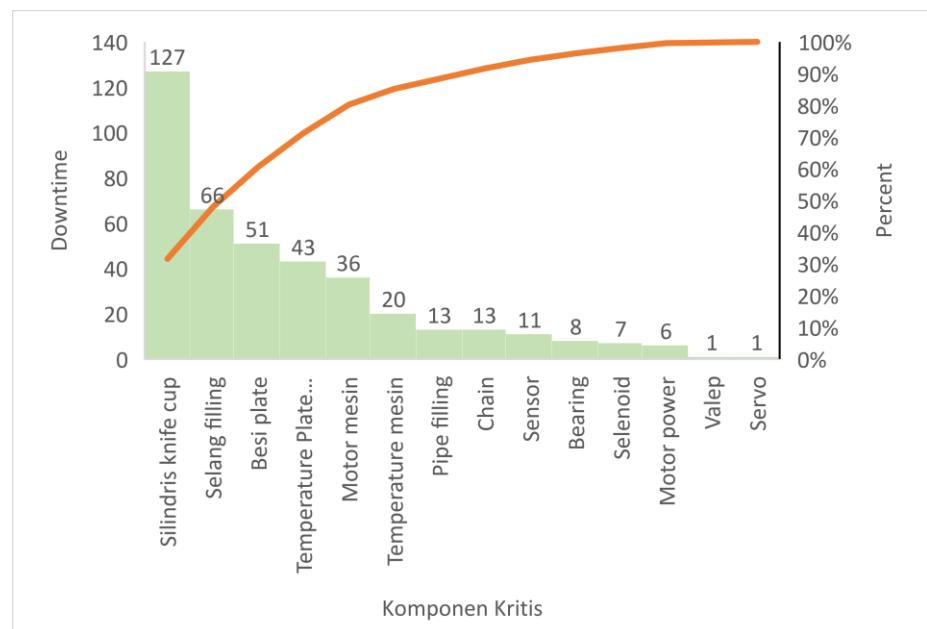
1. Komponen yang mengalami kerusakan adalah komponen sensor pada mesin *cup sealer* TE
2. Fungsi sensor pada mesin *cup sealer* TE sebagai untuk memberikan signal bahwa permukaan air telah mencapai pada level yang telah ditentukan.
3. Mode kegagalan adalah sensor
4. *Selection Guide* (Mode Kerusakan) :
  - a. Apakah hubungan dengan *age reliability* diketahui?
  - b. Apakah tindakan TD bisa digunakan?
  - c. Apakah tindakan CD dapat digunakan?
  - d. Apakah termasuk dalam mode kerusakan?
  - e. Apakah tindakan FF dapat digunakan?
  - f. Apakah diantara tindakan yang dipilih efektif?
  - g. Dapatkah desain dari modifikasi dapat mengilangkan mode kegagalan dan efeknya?

- Selection task : CD

### 5.1.5 Pendetuan Komponen Kritis

Dalam pendetuan komponen kritis diperoleh dari hasil *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) dimana perhitungan *Severity \* Occurrence \* Detection*

yang menghasilkan hasil nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang menunjukkan tingkat kepinginan dari sebuah komponen yang dianggap mempunyai tingkat resiko tertinggi sehingga memerlukan tindakan yang khusus dengan melakukan perbaikan. Untuk komponen kritis dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi pada proses trimming unit dengan komponen silindris *knife cup* yaitu sebesar 168. Nilai ini menjelaskan bahwa proses pada *trimming unit* dengan komponen silindris *knife cup* mengalami kegagalan yang harus ditangani akibat komponen tersebut bisa mengakibatkan kematian mesin.



Gambar 5. 1 Diagram Pareto Penentuan Komponen Kritis

## 5.2 Proses Age Replacement

### 5.2.1 Analisis Pola Distribusi Kerusakan

Berikut ini merupakan analisis pola distribusi kerusakan yang dimana terdapat empat distribusi yaitu distribusi eksponensial, Normal Log Normal dan Weibull. Pada pola pengujian distribusi tersebut dilakukan untuk menghitung *Index Of Fit* waktu antar kerusakan dan perbaikan pada komponen kritis yaitu komponen silindris *knife cup* pada mesin *Cup Sealer TE*. Pada analisis pola distribusi kerusakan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* (LSCF) untuk menentukan distribusi yang digunakan dengan mempertimbangkan *Index Of Fit* terbesar dan hasil *Index Of Fit* pada pengujian distribusi dengan metode *Least Square Curve Fitting* (LSCF) untuk data waktu antar kerusakan komponen silindris *knife cup*. Pada tabel dibawah ini yaitu hasil *Index Of Fit* distribusi data waktu antar kerusakan sebagai berikut:

Tabel 5. 2 Hasil Uji Pola Distribusi Data Waktu Antar Kerusakan

No	Distribusi	Index Of Fit
1	Weibull	98,10%
2	Log Normal	95,00%
3	Exponensial	88,13%
4	Normal	80,53%

Pada tabel diatas adanya hasil pola distribusi yang terbesar setelah pengujian empat distribusi maka didapat distribusi Weibull yang memiliki presentase terbesar dibandingkan distribusi Log Normal, Eksponensial dan Normal. Untuk distribusi Weibull terdapat *Index Of Fit* sebesar 98,10% untuk data waktu antar kerusakan.

Tabel 5. 3 Hasil Uji Pola Distribusi Data Waktu Antar Perbaikan

No	Distribusi	Index Of Fit
1	Log Normal	93,94%
2	Weibull	87,14%
3	Exponensial	84,20%
4	Normal	67,61%

Pada tabel diatas adanya hasil pola perhitungan distribusi yang terbesar setelah pengujian empat distribusi maka didapatkan distribusi Log Normal yang memiliki presentase terbesar dibandingkan distribusi Eksponensial, Weibull dan Normal. Untuk distribusi Log Normal terdapat *Index Of Fit* sebesar 93,94% untuk data waktu antar perbaikan.

### 5.2.2 Analisis Uji *Goodness Of Fit*

Pada distribusi yang sudah didapatkan dari *Index Of Fit* ( r ) terbesar maka harus diuji kembali agar distribusi yang terpilih benar – benar mewakili data waktu antar kerusakan dan perbaikan. Hasil dari *Index Of Fit* ( r ) terbesar pada data waktu antar kerusakan diperoleh pada distribusi Weibull, maka uji kecocokan tersebut dilakukan dengan menggunakan uji *Man Test*. Jika hasil uji *Mant Test* dengan adanya  $H_0$  diterima maka data antar waktu kerusakan berdistribusi Weibull sedangkan untuk data waktu antar perbaikan diperoleh dengan distribusi Log Normal, maka uji kecocokan tersebut dilakukan dengan menggunakan uji *Kologorov-Smirnov Test*. Jika hasil uji *Kolmogorov-Smirnov Test*  $H_0$  diterima maka data antar waktu perbaikan berdistribusi Log Normal.

### 5.2.3 Analisis Parameter dari Distribusi Data Waktu kerusakan (*Time To Failure*)

Setelah pola distribusi data waktu antar kerusakan diperoleh maka menentukan hasil dari *Mean Time To Failure* (MTTF) dengan menghitung estimasi dari data distribusi tersebut. Data waktu antar kerusakan mengikuti distribusi

Weibull, maka hasil dari parameter distribusi antar kerusakan atau *Mean Time To Failure* (MTTF) sebagai berikut:

Tabel 5. 4 Parameter Distribusi Data Waktu Kerusakan

<b>komponen</b>	<b><math>\beta</math> (shape parameter)</b>	<b><math>\theta</math> (scale parameter)</b>	<b>MTTF (menit)</b>	<b>MTTF (jam)</b>
Silindris Knife Cup	0,593571842	24294,255592	13521,16373	225,353

Untuk komponen Silindris *Knife Cup* terdapat *Mean Time To Failure* (MTTF) sebesar 13521,16373 menit atau 225,353 jam. Maka komponen Silindris Knife Cup akan mengalami kerusakan setelah beroperasi sebesar 225,353 jam.

#### 5.2.4 Analisis Parameter dari Distribusi Data Waktu Perbaikan (*Time To Repair*)

Setelah pola distribusi data waktu antar perbaikan diperoleh maka menentukan hasil dari *Mean Time To Repair* (MTTR) dengan menghitung estimasi dari data distribusi tersebut. Data waktu antar kerusakan mengikuti distribusi Log Normal, maka untuk hasil dari parameter distribusi antar perbaikan atau *Mean Time To Repair* (MTTR) sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Parameter Distribusi Data Waktu Perbaikan

<b>komponen</b>	<b>Xbar(ti)</b>	<b>Tmed</b>	<b>S</b>	<b>MTTR (menit)</b>	<b>MTTR (jam)</b>	<b>Tmod</b>
Silindris Knife Cup	3,751403	42,580781	0,5399938	49,264299	0,8	31,810921

Untuk komponen Silindris *Knife Cup* terdapat *Mean Time To Repair* (MTTR) sebesar 49,264299 menit atau 0,8 jam. Maka komponen Silindris Knife Cup akan mengalami perbaikan selama 0,8 jam.

### **5.2.5 Analisis Interval Waktu Penggantian Pencegahan dan Pemeriksaan Komponen dengan Minimasi Downtime**

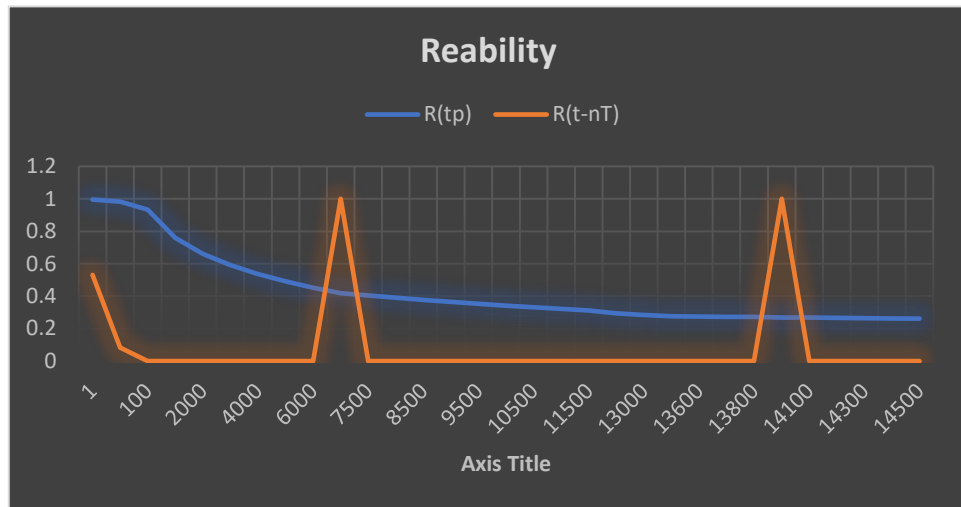
Setelah menentukan *Mean Time To Failure* (MTTF) dan *Mean Time To Repair* (MTTR) maka menentukan perhitungan selang waktu penggantian pencegahan dengan parameter pada distribusi yang telah lulus uji kecocokan distribusi. Untuk menghitung selang waktu pencegahan penggantian menggunakan kriteria minimasi *downtime* dimana hasil perhitungan dengan kriteria minimasi *downtime* yang dipilih yaitu yang menghasilkan nilai *downtime* terkecil dan model yang digunakan yaitu *Age Replacement* dengan menggunakan distribusi Weibull.

Dari pengolahan data pengolahan data yang didapat, bahwa komponen silindris *knife cup* untuk interval waktu penggantian yaitu selama 7000 menit atau sekitar 0,162 bulan. Maka komponen kritis yaitu silindris *knife cup* harus sudah diganti setelah beroperasi selama 0,162 bulan dengan adanya interval waktu penggantian pencegahan komponen kritis. Untuk perusahaan dapat menjadwalkan penggantian pencegahan pada komponen silindri *knife cup* dengan terjadwal.

Sedangkan interval waktu pemeriksaan komponen kritis diperoleh 4,8 hari maka komponen silindris *knife cup* diperiksa setiap 4,8 hari sekali. Dimana untuk mencegah terjadinya kerusakan yang mengakibatkan tergangguya sistem produksi dikarenakan yang membuat mesin dapat berhenti beroperasi.

### **5.2.6 Analisis Perbandingan Reliability sesudah dan sebelum Penentuan Interval Waktu Penggantian Pencegahan Komponen**

Untuk analisis perbandingan *Reliability* bahwa tindakan perawatan pencegahan (*preventive maintenance*) yang dimana diharapkan dapat meningkatkan keandalan (*reliability*) yang dimana komponen merupakan suatu peluang sehingga nilai tertinggi yaitu satu (1). Dibawah ini merupakan grafik untuk tingkat keandalan sesudah dan sebelum penentuan interval waktu penggantian pencegahan komponen.



Gambar 5. 2 *Reliability*

Pada gambar diatas untuk menit ke -1 dengan adanya grafik berwarna *orange* atau  $R(t-nT)$  (sesudah dilakukan *preventive maintenance*) dan grafik yang berwarna biru atau  $R(tp)$  (sebelum dilakukan *preventive maintenance*. Dimana mempunyai nilai keandalan 1 bahwa tingkat keandalan optimal karena kondisi komponen yang sudah diganti. Dan apabila pada menit 9.500 adanya penurunan sampai menit ke 14.500 dikarenakan seiring berjalannya waktu maka komponen akan mengalami penurunan keandalan. Tetapi pada menit ke 7000 dan 14.000 untuk grafik berwarna *orange* mengalami kenaikan karena telah dilakukan penggantian pencegahan sehingga komponen mengalami kenaikan keandalan (*reliability*) karena kondisi yang sudah diganti.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengolahan data dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Untuk komponen yang tergolong kedalam komponen kritis pada mesin *cup sealer* TE yang telah didapat dari *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) dimana dilihat dari *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi pada setiap komponen dari mesin *cup sealer* yaitu bahwa komponen Silindris *Knife Cup* Yang dimana *severity\*occurrence\* number* dengan  $8 \times 7 \times 3 = 168$  yaitu memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi dikarenakan sering terjadi kerusakan dan jika silindris *knife cup* pada mesin mengalami gangguan mengakibatkan proses produksi terhenti dan mesin pun harus terhenti yang mana perusahaan dapat mengalami kerugian.
2. untuk tindakan perawatan yang optimal pada metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) bahwa pada mesin *cup sealer* TE disimpulkan pada setiap komponen sebagai berikut:
  - A. *Time Direct* (TD) atau *Preventive Maintenance* (PM)
 

Untuk *Time Direct* (TD) atau *Preventive Maintenance* (PM) terdapat 2 komponen yang mengalami tindakan perawatan yang dilakukan secara langsung terhadap sumber kerusakan dengan didasari umur ataupun waktu dari komponen.

    - a. Komponen Selang *Filling*
    - b. Komponen *Chain*
  - B. *Condition Direct* (CD) atau *Predictive Maintenance* (PDM)
 

Untuk *Condition Direct* atau *Predictive Maintenance* (PDM) terdapat 11 komponen yang mengalami tindakan perawatan yang dilakukan dengan memeriksa dan inspeksi. Apabila didalam inspeksi terdapat



gejala – gejala kerusakan, maka dilanjutkan dengan perbaikan atau penggantian komponen dari mesin *Cup Sealer* TE.

- a. Komponen Solenoid
  - b. Komponen Sensor
  - c. Komponen Valep
  - d. Komponen Besi *Plate*
  - e. Komponen *Temperature Plate Cup*
  - f. Komponen *Bearing*
  - g. Komponen Motor Mesin
  - h. Komponen *Pipe Filling*
  - i. Komponen *Temperature* Mesin
  - j. Komponen Servo
  - k. Komponen Motor *Power*
3. Pada interval kerusakan dan perbaikan mesin *cup sealer* TE bahwa *Mean Time To Failure* (MTTF) didapat sebesar 13521,16373 menit atau 225,353 jam. Maka komponen Silindris *Knife Cup* akan mengalami kerusakan setelah beroperasi sebesar 225,353 jam. Sedangkan *Mean Time To Repair* (MTTR) didapat 49,264299 menit atau 0,8 jam. Maka komponen *Silindris Knife Cup* akan mengalami perbaikan selama 0,8 jam.
  4. Untuk waktu interval penggantian dan pencegahan komponen kritis bahwa dari pengolahan data didapat bahwa komponen Silindris *Knife Cup* pada interval waktu penggantian 116,6666667 jam atau sekitar 4,8 hari dan 0,162 bulan. Maka komponen kritis yaitu *Silindris Knife Cup* harus sudah diganti setelah beroperasi selama 4,8 hari dengan adanya interval waktu penggantian pencegahan komponen kritis. Untuk perusahaan dapat menjadwalkan penggantian pencegahan pada komponen silindris *knife cup* dengan terjadwal.

## 6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk sebagai masukan bagi perusahaan dari penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan diatas, bahwa peneliti menyarankan agar *Reliability Centered Maintenance* (RCM) ini dapat lebih ditingkatkan dan diterapkan sebagai pendekatan sistem perawatan mesin di PT. Tujuh Sumber Berkah. Karena dengan adanya penerapan konsep *Reliability centered maintenance* (RCM) ini, perusahaan dapat mengetahui jenis tindakan perawatan yang optimal sehingga dapat meningkatkan keandalan mesin – mesin perusahaan.
2. Berdasarkan dari hasil penelitian diatas bahwa peneliti menyarankan agar lebih baik tentang pemeriksaan umur tiap komponen serta kondisi dari tiap komponen selama 7 hari atau seminggu sekali agar tidak terjadi *downtime* pada mesin kompoen tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

Supriyadi Supriyadi, Resa Miftahul Jannah, Rizal Syarifudin 2018. Perencanaan Pemeliharaan Mesin Centrifugal Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* Pada Perusahaan Gula Rafinasi. Jurnal Integrasi Sistem Industri Volume 5

Joko Purnomo, Naufal Affandi & Asep Rahmatullah 2021. Analisis Penenrapan Perawatan Motor Konveyor Mesin Xray Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Pada PT. Tristan Engineering. Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri Vol 1, no 2

Andita Rizki Ramadani, Joumil Aidil Saifuddin, Dira Ernawati 2022. *Alternative Centrifugal Pump Maintenance System Using Reliability Centered Maintenance* (RCM II) and *Life Cycle Cost (LCC) Methods* in PDAM Surya Sembada Surabaya.

V. K. Prajapati, V. Mahajan 2021 *Reliability Assessment and Cogestion Management of Power System With Energy Storage System and Uncertain Renewable Resources*.

P. A Wicaksono, S.Saptadi, D. Nurketamanda & R.Rozaq 2021 *Production Machine Maintenance Sytem Design Using Reliability Centered Maintenance*.

Muhamad Fahrurroji, Dene Herwanto, Asep Erik N 2021. Usulan Perencanaan Perawatan Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PT. Djabesmen Jurnal Industry Xplore vol 6, No 2.

Fathurohman, Slamet Triyono 2020. *Reliability Centered Maintenance: The Implementation In Preventive Maintenance (Case Study In An Expedition Company)*. Jurnal Ekinomi Manajemen Bisnis.

Zulaikha Sjarad et al 2019. *The Application Of Reliability Centered Maintenance* (RCM) *Methods to Design Maintenance System in Manufacturing*.

Darmeini, Marzuki, Zuhaimi, Fauzi, Nurlaili, Luthfi 2023. *Gas Turbine Maintenance Using The Reliability Centered Maintenance Methods*.

Bintang Rachel Aprilia Marpaung et al 2021. *Design Preventive Maintenance System for A Product Design Lab Using Reliability Centered Maintenance (RCM) Methodology*.

Taufik, Selly Septyani 2015. *Pennentuan Interval Waktu Perawatan Komponen Kritis Pada Mesin Turbin Di PT. (Persero) Sektor Pembangkit Ombilin*. Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol 14 No 2.

Johnson D. et al 2023. *Assessing The Accuracy and Reliability Of AI-Generated Medical Responses: An Evaluation Of The Chat-GPT Model*.

Maria Ulfah et al 2021. *Usulan Preventive Maintenance Mesin Press 500 Ton Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance II di PT.DHI*.

Kulsum et al 2018. *Usulan Waktu Preventive Maintenance Untuk Menurunkan Downtime Mesin Paper Mill 1 Dengan Reliability Centered Block Diagram (Studi Kasus: PT. Indah Kiat Pulp and Paper)*.

Supriyadi Supriyadi et al 2018. *Perencanaan Pemeliharaan Mesin Centrifugal Dengan Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance Pada Perusahaan Gula Rafinasi*.

Badan Pusat Statistik (BPS – Statistics Indonesia) 2021. *Statistik Air Bersih 2017 - 2021*

Ferdi Pohan et al 2023. *Scheduling Preventive Maintenance to Determine Maintenance Actions On Screw Press Machine*.

Tatan Zakaria et al 2022. *Usulan Perbaikan Mesin Crusher SCD – V2 Dengan Metode FMEA dan Poka Yoke Di PT. XYZ*. Jurnal Intent, Vol 5, No. 2.

Maidi Saputra et al 2020. *Efektifitas Perawatan Unit Boiler: Studi Kasus Di PT. Beurata Subur Persada*. Jurnal Mekanova Vol 6 No1.

Dwi Prasetyo, Ika Ardhayani 2018. Perencanaan Pemeliharaan Mesin Produksi Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Studi Kasus: PT.S).

M. Fitri, M Farid 2023. Perawatan Mesin Crusher Menggunakan Metode RCM dan MVSM di PT. Galatta Lestarindo Sijunjung.

Okti Dwi Cahyani, Irwan Iftadi 2021. Penjadwalan *Preventive Maintenance* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* Pada Stasiun Cabinet PU di PT. IJK.

Ikramullah Zein et al 2019. Perencanaan Perawatan Mesin Kompresor Pada PT. Es Muda Perkasa Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Muhammad Naufal Al Farisi et al 2021. Analisis Perawatan Mesin *Batching Plant* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Aufansyah Nurroif, Dini Retnowati 2022. Perencanaan *Preventive Maintenance* Mesin Crane Dengan Pendekatan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

Fajar Samharil et al 2022. Perancangan Pemmeliharaan Mesin *Filter Press* Dengan Metode FMECA dan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) (Studi Kasus PT. XYZ).

Muhammad Indra Syafei & Endang Suhendar 2022. Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Pendekatan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Dan *Maintenance Value Stream Map* (MVSM) (Studi Kasus: PT. Nusa Indah Jaya).

Akbarrizqi Dwijayaputra et al 2022. Perencanaan Jadwal Pemeliharaan Mesin *Cane Carrier* Dan IMC Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance II* (RCM II) Pada PG Kebon Agung.

Hidayat et al 2021. Perancangan RCM (*Reliability Centered Maintenance*) Untuk Mengurangi *Downtime* Mesin Pembuat Botol. (Studi Kasus: PT Iglas (Persero), Gresik).

Arif Budi Sulistyو & Sibro Muhlis 2022. Optimasi Perawatan Mesin *Overhead Crane* Pada PT. KNNS Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA).

R.M. Simanungkalit, S. Suliawati (2023). Analisis Penerapan Sistem Perawatan Dengan Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Pada *Cement Mill Type Tube Mill* Di PT. Cemindo.

Sugiarto 2023. Analisa Pemeliharaan Mesin Printer Dengan *Reliability Centered Maintenance* (RCM) II Dan *Life Cycle Cost* (LCC) Di CV. XYZ

AMA Abid, F. Ashari 2022. Menentukan Penjadwalan *Maintenance* Mesin *Finish Mill* Dengan Metode FMEA Di PT. Semen Indonesia (PERSERO) Tbk.

P. Haming et al 2023. *The Maintenance Interval Of Prebreaker Critical Components Using Reliability Centered Maintenance* In PT. XYZ

N.E. Buer, H. Eftensol, M.K. Hella 2023. *A Limited RCM Analysis Of The Hydraulic Emergency System To An OCL Crane At The Jack Up Ring Linus.*

M. Widodo, D. Prastiawan, A. Rifai 2023. *Application Of Reliability Centered Maintenance Centrifugal Pumps To Minimize Downtime In PDAM Magelang City.*

N. Idraki, Z. Arief 2023. Evaluasi Perawatan Pada *Cold Storage Sankool* Di Perusahaan Daerah Rumah Potong Hewan Surabaya.

M. Rosyid, M. Indrayana 2023. Penjadwalan Pemeliharaan Mesin *Filling Bag* Menggunakan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) Di PT. SHGM

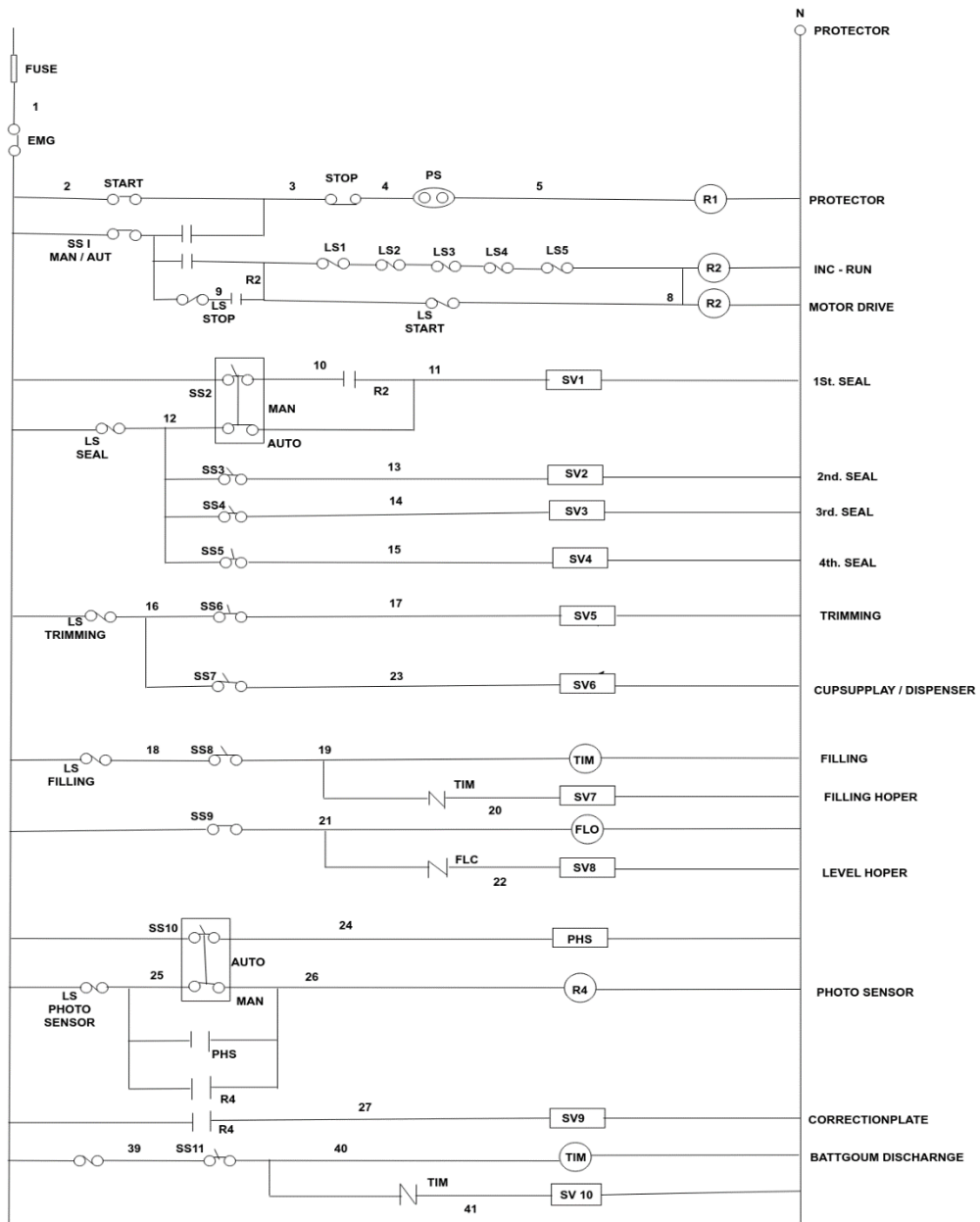
## LAMPIRAN













c	$\Gamma(x)$	c	$\Gamma(x)$	c	$\Gamma(x)$	c	$\Gamma(x)$
1.01	0.99433	1.51	0.88659	2.01	1.00427	2.51	1.33875
1.02	0.98884	1.52	0.88704	2.02	1.00862	2.52	1.34830
1.03	0.98355	1.53	0.88757	2.03	1.01306	2.53	1.35798
1.04	0.97844	1.54	0.88818	2.04	1.01758	2.54	1.36779
1.05	0.97350	1.55	0.88887	2.05	1.02218	2.55	1.37775
1.06	0.96874	1.56	0.88964	2.06	1.02687	2.56	1.38784
1.07	0.96415	1.57	0.89049	2.07	1.03164	2.57	1.39807
1.08	0.95973	1.58	0.89142	2.08	1.03650	2.58	1.40844
1.09	0.95546	1.59	0.89243	2.09	1.04145	2.59	1.41896
1.10	0.95133	1.60	0.89352	2.10	1.04649	2.60	1.42962
1.11	0.94740	1.61	0.89468	2.11	1.05161	2.61	1.44044
1.12	0.94359	1.62	0.89592	2.12	1.05682	2.62	1.45140
1.13	0.93993	1.63	0.89724	2.13	1.06212	2.63	1.46251
1.14	0.93642	1.64	0.89864	2.14	1.06751	2.64	1.47377
1.15	0.93304	1.65	0.90012	2.15	1.07300	2.65	1.48519
1.16	0.92980	1.66	0.90167	2.16	1.07857	2.66	1.49677
1.17	0.92670	1.67	0.90330	2.17	1.08424	2.67	1.50851
1.18	0.92373	1.68	0.90500	2.18	1.09000	2.68	1.52040
1.19	0.92089	1.69	0.90678	2.19	1.09585	2.69	1.53246
1.20	0.91817	1.70	0.90864	2.20	1.10180	2.70	1.54469
1.21	0.91558	1.71	0.91057	2.21	1.10785	2.71	1.55708
1.22	0.91311	1.72	0.91258	2.22	1.11399	2.72	1.56964
1.23	0.91075	1.73	0.91467	2.23	1.12023	2.73	1.58237
1.24	0.90852	1.74	0.91683	2.24	1.12657	2.74	1.59528
1.25	0.90640	1.75	0.91906	2.25	1.13300	2.75	1.60836
1.26	0.90440	1.76	0.92137	2.26	1.13954	2.76	1.62162
1.27	0.90250	1.77	0.92376	2.27	1.14618	2.77	1.63506
1.28	0.90072	1.78	0.92623	2.28	1.15292	2.78	1.64868
1.29	0.89904	1.79	0.92877	2.29	1.15976	2.79	1.66249
1.30	0.89747	1.80	0.93138	2.30	1.16671	2.80	1.67649
1.31	0.89600	1.81	0.93408	2.31	1.17377	2.81	1.69068
1.32	0.89464	1.82	0.93685	2.32	1.18093	2.82	1.70506
1.33	0.89338	1.83	0.93969	2.33	1.18819	2.83	1.71963
1.34	0.89222	1.84	0.94261	2.34	1.19557	2.84	1.73441
1.35	0.89115	1.85	0.94561	2.35	1.20305	2.85	1.74938
1.36	0.89018	1.86	0.94869	2.36	1.21065	2.86	1.76456
1.37	0.88931	1.87	0.95184	2.37	1.21836	2.87	1.77994
1.38	0.88854	1.88	0.95507	2.38	1.22618	2.88	1.79553
1.39	0.88785	1.89	0.95838	2.39	1.23412	2.89	1.81134
1.40	0.88726	1.90	0.96177	2.40	1.24217	2.90	1.82736
1.41	0.88676	1.91	0.96523	2.41	1.25034	2.91	1.84359
1.42	0.88636	1.92	0.96877	2.42	1.25863	2.92	1.86005
1.43	0.88604	1.93	0.97240	2.43	1.26703	2.93	1.87673
1.44	0.88581	1.94	0.97610	2.44	1.27556	2.94	1.89363
1.45	0.88566	1.95	0.97988	2.45	1.28421	2.95	1.91077
1.46	0.88560	1.96	0.98374	2.46	1.29298	2.96	1.92814
1.47	0.88563	1.97	0.98769	2.47	1.30188	2.97	1.94574
1.48	0.88575	1.98	0.99171	2.48	1.31091	2.98	1.96358
1.49	0.88595	1.99	0.99581	2.49	1.32006	2.99	1.98167
1.50	0.88623	2.00	1.00000	2.50	1.32934	3.00	2.00000

Sumber : Ebeling, C.E, *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*,  
Mc Graw-Hill, New York, 1997

No	Komponen	Actual Start	Actual Finish
1.	Silindris Knife Cup	04/01/2021 14:05	04/01/2021 14:45
		05/01/2021 10:20	05/01/2021 10:50
		09/01/2021 08:50	09/01/2021 09:50
		11/01/2021 21:20	11/01/2021 21:45
		12/01/2021 19:45	12/01/2021 20:55
		14/01/2021 20:35	14/01/2021 20:55
		19/01/2021 17:00	19/01/2021 17:55
		20/01/2021 07:15	20/01/2021 07:50
		21/01/2021 16:30	21/01/2021 17:30
		23/01/2021 17:30	23/01/2021 18:00
		25/01/2021 13:50	25/01/2021 14:45
		28/01/2021 21:10	28/01/2021 21:35
		30/01/2021 17:05	30/01/2021 17:55
		06/02/2021 20:50	06/02/2021 21:20
		09/02/2021 07:50	09/02/2021 08:40
		15/02/2021 14:20	15/02/2021 14:45
		17/02/2021 10:10	17/02/2021 10:55
		26/02/2021 08:00	26/02/2021 08:20
		26/02/2021 15:40	26/02/2021 16:30
		02/03/2021 10:50	02/03/2021 11:15
09/03/2021 07:50	09/03/2021 08:40		

		13/03/2021 17:15	13/03/2021 17:45
		24/03/2021 07:15	24/03/2021 07:55
		31/03/2021 07:40	31/03/2021 08:15
		07/04/2021 20:50	07/04/2021 21:45
		15/04/2021 16:30	15/04/2021 17:00
		22/04/2021 13:40	22/04/2021 14:30
		27/04/2021 11:10	27/04/2021 11:40
		03/05/2021 09:20	03/05/2021 10:15
		08/05/2021 22:05	08/05/2021 22:30
		24/05/2021 07:15	24/05/2021 08:00
		26/05/2021 14:20	26/05/2021 14:50
		02/06/2021 08:50	02/06/2021 09:50
		08/06/2021 19:55	08/06/2021 20:25
		18/06/2021 08:05	18/06/2021 08:55
		23/06/2021 10:35	23/06/2021 11:00
		26/06/2021 16:20	26/06/2021 17:20
		03/07/2021 5:50	03/07/2021 16:20
		10/07/2021 21:45	10/07/2021 22:50
		17/07/2021 22:40	17/07/2021 23:10
		21/07/2021 14:55	21/07/2021 15:50
		30/07/2021 11:40	30/07/2021 12:15
		06/08/2021 10:10	06/08/2021 10:55

		12/08/2021 13:25	12/08/2021 13:55
		20/08/2021 12:50	20/08/2021 13:45
		23/08/2021 08:40	23/08/2021 09:15
		28/08/2021 09:40	28/08/2021 10:40
		31/08/2021 10:50	31/08/2021 11:20
		04/09/2021 20:50	04/09/2021 21:50
		11/09/2021 14:40	11/09/2021 15:05
		18/09/2021 09:20	18/09/2021 10:20
		25/09/2021 21:30	25/09/2021 22:00
		01/10/2021 13:35	01/10/2021 14:45
		08/10/2021 13:30	08/10/2021 13:50
		16/10/2021 07:55	16/10/2021 08:50
		21/10/2021 09:50	21/10/2021 10:25
		25/10/2021 21:40	25/10/2021 22:55
		01/11/2021 14:50	01/11/2021 15:20
		09/11/2021 11:05	09/11/2021 11:55
		13/11/2021 08:40	13/11/2021 09:10
		20/11/2021 21:45	20/11/2021 22:45
		04/12/2021 14:50	04/12/2021 15:15
		13/12/2021 09:35	13/12/2021 10:40
		18/12/2021 08:55	18/12/2021 09:30
		23/12/2021 13:30	23/12/2021 14:30

		03/01/2022 07:55	03/01/2022 08:30
		08/01/2022 17:00	08/01/2022 17:50
		12/01/2022 14:10	12/01/2022 14:35
		18/01/2022 09:20	18/01/2022 10:15
		28/01/2022 07:50	28/01/2022 08:30
		03/02/2022 21:25	03/02/2022 22:15
		07/02/2022 13:40	07/02/2022 14:10
		16/02/2022 20:15	16/02/2022 21:15
		21/02/2022 19:15	21/02/2022 19:40
		25/02/2022 20:00	25/02/2022 20:55
		04/03/2022 08:40	04/03/2022 09:10
		10/03/2022 10:50	10/03/2022 11:50
		24/03/2022 17:25	24/03/2022 17:50
		30/03/2022 08:35	30/03/2022 09:40
		05/04/2022 17:40	05/04/2022 18:15
		14/04/2022 13:55	14/04/2022 14:50
		20/04/2022 10:45	20/04/2022 11:15
		27/04/2022 19:50	27/04/2022 20:55
		10/05/2022 08:20	10/05/2022 09:00
		19/05/2022 14:05	19/05/2022 14:55
		06/06/2022 13:50	06/06/2022 14:15
		15/06/2022 17:05	15/06/2022 17:50

		25/06/2022 07:55	25/06/2022 08:30
		01/07/2022 22:05	01/07/2022 22:55
		07/07/2022 20:15	07/07/2022 20:50
		22/07/2022 14:10	22/07/2022 14:55
		25/07/2022 09:10	25/07/2022 09:30
		06/08/2022 14:20	06/08/2022 15:25
		16/08/2022 22:15	16/08/2022 22:40
		24/08/2022 11:25	24/08/2022 12:20
		29/08/2022 20:10	29/08/2022 20:35
		03/09/2022 09:30	03/09/2022 10:40
		12/09/2022 21:45	12/09/2022 22:05
		22/09/2022 13:40	22/09/2022 14:50
		30/09/2022 17:00	30/09/2022 17:25
		04/10/2022 14:50	04/10/2022 15:55
		10/10/2022 10:00	10/10/2022 10:20
		15/10/2022 13:25	15/10/2022 14:35
		27/10/2022 10:30	27/10/2022 11:00
		05/11/2022 08:50	05/11/2022 09:50
		11/11/2022 21:15	11/11/2022 21:35
		21/11/2022 14:05	21/11/2022 14:55
		30/11/2022 20:30	30/11/2022 21:05
		08/12/2022 09:35	08/12/2022 10:50



		14/12/2022 11:10	14/12/2022 11:35
		17/12/2022 17:50	17/12/2022 18:50
		27/12/2022 10:50	27/12/2022 11:20
		04/01/2023 07:50	04/01/2023 08:55
		16/01/2023 19:15	16/01/2023 19:40
		26/01/2023 21:40	26/01/2023 22:50
		01/02/2023 19:50	01/02/2023 20:15
		10/02/2023 07:30	10/02/2023 08:30
		23/02/2023 16:40	23/02/2023 17:10
		04/03/2023 10:35	04/03/2023 11:25
		12/03/2023 08:00	12/03/2023 14:00
		16/03/2023 07:25	16/03/2023 07:40
		26/03/2023 13:00	26/03/2023 13:20
		09/04/2023 09:00	09/04/2023 15:00
		28/05/2023 13:00	28/05/2023 15:00
		01/06/2023 10:00	01/06/2023 15:00
		11/06/2023 08:00	11/06/2023 10:00
		17/06/2023 08:00	17/06/2023 11:00
2.	Temperature Mesin	07/01/2021 19:30	07/01/2021 20:00
		12/01/2021 14:10	12/01/2021 14:35
		14/01/2021 14:30	14/01/2021 14:45
		22/01/2021 17:05	22/01/2021 17:30

		09/02/2021 17:15	09/02/2021 17:35
		20/03/2021 10:00	20/03/2021 10:20
		29/04/2021 21:15	29/04/2021 21:40
		30/05/2021 19:45	30/05/2021 20:10
		15/06/2021 22:00	15/06/2021 22:25
		07/07/2021 20:30	07/07/2021 20:55
		04/08/2021 16:20	04/08/2021 16:45
		22/09/2021 13:50	22/09/2021 14:15
		05/10/2021 20:55	05/10/2021 21:20
		25/10/2021 10:25	25/10/2021 10:50
		11/11/2021 14:15	11/11/2021 14:35
		03/01/2022 20:45	03/01/2022 21:05
		06/02/2023 21:15	06/02/2023 21:30
		17/02/2023 14:00	17/02/2023 14:15
		09/05/2023 20:00	09/05/2023 21:40
		17/06/2023 13:00	17/06/2023 14:00
3.	Besi Plate	04/01/2021 11:00	04/01/2021 11:45
		06/01/2021 17:05	06/01/2021 17:20
		09/01/2021 19:25	09/01/2021 19:45
		14/01/2021 07:55	14/01/2021 08:15
		18/01/2021 09:00	18/01/2021 09:25
		18/01/2021 14:45	18/01/2021 15:10

		27/01/2021 20:15	27/01/2021 20:40
		05/02/2021 09:25	05/02/2021 09:50
		10/02/2021 11:20	10/02/2021 11:45
		19/02/2021 09:30	19/02/2021 09:50
		22/02/2021 13:50	22/02/2021 14:15
		01/03/2021 09:35	01/03/2021 10:00
		18/03/2021 09:50	18/03/2021 10:15
		24/03/2021 21:55	24/03/2021 22:20
		31/03/2021 19:20	31/03/2021 19:45
		10/04/2021 09:25	10/04/2021 09:50
		17/04/2021 10:45	17/04/2021 11:05
		19/04/2021 07:55	19/04/2021 08:20
		26/04/2021 14:40	26/04/2021 15:00
		30/04/2021 22:00	30/04/2021 22:25
		08/05/2021 07:55	08/05/2021 08:20
		25/05/2021 21:05	25/05/2021 21:30
		02/06/2021 16:20	02/06/2021 16:45
		12/06/2021 20:50	12/06/2021 21:15
		19/06/2021 14:05	19/06/2021 14:30
		13/07/2021 16:20	13/07/2021 16:55
		31/07/2021 20:00	31/07/2021 20:20
		07/08/2021 21:15	07/08/2021 21:35

		14/08/2021 21:00	14/08/2021 21:25
		23/08/2021 21:05	23/08/2021 21:30
		04/09/2021 08:45	04/09/2021 09:10
		14/09/2021 10:00	14/09/2021 10:20
		29/09/2021 22:05	29/09/2021 22:30
		16/10/2021 17:40	16/10/2021 18:10
		05/11/2021 17:05	05/11/2021 17:30
		13/11/2021 21:10	13/11/2021 21:35
		04/12/2021 21:40	04/12/2021 22:05
		03/01/2022 15:05	03/01/2022 15:30
		31/01/2022 15:05	31/01/2022 15:30
		16/02/2022 11:05	16/02/2022 11:30
		05/04/2022 09:15	05/04/2022 09:40
		14/05/2022 10:10	14/05/2022 10:35
		11/06/2022 14:00	11/06/2022 14:25
		07/07/2022 08:25	07/07/2022 08:55
		09/08/2022 15:50	09/08/2022 16:15
		12/09/2022 09:15	12/09/2022 09:35
		16/11/2022 17:20	16/11/2022 17:45
		17/12/2022 09:45	17/12/2022 10:05
		21/01/2023 08:45	21/01/2023 09:10
		28/02/2023 21:20	28/02/2023 21:45

		14/05/2023 08:00	14/05/2023 11:00
4.	Sensor	06/01/2021 13:10	06/01/2021 13:30
		15/01/2021 13:50	15/01/2021 14:20
		03/03/2021 15:20	03/03/2021 15:40
		08/04/2021 13:15	08/04/2021 13:35
		22/04/2021 22:05	22/04/2021 22:20
		29/05/2021 11:10	29/05/2021 11:35
		08/09/2021 16:10	08/09/2021 16:30
		09/12/2021 11:05	09/12/2021 11:25
		21/02/2022 07:30	21/02/2022 07:40
		03/12/2022 19:40	03/12/2022 20:00
		11/03/2023 07:00	11/03/2023 08:00
5.	Temperature Plate Cup	08/01/2021 11:30	08/01/2021 11:45
		09/01/2021 10:55	09/01/2021 11:15
		13/01/2021 15:20	13/01/2021 15:45
		16/01/2021 21:10	16/01/2021 21:30
		21/01/2021 07:30	21/01/2021 07:55
		26/01/2021 15:40	26/01/2021 16:00
		03/02/2021 10:45	03/02/2021 11:10
		20/02/2021 17:40	20/02/2021 18:05
		13/03/2021 09:00	13/03/2021 09:25
		27/03/2021 10:30	27/03/2021 11:05

		08/04/2021 21:20	08/04/2021 21:50
		24/04/2021 17:00	24/04/2021 17:20
		30/04/2021 13:40	30/04/2021 14:10
		06/05/2021 15:35	06/05/2021 16:00
		24/05/2021 11:00	24/05/2021 11:25
		29/05/2021 20:15	29/05/2021 20:40
		07/06/2021 14:15	07/06/2021 14:40
		12/06/2021 10:00	12/06/2021 10:30
		29/06/2021 10:15	29/06/2021 10:45
		10/07/2021 09:55	10/07/2021 10:20
		06/08/2021 19:55	06/08/2021 20:20
		26/08/2021 17:10	26/08/2021 17:35
		02/09/2021 22:50	02/09/2021 23:15
		13/10/2021 09:00	13/10/2021 09:30
		28/10/2021 16:15	28/10/2021 16:40
		17/11/2021 16:20	17/11/2021 16:45
		07/12/2021 10:00	07/12/2021 10:25
		22/01/2022 20:10	22/01/2022 20:30
		05/03/2022 14:00	05/03/2022 14:20
		10/05/2022 20:30	10/05/2022 21:05
		29/06/2022 13:45	29/06/2022 14:10
		22/07/2022 22:45	22/07/2022 23:10

		24/08/2022 22:00	24/08/2022 22:20
		04/10/2022 09:20	04/10/2022 09:45
		30/11/2022 08:55	30/11/2022 09:25
		27/12/2022 16:05	27/12/2022 16:30
		07/03/2023 13:50	07/03/2023 14:15
		26/03/2023 08:00	26/03/2023 13:00
		30/04/2023 15:20	30/04/2023 16:00
		29/05/2023 13:20	29/05/2023 13:40
		11/06/2023 10:00	11/06/2023 14:00
		19/06/2023 07:00	19/06/2023 07:55
		27/06/2023 10:30	27/06/2023 11:00
6.	Bearing	05/01/2021 17:00	05/01/2021 17:45
		05/06/2021 16:40	05/06/2021 17:15
		17/07/2021 08:50	17/07/2021 09:30
		18/12/2021 19:40	18/12/2021 20:20
		27/05/2022 19:20	27/05/2022 20:00
		26/11/2022 10:00	26/11/2022 11:00
		28/05/2023 08:30	28/05/2023 09:30
		25/06/2023 15:00	25/06/2023 16:00
7.	Chain	11/01/2021 10:30	11/01/2021 11:05
		18/01/2021 21:40	18/01/2021 22:15
		15/02/2021 22:05	15/02/2021 22:20

		15/03/2021 10:15	15/03/2021 10:35
		08/05/2021 15:15	08/05/2021 15:35
		02/06/2021 21:25	02/06/2021 21:50
		17/07/2021 16:10	17/07/2021 16:30
		02/09/2021 13:15	02/09/2021 13:35
		24/11/2021 10:50	24/11/2021 11:25
		02/08/2022 11:10	02/08/2022 11:30
		31/10/2022 13:25	31/10/2022 13:40
		07/01/2023 11:25	07/01/2023 11:45
		25/06/2023 12:30	25/06/2023 14:30
8.	Motor Power	23/01/2021 11:00	23/01/2021 11:20
		13/04/2021 07:10	13/04/2021 07:35
		02/08/2021 19:10	02/08/2021 19:35
		10/09/2021 19:05	10/09/2021 19:25
		20/03/2023 14:20	20/03/2023 14:35
		02/05/2023 15:12	02/05/2023 16:15
9.	Motor Mesin	04/01/2021 21:15	04/01/2021 21:50
		29/01/2021 14:30	29/01/2021 14:50
		13/02/2021 21:00	13/02/2021 21:15
		20/02/2021 08:55	20/02/2021 09:15
		27/02/2021 08:45	27/02/2021 09:10
		06/03/2021 11:05	06/03/2021 11:30



		24/03/2021 13:40	24/03/2021 14:05
		06/04/2021 11:10	06/04/2021 11:30
		05/05/2021 19:45	05/05/2021 20:10
		16/06/2021 21:20	16/06/2021 21:45
		27/07/2021 21:30	27/07/2021 21:50
		25/08/2021 11:25	25/08/2021 11:45
		05/10/2021 10:45	05/10/2021 11:00
		04/12/2021 07:20	04/12/2021 07:35
		11/02/2022 10:35	11/02/2022 11:00
		16/07/2022 20:00	16/07/2022 20:20
		21/03/2023 14:25	21/03/2023 15:00
		21/03/2023 10:15	21/03/2023 11:00
		24/03/2023 13:00	24/03/2023 14:00
		24/03/2023 15:05	24/03/2023 16:00
		25/03/2023 10:00	25/03/2023 11:00
		30/03/2023 10:45	30/03/2023 11:25
		30/03/2023 11:10	30/03/2023 11:25
		31/03/2023 08:30	31/03/2023 08:45
		31/03/2023 09:50	31/03/2023 10:10
		31/03/2023 15:45	31/03/2023 15:55
		11/04/2023 10:15	11/04/2023 10:35
		26/04/2023 16:00	26/04/2023 16:10

		26/04/2023 17:00	26/04/2023 17:30
		26/04/2023 17:05	26/04/2023 17:15
		27/04/2023 13:20	27/04/2023 13:30
		03/05/2023 16:40	03/05/2023 17:00
		17/05/2023 14:00	17/05/2023 15:16
		28/05/2023 16:00	28/05/2023 17:00
		02/06/2023 14:00	02/06/2023 14:20
		06/06/2023 08:15	06/06/2023 08:45
10.	Selang Filling	06/01/2021 22:10	06/01/2021 22:20
		11/01/2021 22:35	11/01/2021 22:45
		23/01/2021 22:05	23/01/2021 22:20
		01/02/2021 19:05	01/02/2021 19:25
		09/02/2021 10:30	09/02/2021 10:45
		18/02/2021 16:00	18/02/2021 16:15
		23/02/2021 11:00	23/02/2021 11:10
		26/02/2021 21:50	26/02/2021 22:05
		05/03/2021 14:20	05/03/2021 14:35
		18/03/2021 20:20	18/03/2021 20:40
		03/04/2021 10:05	03/04/2021 10:20
		16/04/2021 14:15	16/04/2021 14:30
		24/04/2021 08:25	24/04/2021 08:40
		04/05/2021 17:05	04/05/2021 17:20

		24/05/2021 22:00	24/05/2021 22:20
		04/06/2021 10:20	04/06/2021 10:45
		15/06/2021 13:10	15/06/2021 13:30
		19/06/2021 22:05	19/06/2021 22:30
		07/07/2021 11:00	07/07/2021 11:20
		23/07/2021 11:10	23/07/2021 11:35
		30/07/2021 22:05	30/07/2021 22:25
		04/08/2021 17:00	04/08/2021 17:20
		13/08/2021 20:05	13/08/2021 20:20
		28/08/2021 20:15	28/08/2021 20:40
		04/09/2021 14:00	04/09/2021 14:15
		18/09/2021 20:10	18/09/2021 20:35
		29/09/2021 11:10	29/09/2021 11:30
		09/10/2021 14:45	09/10/2021 15:00
		18/10/2021 19:20	18/10/2021 19:40
		01/11/2021 07:45	01/11/2021 08:00
		06/11/2021 19:10	06/11/2021 19:25
		20/11/2021 10:55	20/11/2021 11:15
		30/11/2021 17:40	30/11/2021 18:00
		13/12/2021 19:15	13/12/2021 19:40
		07/01/2022 13:30	07/01/2022 13:50
		18/01/2022 19:55	18/01/2022 20:20

		03/02/2022 11:00	03/02/2022 11:20
		21/02/2022 13:20	21/02/2022 13:45
		14/03/2012 11:20	14/03/2012 11:45
		19/03/2022 16:10	19/03/2022 16:35
		09/04/2022 11:20	09/04/2022 11:40
		02/06/2022 10:40	02/06/2022 11:00
		20/06/2022 19:20	20/06/2022 19:35
		11/07/2022 19:50	11/07/2022 20:15
		29/07/2022 13:35	29/07/2022 14:00
		12/08/2022 10:00	12/08/2022 10:20
		29/08/2022 10:20	29/08/2022 10:45
		08/09/2022 11:20	08/09/2022 11:45
		26/09/2022 15:15	26/09/2022 15:35
		04/10/2022 20:55	04/10/2022 21:20
		18/10/2022 19:05	18/10/2022 19:30
		22/10/2022 21:00	22/10/2022 21:15
		16/11/2022 09:10	16/11/2022 09:25
		26/11/2022 21:20	26/11/2022 21:45
		09/12/2022 14:05	09/12/2022 14:20
		27/12/2022 22:10	27/12/2022 22:25
		12/01/2023 14:20	12/01/2023 14:45
		01/02/2023 10:10	01/02/2023 10:25

		13/02/2023 11:05	13/02/2023 11:20
		28/02/2023 13:15	28/02/2023 13:40
		30/03/2023 10:15	30/03/2023 10:40
		10/04/2023 13:50	10/04/2023 14:15
		27/05/2023 10:45	27/05/2023 11:00
		28/05/2023 11:30	28/05/2023 12:00
		19/06/2023 08:00	19/06/2023 08:10
		25/06/2023 14:30	25/06/2023 14:45
11.	Pipe Filling	20/02/2021 11:20	20/02/2021 11:40
		03/04/2021 16:20	03/04/2021 16:45
		05/05/2021 08:30	05/05/2021 09:00
		09/06/2021 14:40	09/06/2021 15:10
		27/07/2021 10:20	27/07/2021 10:45
		18/08/2021 14:35	18/08/2021 15:00
		30/11/2021 08:05	30/11/2021 08:35
		17/09/2022 10:35	17/09/2022 11:00
		21/01/2023 19:55	21/01/2023 20:20
		20/03/2023 11:00	20/03/2023 12:00
		14/05/2023 14:00	14/05/2023 16:00
		28/05/2023 15:00	28/05/2023 16:00
		28/06/2023 11:30	28/06/2023 12:30
12.	Valep	02/04/2023 08.00	02/04/2023 15.00

13.	Servo	03/04/2023 09:00	03/04/2023 15:00
14.	Solenoid	04/03/2021 16:40	04/03/2021 17:00
		24/05/2021 17:40	24/05/2021 18:05
		24/07/2021 17:15	24/07/2021 17:40
		22/09/2021 22:45	22/09/2021 23:10
		01/11/2021 21:00	01/11/2021 21:20
		16/08/2022 13:40	16/08/2022 14:00
		08/06/2023 10:20	08/06/2023 10:45

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	ti
1	04/01/2021 14:05	04/01/2021 14:45	0
2	05/01/2021 10:20	05/01/2021 10:50	1175
3	09/01/2021 08:50	09/01/2021 09:50	5640
4	11/01/2021 21:20	11/01/2021 21:45	3570
5	12/01/2021 19:45	12/01/2021 20:55	1320
6	14/01/2021 20:35	14/01/2021 20:55	2860
7	19/01/2021 17:00	19/01/2021 17:55	6965
8	20/01/2021 07:15	20/01/2021 07:50	800
9	21/01/2021 16:30	21/01/2021 17:30	1960
10	23/01/2021 17:30	23/01/2021 18:00	2880
11	25/01/2021 13:50	25/01/2021 14:45	2630
12	28/01/2021 21:10	28/01/2021 21:35	4705
13	30/01/2021 17:05	30/01/2021 17:55	2610
14	06/02/2021 20:50	06/02/2021 21:20	10255
15	09/02/2021 07:50	09/02/2021 08:40	3510
16	15/02/2021 14:20	15/02/2021 14:45	8980
17	17/02/2021 10:10	17/02/2021 10:55	2605
18	26/02/2021 08:00	26/02/2021 08:20	12785
19	26/02/2021 15:40	26/02/2021 16:30	440
20	02/03/2021 10:50	02/03/2021 11:15	5420
21	09/03/2021 07:50	09/03/2021 08:40	9875
22	13/03/2021 17:15	13/03/2021 17:45	6290
23	24/03/2021 07:15	24/03/2021 07:55	15210

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	ti
24	31/03/2021 07:40	31/03/2021 08:15	10065
25	07/04/2021 20:50	07/04/2021 21:45	10835
26	15/04/2021 16:30	15/04/2021 17:00	11205
27	22/04/2021 13:40	22/04/2021 14:30	9880
28	27/04/2021 11;10	27/04/2021 11:40	7000
29	03/05/2021 09:20	03/05/2021 10:15	8500
30	08/05/2021 22:05	08/05/2021 22:30	7910
31	24/05/2021 07:15	24/05/2021 08:00	22125
32	26/05/2021 14:20	26/05/2021 14:50	3260
33	02/06/2021 08:50	02/06/2021 09:50	9720
34	08/06/2021 19:55	08/06/2021 20:25	9245
35	18/06/2021 08:05	18/06/2021 08:55	13660
36	23/06/2021 10:35	23/06/2021 11:00	7300
37	26/06/2021 16:20	26/06/2021 17:20	4640
38	03/07/2021 15:50	03/07/2021 16:20	9990
39	10/07/2021 21:45	10/07/2021 22:50	10405
40	17/07/2021 22:40	17/07/2021 23:10	10070
41	21/07/2021 14:55	21/07/2021 15:50	5265
42	30/07/2021 11:40	30/07/2021 12:15	12710
43	06/08/2021 10:10	06/08/2021 10:55	9955
44	12/08/2021 13:25	12/08/2021 13:55	8790
45	20/08/2021 12:50	20/08/2021 13:45	11455
46	23/08/2021 08:40	23/08/2021 09:15	4015
47	28/08/2021 09:40	28/08/2021 10:40	7225
48	31/08/2021 10:50	31/08/2021 11:20	4330
49	04/09/2021 20:50	04/09/2021 21:50	6330
50	11/09/2021 14:40	11/09/2021 15:05	9650
51	18/09/2021 09:20	18/09/2021 10:20	9735
52	25/09/2021 21:30	25/09/2021 22:00	10750
53	01/10/2021 13:35	01/10/2021 14:45	8135
54	08/10/2021 13:30	08/10/2021 13:50	10005
55	16/10/2021 07:55	16/10/2021 08:50	11165
56	21/10/2021 09:50	21/10/2021 10:25	7260
57	25/10/2021 21:40	25/10/2021 22:55	6435
58	01/11/2021 14:50	01/11/2021 15:20	9595
59	09/11/2021 11:05	09/11/2021 11:55	11265
60	13/11/2021 08:40	13/11/2021 09:10	5565
61	20/11/2021 21:45	20/11/2021 22:45	10835
62	04/12/2021 14:50	04/12/2021 15:15	19685
63	13/12/2021 09:35	13/12/2021 10:40	12620

No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	ti
64	18/12/2021 08:55	18/12/2021 09:30	7095
65	23/12/2021 13:30	23/12/2021 14:30	7440
66	03/01/2022 07:55	03/01/2022 08:30	15445
67	08/01/2022 17:00	08/01/2022 17:50	7710
68	12/01/2022 14:10	12/01/2022 14:35	5540
69	18/01/2022 09:20	18/01/2022 10:15	8325
70	28/01/2022 07:50	28/01/2022 08:30	1425
71	03/02/2022 21:25	03/02/2022 22:15	9415
72	07/02/2022 13:40	07/02/2022 14:10	5245
73	16/02/2022 20:15	16/02/2022 21:15	13325
74	21/02/2022 19:15	21/02/2022 19:40	7080
75	25/02/2022 20:00	25/02/2022 20:55	5780
76	04/03/2022 08:40	04/03/2022 09:10	9345
77	10/03/2022 10:50	10/03/2022 11:50	8740
78	24/03/2022 17:25	24/03/2022 17:50	20495
79	30/03/2022 08:35	30/03/2022 09:40	8085
80	05/04/2022 17:40	05/04/2022 18:15	9120
81	14/04/2022 13:55	14/04/2022 14:50	12700
82	20/04/2022 10:45	20/04/2022 11:15	8395
83	27/04/2022 19:50	27/04/2022 20:55	10595
84	10/05/2022 08:20	10/05/2022 09:00	17965
85	19/05/2022 14:05	19/05/2022 14:55	13265
86	06/06/2022 13:50	06/06/2022 14:15	25855
87	15/06/2022 17:05	15/06/2022 17:50	13130
88	25/06/2022 07:55	25/06/2022 08:30	13805
89	01/07/2022 22:05	01/07/2022 22:55	9455
90	07/07/2022 20:15	07/07/2022 20:50	8480
91	22/07/2022 14:10	22/07/2022 14:55	21200
92	25/07/2022 09:10	25/07/2022 09:30	3975
93	06/08/2022 14:20	06/08/2022 15:25	17570
94	16/08/2022 22:15	16/08/2022 22:40	14810
95	24/08/2022 11:25	24/08/2022 12:20	10845
96	29/08/2022 20:10	29/08/2022 20:35	7670
97	03/09/2022 09:30	03/09/2022 10:40	6535
98	12/09/2022 21:45	12/09/2022 22:05	13625
99	22/09/2022 13:40	22/09/2022 14:50	13895
100	30/09/2022 17:00	30/09/2022 17:25	11650
101	04/10/2022 14:50	04/10/2022 15:55	5605
102	10/10/2022 10:00	10/10/2022 10:20	8285
103	15/10/2022 13:25	15/10/2022 14:35	7385



No	Mulai Downtime	Selesai Downtime	ti
104	27/10/2022 10:30	27/10/2022 11:00	17035
105	05/11/2022 08:50	05/11/2022 09:50	12830
106	11/11/2022 21:15	11/11/2022 21:35	9325
107	21/11/2022 14:05	21/11/2022 14:55	13950
108	30/11/2022 20:30	30/11/2022 21:05	13295
109	08/12/2022 09:35	08/12/2022 10:50	10830
110	14/12/2022 11:10	14/12/2022 11:35	8660
111	17/12/2022 17:50	17/12/2022 18:50	4695
112	27/12/2022 10:50	27/12/2022 11:20	13920
113	04/01/2023 07:50	04/01/2023 08:55	11310
114	16/01/2023 19:15	16/01/2023 19:40	17900
115	26/01/2023 21:40	26/01/2023 22:50	14520
116	01/02/2023 19:50	01/02/2023 20:15	8460
117	10/02/2023 07:30	10/02/2023 08:30	12195
118	23/02/2023 16:40	23/02/2023 17:10	19210
119	04/03/2023 10:35	04/03/2023 11:25	12565
120	12/03/2023 08:00	12/03/2023 14:00	11315
121	16/03/2023 07:25	16/03/2023 07:40	5365
122	26/03/2023 13:00	26/03/2023 13:20	14720
123	09/04/2023 09:00	09/04/2023 15:00	19900
124	28/05/2023 13:00	28/05/2023 15:00	70440
125	01/06/2023 10:00	01/06/2023 15:00	5460
126	11/06/2023 08:00	11/06/2023 10:00	13980
127	17/06/2023 08:00	17/06/2023 11:00	8520

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	440	440	193600	0,005537975	0,005553366	3,08399E-05	2,443481091
2	825	825	680625	0,013449367	0,013540629	0,000183349	11,17101895
3	1190	1190	1416100	0,021360759	0,021592202	0,000466223	25,69472075
4	1320	1320	1742400	0,029272152	0,02970913	0,000882632	39,21605159
5	1960	1960	3841600	0,037183544	0,037892482	0,00143584	74,26926417
6	2605	2605	6786025	0,045094937	0,046143354	0,002129209	120,2034362
7	2610	2610	6812100	0,053006329	0,054462869	0,002966204	142,1480885
8	2630	2630	6916900	0,060917722	0,06285218	0,003950397	165,3012337
9	2900	2900	8410000	0,068829114	0,071312467	0,005085468	206,8061556
10	2910	2910	8468100	0,076740506	0,079844942	0,006375215	232,3487824

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
11	3285	3285	10791225	0,084651899	0,088450848	0,007823552	290,5610341
12	3510	3510	12320100	0,092563291	0,097131458	0,00943452	340,9314161
13	3605	3605	12996025	0,100474684	0,105888081	0,011212286	381,7265318
14	3995	3995	15960025	0,108386076	0,114722061	0,013161151	458,3146324
15	4045	4045	16362025	0,116297468	0,123634776	0,015285558	500,1026675
16	4360	4360	19009600	0,124208861	0,132627642	0,017590091	578,2565191
17	4640	4640	21529600	0,132120253	0,141702114	0,020079489	657,497811
18	4695	4695	22043025	0,140031646	0,150859688	0,022758645	708,2862332
19	4730	4730	22372900	0,147943038	0,160101898	0,025632618	757,2819754
20	5265	5265	27720225	0,15585443	0,169430323	0,028706634	892,0506527
21	5270	5270	27772900	0,163765823	0,178846589	0,031986102	942,5215232
22	5365	5365	28783225	0,171677215	0,188352364	0,035476613	1010,510432
23	5450	5450	29702500	0,179588608	0,197949366	0,039183952	1078,824047
24	5460	5460	29811600	0,1875	0,207639365	0,043114106	1133,710932
25	5570	5570	31024900	0,195411392	0,217424179	0,047273273	1211,052675
26	5590	5590	31248100	0,203322785	0,227305682	0,051667873	1270,638762
27	5605	5605	31416025	0,211234177	0,237285805	0,056304553	1329,986936
28	5640	5640	31809600	0,21914557	0,247366535	0,061190203	1395,147259
29	5780	5780	33408400	0,227056962	0,257549923	0,066331963	1488,638553
30	6290	6290	39564100	0,234968354	0,267838079	0,071737237	1684,701519
31	6330	6330	40068900	0,242879747	0,278233183	0,077413704	1761,21605
32	6435	6435	41409225	0,250791139	0,288737482	0,083369333	1858,025694
33	6535	6535	42706225	0,258702532	0,299353292	0,089612394	1956,273766
34	6965	6965	48511225	0,266613924	0,310083009	0,096151473	2159,728159
35	7030	7030	49420900	0,274525316	0,320929102	0,102995489	2256,13159
36	7115	7115	50623225	0,282436709	0,331894125	0,11015371	2361,426696
37	7135	7135	50908225	0,290348101	0,342980713	0,117635769	2447,167385
38	7225	7225	52200625	0,298259494	0,354191592	0,125451684	2559,034255
39	7285	7285	53071225	0,306170886	0,365529582	0,133611876	2662,883007
40	7315	7315	53509225	0,314082278	0,376997598	0,142127189	2757,737429
41	7385	7385	54538225	0,321993671	0,388598656	0,151008916	2869,801075
42	7440	7440	55353600	0,329905063	0,40033588	0,160268817	2978,498948
43	7700	7700	59290000	0,337816456	0,412212504	0,169919149	3174,036282
44	7710	7710	59444100	0,345727848	0,42423188	0,179972688	3270,827792
45	7930	7930	62884900	0,353639241	0,43639748	0,19044276	3460,632015
46	8085	8085	65367225	0,361550633	0,448712906	0,201343272	3627,843849
47	8135	8135	66178225	0,369462025	0,461181896	0,212688741	3751,714723
48	8325	8325	69305625	0,377373418	0,473808326	0,22449433	3944,454316
49	8325	8325	69305625	0,38528481	0,486596224	0,236775886	4050,913568
50	8425	8425	70980625	0,393196203	0,499549773	0,249549976	4208,70684

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
51	8500	8500	72250000	0,401107595	0,512673321	0,262833934	4357,723231
52	8500	8500	72250000	0,409018987	0,52597139	0,276645903	4470,756811
53	8505	8505	72335025	0,41693038	0,539448683	0,291004881	4588,011045
54	8520	8520	72590400	0,424841772	0,553110097	0,30593078	4712,498028
55	8710	8710	75864100	0,432753165	0,566960734	0,321444474	4938,227994
56	8740	8740	76387600	0,440664557	0,581005909	0,337567866	5077,991643
57	8805	8805	77528025	0,448575949	0,595251164	0,354323948	5241,186499
58	9010	9010	81180100	0,456487342	0,609702282	0,371736873	5493,417565
59	9150	9150	83722500	0,464398734	0,624365302	0,38983203	5712,942511
60	9275	9275	86025625	0,472310127	0,639246529	0,408636125	5929,011555
61	9355	9355	87516025	0,480221519	0,654352556	0,428177268	6121,468163
62	9380	9380	87984400	0,488132911	0,66969028	0,448485071	6281,694828
63	9415	9415	88642225	0,496044304	0,685266919	0,46959075	6451,788044
64	9455	9455	89397025	0,503955696	0,701090034	0,491527236	6628,806272
65	9640	9640	92929600	0,511867089	0,717167551	0,514329296	6913,49519
66	9675	9675	93605625	0,519778481	0,733507784	0,538033669	7096,687807
67	9720	9720	94478400	0,527689873	0,750119461	0,562679206	7291,161164
68	9735	9735	94770225	0,535601266	0,767011755	0,588307032	7466,859434
69	9875	9875	97515625	0,543512658	0,784194308	0,614960713	7743,918793
70	9880	9880	97614400	0,551424051	0,801677271	0,642686447	7920,571437
71	9955	9955	99102025	0,559335443	0,819471335	0,671533269	8157,837138
72	10020	10020	100400400	0,567246835	0,837587772	0,701553276	8392,629478
73	10050	10050	101002500	0,575158228	0,85603848	0,73280188	8603,186726
74	10080	10080	101606400	0,58306962	0,874836026	0,765338073	8818,347144
75	10100	10100	102010000	0,590981013	0,8939937	0,799224736	9029,336372
76	10280	10280	105678400	0,598892405	0,913525571	0,834528969	9391,042871
77	10405	10405	108264025	0,606803797	0,933446549	0,871322459	9712,511338
78	10595	10595	112254025	0,61471519	0,953772452	0,909681889	10105,21912
79	10780	10780	116208400	0,622626582	0,974520084	0,949689394	10505,3265
80	10830	10830	117288900	0,630537975	0,995707317	0,991433061	10783,51024
81	10835	10835	117397225	0,638449367	1,017353184	1,035007501	11023,02175
82	10835	10835	117397225	0,646360759	1,03947798	1,080514471	11262,74391
83	10845	10845	117614025	0,654272152	1,06210338	1,128063589	11518,51115
84	11165	11165	124657225	0,662183544	1,085252561	1,177773122	12116,84485
85	11235	11235	126225225	0,670094937	1,108950353	1,229770885	12459,05721
86	11265	11265	126900225	0,678006329	1,133223389	1,28419525	12765,76148
87	11310	11310	127916100	0,685917722	1,158100294	1,341196291	13098,11433
88	11345	11345	128709025	0,693829114	1,183611882	1,400937086	13428,0768
89	11455	11455	131217025	0,701740506	1,209791387	1,463595201	13858,16034
90	11690	11690	136656100	0,709651899	1,236674727	1,52936438	14456,72755

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
91	12195	12195	148718025	0,717563291	1,264300793	1,598456495	15418,14817
92	12565	12565	157879225	0,725474684	1,292711795	1,671103784	16242,9237
93	12620	12620	159264400	0,733386076	1,321953644	1,747561438	16683,05499
94	12700	12700	161290000	0,741297468	1,352076404	1,828110602	17171,37033
95	12730	12730	162052900	0,749208861	1,383134801	1,913061877	17607,30601
96	12800	12800	163840000	0,757120253	1,415188827	2,002759416	18114,41699
97	12830	12830	164608900	0,765031646	1,448304436	2,097585739	18581,74591
98	13130	13130	172396900	0,772943038	1,482554359	2,197967427	19465,93873
99	13265	13265	175960225	0,780854443	1,518019069	2,304381892	20136,52294
100	13320	13320	177422400	0,788765823	1,554787916	2,417365465	20709,77505
101	13325	13325	177555625	0,796677215	1,59296049	2,537523122	21226,19853
102	13660	13660	186595600	0,804588608	1,632648238	2,665540269	22301,97493
103	13665	13665	186732225	0,8125	1,673976434	2,8021971	22874,88796
104	13830	13830	191268900	0,820411392	1,717086557	2,948386245	23747,30709
105	13895	13895	193071025	0,828322785	1,762139221	3,105134635	24484,92448
106	13945	13945	194463025	0,836234177	1,809317781	3,273630834	25230,93646
107	13950	13950	194602500	0,84414557	1,858832846	3,455259549	25930,7182
108	13980	13980	195440400	0,852056962	1,910927958	3,65164566	26714,77285
109	14285	14285	204061225	0,859968354	1,965886842	3,864711076	28082,69354
110	14520	14520	210830400	0,867879747	2,024042762	4,096749104	29389,10091
111	14720	14720	216678400	0,875791139	2,085790769	4,350523134	30702,84012
112	14850	14850	220522500	0,883702532	2,151603988	4,629399721	31951,31922
113	15210	15210	231344100	0,891613924	2,222055649	4,937531307	33797,46642
114	15485	15485	239785225	0,899525316	2,297849488	5,280112271	35582,19933
115	17075	17075	291555625	0,907436709	2,37986264	5,663746185	40636,15458
116	17570	17570	308704900	0,915348101	2,46920774	6,096986864	43383,98
117	17940	17940	321843600	0,923259494	2,567325596	6,591160717	46057,8212
118	17995	17995	323820025	0,931170886	2,676128456	7,161663513	48156,93157
119	19250	19250	370562500	0,939082278	2,798231153	7,830097585	53865,94969
120	19720	19720	388878400	0,946993671	2,937343955	8,627989512	57924,4228
121	19900	19900	396010000	0,954905063	3,098985307	9,603709932	61669,80761
122	20525	20525	421275625	0,962816456	3,291888973	10,83653301	67566,02117
123	21200	21200	449440000	0,970727848	3,531118662	12,46879901	74859,71564
124	22125	22125	489515625	0,978639241	3,846199709	14,7932522	85097,16856
125	25875	25875	669515625	0,986550633	4,308823231	18,56595763	111490,8011
126	70440	70440	4961793600	0,994462025	5,196126426	26,99972983	366015,1454
<b>Total</b>	<b>12823</b> <b>80</b>	<b>12823</b> <b>80</b>	<b>1954838175</b> <b>0</b>	<b>63</b>	<b>124,7742103</b>	<b>239,8870254</b>	<b>2036044,044</b>

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	440	440	193600	0,005537975	-2,540293451	6,453090819	-1117,729119
2	825	825	680625	0,013449367	-2,212984211	4,89729912	-1825,711974
3	1190	1190	1416100	0,021360759	-2,026422385	4,106387681	-2411,442638
4	1320	1320	1742400	0,029272152	-1,891599941	3,578150336	-2496,911922
5	1960	1960	3841600	0,037183544	-1,784348286	3,183898807	-3497,322641
6	2605	2605	6786025	0,045094937	-1,694396978	2,870981119	-4413,904127
7	2610	2610	6812100	0,053006329	-1,616377786	2,612677146	-4218,746021
8	2630	2630	6916900	0,060917722	-1,547115309	2,393565779	-4068,913263
9	2900	2900	8410000	0,068829114	-1,484568263	2,203942927	-4305,247962
10	2910	2910	8468100	0,076740506	-1,427343136	2,037308429	-4153,568526
11	3285	3285	10791225	0,084651899	-1,374444428	1,889097078	-4515,049459
12	3510	3510	12320100	0,092563291	-1,325134388	1,755981147	-4651,221702
13	3605	3605	12996025	0,100474684	-1,278851464	1,635461067	-4610,259528
14	3995	3995	15960025	0,108386076	-1,235156804	1,525612331	-4934,451433
15	4045	4045	16362025	0,116297468	-1,193701032	1,424922154	-4828,520674
16	4360	4360	19009600	0,124208861	-1,154201125	1,332180237	-5032,316904
17	4640	4640	21529600	0,132120253	-1,116424418	1,246403481	-5180,209299
18	4695	4695	22043025	0,140031646	-1,080177173	1,166782726	-5071,431829
19	4730	4730	22372900	0,147943038	-1,045296238	1,092644225	-4944,251205
20	5265	5265	27720225	0,15585443	-1,011642827	1,02342121	-5326,299487
21	5270	5270	27772900	0,163765823	-0,979097826	0,958632554	-5159,845545
22	5365	5365	28783225	0,171677215	-0,947558169	0,897866483	-5083,649574
23	5450	5450	29702500	0,179588608	-0,916934021	0,840767999	-4997,290414
24	5460	5460	29811600	0,1875	-0,887146559	0,787029017	-4843,820212
25	5570	5570	31024900	0,195411392	-0,858126194	0,736380565	-4779,762901
26	5590	5590	31248100	0,203322785	-0,829811143	0,688586533	-4638,64429
27	5605	5605	31416025	0,211234177	-0,802146267	0,643438633	-4496,029825
28	5640	5640	31809600	0,21914557	-0,775082115	0,600752285	-4371,463128
29	5780	5780	33408400	0,227056962	-0,748574139	0,560363242	-4326,758523
30	6290	6290	39564100	0,234968354	-0,722582035	0,522124797	-4545,040998
31	6330	6330	40068900	0,242879747	-0,697069191	0,485905458	-4412,447981
32	6435	6435	41409225	0,250791139	-0,672002227	0,451586993	-4324,334332
33	6535	6535	42706225	0,258702532	-0,647350595	0,419062793	-4230,436137
34	6965	6965	48511225	0,266613924	-0,623086245	0,388236469	-4339,795697
35	7030	7030	49420900	0,274525316	-0,599183337	0,359020672	-4212,258862
36	7115	7115	50623225	0,282436709	-0,575617991	0,331336072	-4095,522007
37	7135	7135	50908225	0,290348101	-0,55236807	0,305110484	-3941,146177
38	7225	7225	52200625	0,298259494	-0,529412992	0,280278116	-3825,008869
39	7285	7285	53071225	0,306170886	-0,506733571	0,256778912	-3691,554063

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
40	7315	7315	53509225	0,314082278	-0,484311865	0,234557982	-3542,741289
41	7385	7385	54538225	0,321993671	-0,462131054	0,213565111	-3412,837836
42	7440	7440	55353600	0,329905063	-0,440175329	0,19375432	-3274,904449
43	7700	7700	59290000	0,337816456	-0,418429788	0,175083487	-3221,909366
44	7710	7710	59444100	0,345727848	-0,396880349	0,157514011	-3059,947488
45	7930	7930	62884900	0,353639241	-0,375513671	0,141010517	-2977,823412
46	8085	8085	65367225	0,361550633	-0,354317084	0,125540596	-2864,653626
47	8135	8135	66178225	0,369462025	-0,333278522	0,111074573	-2711,220775
48	8325	8325	69305625	0,377373418	-0,312386465	0,097585304	-2600,617321
49	8325	8325	69305625	0,38528481	-0,291629889	0,085047992	-2427,818825
50	8425	8425	70980625	0,393196203	-0,270998215	0,073440033	-2283,159962
51	8500	8500	72250000	0,401107595	-0,250481267	0,062740865	-2129,090769
52	8500	8500	72250000	0,409018987	-0,23006923	0,05293185	-1955,588453
53	8505	8505	72335025	0,41693038	-0,209752613	0,043996159	-1783,945975
54	8520	8520	72590400	0,424841772	-0,189522217	0,035918671	-1614,729285
55	8710	8710	75864100	0,432753165	-0,169369097	0,028685891	-1475,204837
56	8740	8740	76387600	0,440664557	-0,14928454	0,022285874	-1304,746879
57	8805	8805	77528025	0,448575949	-0,129260028	0,016708155	-1138,13455
58	9010	9010	81180100	0,456487342	-0,109287219	0,011943696	-984,6778442
59	9150	9150	83722500	0,464398734	-0,089357915	0,007984837	-817,6249249
60	9275	9275	86025625	0,472310127	-0,069464043	0,004825253	-644,2789971
61	9355	9355	87516025	0,480221519	-0,049597627	0,002459925	-463,9857972
62	9380	9380	87984400	0,488132911	-0,029750768	0,000885108	-279,0622042
63	9415	9415	88642225	0,496044304	-0,009915622	9,83196E-05	-93,35558516
64	9455	9455	89397025	0,503955696	0,009915622	9,83196E-05	93,75221006
65	9640	9640	92929600	0,511867089	0,029750768	0,000885108	286,7974038
66	9675	9675	93605625	0,519778481	0,049597627	0,002459925	479,8570377
67	9720	9720	94478400	0,527689873	0,069464043	0,004825253	675,1904962
68	9735	9735	94770225	0,535601266	0,089357915	0,007984837	869,8993054
69	9875	9875	97515625	0,543512658	0,109287219	0,011943696	1079,211289
70	9880	9880	97614400	0,551424051	0,129260028	0,016708155	1277,089081
71	9955	9955	99102025	0,559335443	0,14928454	0,022285874	1486,127595
72	10020	10020	100400400	0,567246835	0,169369097	0,028685891	1697,078355
73	10050	10050	101002500	0,575158228	0,189522217	0,035918671	1904,698277
74	10080	10080	101606400	0,58306962	0,209752613	0,043996159	2114,30634
75	10100	10100	102010000	0,590981013	0,23006923	0,05293185	2323,69922
76	10280	10280	105678400	0,598892405	0,250481267	0,062740865	2574,947424
77	10405	10405	108264025	0,606803797	0,270998215	0,073440033	2819,736428
78	10595	10595	112254025	0,61471519	0,291629889	0,085047992	3089,818673
79	10780	10780	116208400	0,622626582	0,312386465	0,097585304	3367,526093

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
80	10830	10830	117288900	0,630537975	0,333278522	0,111074573	3609,406391
81	10835	10835	117397225	0,638449367	0,354317084	0,125540596	3839,025607
82	10835	10835	117397225	0,646360759	0,375513671	0,141010517	4068,690627
83	10845	10845	117614025	0,654272152	0,396880349	0,157514011	4304,167381
84	11165	11165	124657225	0,662183544	0,418429788	0,175083487	4671,76858
85	11235	11235	126225225	0,670094937	0,440175329	0,19375432	4945,369824
86	11265	11265	126900225	0,678006329	0,462131054	0,213565111	5205,906326
87	11310	11310	127916100	0,685917722	0,484311865	0,234557982	5477,567188
88	11345	11345	128709025	0,693829114	0,506733571	0,256778912	5748,89236
89	11455	11455	131217025	0,701740506	0,529412992	0,280278116	6064,425827
90	11690	11690	136656100	0,709651899	0,55236807	0,305110484	6457,182734
91	12195	12195	148718025	0,717563291	0,575617991	0,331336072	7019,661402
92	12565	12565	157879225	0,725474684	0,599183337	0,359020672	7528,738635
93	12620	12620	159264400	0,733386076	0,623086245	0,388236469	7863,348414
94	12700	12700	161290000	0,741297468	0,647350595	0,419062793	8221,352555
95	12730	12730	162052900	0,749208861	0,672002227	0,451586993	8554,588351
96	12800	12800	163840000	0,757120253	0,697069191	0,485905458	8922,485649
97	12830	12830	164608900	0,765031646	0,722582035	0,522124797	9270,727505
98	13130	13130	172396900	0,772943038	0,748574139	0,560363242	9828,778445
99	13265	13265	175960225	0,78085443	0,775082115	0,600752285	10281,46425
100	13320	13320	177422400	0,788765823	0,802146267	0,643438633	10684,58827
101	13325	13325	177555625	0,796677215	0,829811143	0,688586533	11057,23348
102	13660	13660	186595600	0,804588608	0,858126194	0,736380565	11722,00381
103	13665	13665	186732225	0,8125	0,887146559	0,787029017	12122,85773
104	13830	13830	191268900	0,820411392	0,916934021	0,840767999	12681,19751
105	13895	13895	193071025	0,828322785	0,947558169	0,897866483	13166,32075
106	13945	13945	194463025	0,836234177	0,979097826	0,958632554	13653,51919
107	13950	13950	194602500	0,84414557	1,011642827	1,02342121	14112,41744
108	13980	13980	195440400	0,852056962	1,045296238	1,092644225	14613,2414
109	14285	14285	204061225	0,859968354	1,080177173	1,166782726	15430,33092
110	14520	14520	210830400	0,867879747	1,116424418	1,246403481	16210,48255
111	14720	14720	216678400	0,875791139	1,154201125	1,332180237	16989,84056
112	14850	14850	220522500	0,883702532	1,193701032	1,424922154	17726,46032
113	15210	15210	231344100	0,891613924	1,235156804	1,525612331	18786,73499
114	15485	15485	239785225	0,899525316	1,278851464	1,635461067	19803,01492
115	17075	17075	291555625	0,907436709	1,325134388	1,755981147	22626,66968
116	17570	17570	308704900	0,915348101	1,37444428	1,889097078	24148,98599
117	17940	17940	321843600	0,923259494	1,427343136	2,037308429	25606,53586
118	17995	17995	323820025	0,931170886	1,484568263	2,203942927	26714,80589
119	19250	19250	370562500	0,939082278	1,547115309	2,393565779	29781,9697

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
120	19720	19720	388878400	0,946993671	1,616377786	2,612677146	31874,96994
121	19900	19900	396010000	0,954905063	1,694396978	2,870981119	33718,49986
122	20525	20525	421275625	0,962816456	1,784348286	3,183898807	36623,74857
123	21200	21200	449440000	0,970727848	1,891599941	3,578150336	40101,91875
124	22125	22125	489515625	0,978639241	2,026422385	4,106387681	44834,59526
125	25875	25875	669515625	0,986550633	2,212984211	4,89729912	57260,96647
126	70440	70440	4961793600	0,994462025	2,540293451	6,453090819	178938,2707
<b>Total</b>	<b>1282380</b>	<b>1282380</b>	<b>19548381750</b>	<b>63</b>	<b>-1,28786E-14</b>	<b>121,6854088</b>	<b>716035,0841</b>

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	440	6,0867747	37,04883	0,005537975	-2,540293451	6,453091	-15,46219
2	825	6,7153834	45,09637	0,013449367	-2,212984211	4,897299	-14,86104
3	1190	7,0817086	50,1506	0,021360759	-2,026422385	4,106388	-14,35053
4	1320	7,185387	51,62979	0,029272152	-1,891599941	3,57815	-13,59188
5	1960	7,5806998	57,46701	0,037183544	-1,784348286	3,183899	-13,52661
6	2605	7,865188	61,86118	0,045094937	-1,694396978	2,870981	-13,32675
7	2610	7,8671055	61,89135	0,053006329	-1,616377786	2,612677	-12,71621
8	2630	7,8747391	62,01152	0,060917722	-1,547115309	2,393566	-12,18313
9	2900	7,972466	63,56021	0,068829114	-1,484568263	2,203943	-11,83567
10	2910	7,9759084	63,61511	0,076740506	-1,427343136	2,037308	-11,38436
11	3285	8,0971219	65,56338	0,084651899	-1,37444428	1,889097	-11,12904
12	3510	8,1633713	66,64063	0,092563291	-1,325134388	1,755981	-10,81756
13	3605	8,190077	67,07736	0,100474684	-1,278851464	1,635461	-10,47389
14	3995	8,2927989	68,77051	0,108386076	-1,235156804	1,525612	-10,24291
15	4045	8,3052368	68,97696	0,116297468	-1,193701032	1,424922	-9,91397
16	4360	8,3802273	70,22821	0,124208861	-1,154201125	1,33218	-9,672468
17	4640	8,4424696	71,27529	0,132120253	-1,116424418	1,246403	-9,425379
18	4695	8,4542534	71,4744	0,140031646	-1,080177173	1,166783	-9,132092
19	4730	8,4616805	71,60004	0,147943038	-1,045296238	1,092644	-8,844963
20	5265	8,5688364	73,42496	0,15585443	-1,011642827	1,023421	-8,668602
21	5270	8,5697856	73,44123	0,163765823	-0,979097826	0,958633	-8,390658
22	5365	8,5876517	73,74776	0,171677215	-0,947558169	0,897866	-8,137299
23	5450	8,6033709	74,01799	0,179588608	-0,916934021	0,840768	-7,888723
24	5460	8,6052041	74,04954	0,1875	-0,887146559	0,787029	-7,634077
25	5570	8,6251503	74,39322	0,195411392	-0,858126194	0,736381	-7,401467
26	5590	8,6287346	74,45506	0,203322785	-0,829811143	0,688587	-7,16022
27	5605	8,6314143	74,50131	0,211234177	-0,802146267	0,643439	-6,923657
28	5640	8,6376393	74,60881	0,21914557	-0,775082115	0,600752	-6,69488



no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
29	5780	8,662159	75,033	0,227056962	-0,748574139	0,560363	-6,484268
30	6290	8,7467163	76,50505	0,234968354	-0,722582035	0,522125	-6,32022
31	6330	8,7530555	76,61598	0,242879747	-0,697069191	0,485905	-6,101485
32	6435	8,7695071	76,90426	0,250791139	-0,672002227	0,451587	-5,893128
33	6535	8,7849276	77,17495	0,258702532	-0,647350595	0,419063	-5,686928
34	6965	8,8486529	78,29866	0,266613924	-0,623086245	0,388236	-5,513474
35	7030	8,857942	78,46314	0,274525316	-0,599183337	0,359021	-5,307531
36	7115	8,8699605	78,6762	0,282436709	-0,575617991	0,331336	-5,105709
37	7135	8,8727675	78,726	0,290348101	-0,55236807	0,30511	-4,901033
38	7225	8,8853025	78,9486	0,298259494	-0,529412992	0,280278	-4,703995
39	7285	8,8935727	79,09564	0,306170886	-0,506733571	0,256779	-4,506672
40	7315	8,8976823	79,16875	0,314082278	-0,484311865	0,234558	-4,309253
41	7385	8,9072062	79,33832	0,321993671	-0,462131054	0,213565	-4,116297
42	7440	8,9146261	79,47056	0,329905063	-0,440175329	0,193754	-3,923998
43	7700	8,9489756	80,08416	0,337816456	-0,418429788	0,175083	-3,744518
44	7710	8,9502735	80,1074	0,345727848	-0,396880349	0,157514	-3,552188
45	7930	8,9784083	80,61182	0,353639241	-0,375513671	0,141011	-3,371515
46	8085	8,9977658	80,95979	0,361550633	-0,354317084	0,125541	-3,188062
47	8135	9,003931	81,07077	0,369462025	-0,333278522	0,111075	-3,000817
48	8325	9,0270183	81,48706	0,377373418	-0,312386465	0,097585	-2,819918
49	8325	9,0270183	81,48706	0,38528481	-0,291629889	0,085048	-2,632548
50	8425	9,0389588	81,70278	0,393196203	-0,270998215	0,07344	-2,449542
51	8500	9,0478214	81,86307	0,401107595	-0,250481267	0,062741	-2,26631
52	8500	9,0478214	81,86307	0,409018987	-0,23006923	0,052932	-2,081625
53	8505	9,0484095	81,87371	0,41693038	-0,209752613	0,043996	-1,897928
54	8520	9,0501716	81,90561	0,424841772	-0,189522217	0,035919	-1,715209
55	8710	9,0722271	82,3053	0,432753165	-0,169369097	0,028686	-1,536555
56	8740	9,0756655	82,3677	0,440664557	-0,14928454	0,022286	-1,354857
57	8805	9,083075	82,50225	0,448575949	-0,129260028	0,016708	-1,174079
58	9010	9,1060904	82,92088	0,456487342	-0,109287219	0,011944	-0,995179
59	9150	9,1215092	83,20193	0,464398734	-0,089357915	0,007985	-0,815079
60	9275	9,1350779	83,44965	0,472310127	-0,069464043	0,004825	-0,634559
61	9355	9,1436662	83,60663	0,480221519	-0,049597627	0,00246	-0,453504
62	9380	9,146335	83,65544	0,488132911	-0,029750768	0,000885	-0,27211
63	9415	9,1500594	83,72359	0,496044304	-0,009915622	9,83E-05	-0,090729
64	9455	9,154299	83,80119	0,503955696	0,009915622	9,83E-05	0,0907706
65	9640	9,1736764	84,15634	0,511867089	0,029750768	0,000885	0,2729239
66	9675	9,1773005	84,22284	0,519778481	0,049597627	0,00246	0,4551723
67	9720	9,1819409	84,30804	0,527689873	0,069464043	0,004825	0,6378147
68	9735	9,1834829	84,33636	0,535601266	0,089357915	0,007985	0,8206169

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
69	9875	9,1977616	84,59882	0,543512658	0,109287219	0,011944	1,0051978
70	9880	9,1982678	84,60813	0,551424051	0,129260028	0,016708	1,1889684
71	9955	9,2058302	84,74731	0,559335443	0,14928454	0,022286	1,3742881
72	10020	9,2123384	84,86718	0,567246835	0,169369097	0,028686	1,5602854
73	10050	9,2153279	84,92227	0,575158228	0,189522217	0,035919	1,7465094
74	10080	9,2183085	84,97721	0,58306962	0,209752613	0,043996	1,9335643
75	10100	9,2202907	85,01376	0,590981013	0,23006923	0,052932	2,1213052
76	10280	9,2379555	85,33982	0,598892405	0,250481267	0,062741	2,3139348
77	10405	9,2500417	85,56327	0,606803797	0,270998215	0,07344	2,5067448
78	10595	9,2681375	85,89837	0,61471519	0,291629889	0,085048	2,7028659
79	10780	9,2854478	86,21954	0,622626582	0,312386465	0,097585	2,9006482
80	10830	9,2900753	86,3055	0,630537975	0,333278522	0,111075	3,0961826
81	10835	9,2905369	86,31408	0,638449367	0,354317084	0,125541	3,291796
82	10835	9,2905369	86,31408	0,646360759	0,375513671	0,141011	3,4887236
83	10845	9,2914594	86,33122	0,654272152	0,396880349	0,157514	3,6875977
84	11165	9,3205392	86,87245	0,662183544	0,418429788	0,175083	3,8999912
85	11235	9,3267892	86,989	0,670094937	0,440175329	0,193754	4,1054225
86	11265	9,3294559	87,03875	0,678006329	0,462131054	0,213565	4,3114313
87	11310	9,3334426	87,11315	0,685917722	0,484311865	0,234558	4,520297
88	11345	9,3365324	87,17084	0,693829114	0,506733571	0,256779	4,7311344
89	11455	9,3461816	87,35111	0,701740506	0,529412992	0,280278	4,94799
90	11690	9,3664891	87,73112	0,709651899	0,55236807	0,30511	5,1737495
91	12195	9,4087813	88,52517	0,717563291	0,575617991	0,331336	5,4158638
92	12565	9,4386704	89,0885	0,725474684	0,599183337	0,359021	5,6554941
93	12620	9,4430381	89,17097	0,733386076	0,623086245	0,388236	5,8838272
94	12700	9,4493573	89,29035	0,741297468	0,647350595	0,419063	6,1170471
95	12730	9,4517167	89,33495	0,749208861	0,672002227	0,451587	6,3515747
96	12800	9,4572004	89,43864	0,757120253	0,697069191	0,485905	6,5923231
97	12830	9,4595415	89,48292	0,765031646	0,722582035	0,522125	6,8352947
98	13130	9,482655	89,92075	0,772943038	0,748574139	0,560363	7,0984703
99	13265	9,4928843	90,11485	0,78085443	0,775082115	0,600752	7,3577648
100	13320	9,4970219	90,19343	0,788765823	0,802146267	0,643439	7,6180007
101	13325	9,4973972	90,20055	0,796677215	0,829811143	0,688587	7,8810461
102	13660	9,5222271	90,67281	0,804588608	0,858126194	0,736381	8,1712725
103	13665	9,5225931	90,67978	0,8125	0,887146559	0,787029	8,4479357
104	13830	9,5345954	90,90851	0,820411392	0,916934021	0,840768	8,7425949
105	13895	9,5392843	90,99795	0,828322785	0,947558169	0,897866	9,0390268
106	13945	9,5428763	91,06649	0,836234177	0,979097826	0,958633	9,3434094
107	13950	9,5432348	91,07333	0,84414557	1,011642827	1,023421	9,654345
108	13980	9,545383	91,11434	0,852056962	1,045296238	1,092644	9,977753

no	ti	Xi = ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
109	14285	9,5669653	91,52683	0,859968354	1,080177173	1,166783	10,334018
110	14520	9,5832823	91,8393	0,867879747	1,116424418	1,246403	10,69901
111	14720	9,5969624	92,10169	0,875791139	1,154201125	1,33218	11,076825
112	14850	9,6057551	92,27053	0,883702532	1,193701032	1,424922	11,4664
113	15210	9,6297084	92,73128	0,891613924	1,235156804	1,525612	11,8942
114	15485	9,6476271	93,07671	0,899525316	1,278851464	1,635461	12,337882
115	17075	9,7453707	94,97225	0,907436709	1,325134388	1,755981	12,913926
116	17570	9,7739482	95,53006	0,915348101	1,37444428	1,889097	13,433747
117	17940	9,7947881	95,93787	0,923259494	1,427343136	2,037308	13,980524
118	17995	9,7978492	95,99785	0,931170886	1,484568263	2,203943	14,545576
119	19250	9,8652663	97,32348	0,939082278	1,547115309	2,393566	15,262705
120	19720	9,8893886	97,80001	0,946993671	1,616377786	2,612677	15,984988
121	19900	9,898475	97,97981	0,954905063	1,694396978	2,870981	16,771946
122	20525	9,9293989	98,59296	0,962816456	1,784348286	3,183899	17,717506
123	21200	9,9617565	99,23659	0,970727848	1,891599941	3,57815	18,843658
124	22125	10,004463	100,0893	0,978639241	2,026422385	4,106388	20,273269
125	25875	10,161033	103,2466	0,986550633	2,212984211	4,897299	22,486205
126	70440	11,162517	124,6018	0,994462025	2,540293451	6,453091	28,356068
<b>Total</b>	<b>1282380</b>	<b>1138,6602</b>	<b>10346,99</b>	<b>63</b>	<b>-1,28786E-14</b>	<b>121,6854</b>	<b>78,736364</b>

no	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
1	440	6,086775	37,04883	0,005537975	-5,193351028	26,9708949	-31,6108
2	825	6,715383	45,09637	0,013449367	-4,302060556	18,50772502	-28,89
3	1190	7,081709	50,1506	0,021360759	-3,835423033	14,71046985	-27,1613
4	1320	7,185387	51,62979	0,029272152	-3,516300873	12,36437183	-25,266
5	1960	7,5807	57,46701	0,037183544	-3,273002558	10,71254575	-24,8116
6	2605	7,865188	61,86118	0,045094937	-3,076002346	9,46179043	-24,1933
7	2610	7,867106	61,89135	0,053006329	-2,91023611	8,469474213	-22,8951
8	2630	7,874739	62,01152	0,060917722	-2,766969657	7,656121084	-21,7892
9	2900	7,972466	63,56021	0,068829114	-2,640684108	6,973212557	-21,0528
10	2910	7,975908	63,61511	0,076740506	-2,527668745	6,389109284	-20,1605
11	3285	8,097122	65,56338	0,084651899	-2,425308277	5,882120236	-19,638
12	3510	8,163371	66,64063	0,092563291	-2,331689985	5,436778187	-19,0345
13	3605	8,190077	67,07736	0,100474684	-2,245372583	5,041698035	-18,3898
14	3995	8,292799	68,77051	0,108386076	-2,16524294	4,688276988	-17,9559
15	4045	8,305237	68,97696	0,116297468	-2,090423417	4,369870063	-17,3615
16	4360	8,380227	70,22821	0,124208861	-2,020209761	4,08124748	-16,9298
17	4640	8,44247	71,27529	0,132120253	-1,954028211	3,818226247	-16,4968

no	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
18	4695	8,454253	71,4744	0,140031646	-1,891405095	3,577413235	-15,9904
19	4730	8,46168	71,60004	0,147943038	-1,831944807	3,356021775	-15,5013
20	5265	8,568836	73,42496	0,15585443	-1,775313508	3,151738052	-15,2124
21	5270	8,569786	73,44123	0,163765823	-1,721226886	2,962621994	-14,7505
22	5365	8,587652	73,74776	0,171677215	-1,669440795	2,787032567	-14,3366
23	5450	8,603371	74,01799	0,179588608	-1,619744006	2,623570644	-13,9353
24	5460	8,605204	74,04954	0,1875	-1,571952527	2,471034748	-13,527
25	5570	8,62515	74,39322	0,195411392	-1,525905093	2,328386353	-13,1612
26	5590	8,628735	74,45506	0,203322785	-1,481459551	2,1947224	-12,7831
27	5605	8,631414	74,50131	0,211234177	-1,438489937	2,069253299	-12,4162
28	5640	8,637639	74,60881	0,21914557	-1,396884094	1,951285172	-12,0658
29	5780	8,662159	75,033	0,227056962	-1,356541703	1,840205393	-11,7506
30	6290	8,746716	76,50505	0,234968354	-1,317372663	1,735470733	-11,5227
31	6330	8,753056	76,61598	0,242879747	-1,279295728	1,63659756	-11,1977
32	6435	8,769507	76,90426	0,250791139	-1,242237372	1,543153689	-10,8938
33	6535	8,784928	77,17495	0,258702532	-1,206130823	1,454751562	-10,5958
34	6965	8,848653	78,29866	0,266613924	-1,170915246	1,371042513	-10,361
35	7030	8,857942	78,46314	0,274525316	-1,136535045	1,291711908	-10,0674
36	7115	8,869961	78,6762	0,282436709	-1,102939263	1,216475017	-9,78303
37	7135	8,872768	78,726	0,290348101	-1,070081065	1,145073485	-9,49458
38	7225	8,885303	78,9486	0,298259494	-1,037917291	1,077272303	-9,22221
39	7285	8,893573	79,09564	0,306170886	-1,006408066	1,012857196	-8,95056
40	7315	8,897682	79,16875	0,314082278	-0,975516463	0,95163237	-8,67984
41	7385	8,907206	79,33832	0,321993671	-0,9452082	0,893418542	-8,41916
42	7440	8,914626	79,47056	0,329905063	-0,915451384	0,838051237	-8,16091
43	7700	8,948976	80,08416	0,337816456	-0,886216276	0,785379287	-7,93073
44	7710	8,950273	80,1074	0,345727848	-0,857475087	0,735263525	-7,67464
45	7930	8,978408	80,61182	0,353639241	-0,8292018	0,687575625	-7,44491
46	8085	8,997766	80,95979	0,361550633	-0,801372002	0,642197086	-7,21056
47	8135	9,003931	81,07077	0,369462025	-0,773962746	0,599018332	-6,96871
48	8325	9,027018	81,48706	0,377373418	-0,746952414	0,557937909	-6,74275
49	8325	9,027018	81,48706	0,38528481	-0,720320608	0,518861778	-6,50235
50	8425	9,038959	81,70278	0,393196203	-0,69404804	0,481702681	-6,27347
51	8500	9,047821	81,86307	0,401107595	-0,668116437	0,446379574	-6,045
52	8500	9,047821	81,86307	0,409018987	-0,64250846	0,412817121	-5,8133
53	8505	9,04841	81,87371	0,41693038	-0,617207619	0,380945245	-5,58475
54	8520	9,050172	81,90561	0,424841772	-0,592198207	0,350698716	-5,3595
55	8710	9,072227	82,3053	0,432753165	-0,56746523	0,322016787	-5,14817
56	8740	9,075665	82,3677	0,440664557	-0,542994352	0,294842866	-4,92804
57	8805	9,083075	82,50225	0,448575949	-0,518771838	0,26912422	-4,71204

no	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
58	9010	9,10609	82,92088	0,456487342	-0,494784502	0,244811704	-4,50555
59	9150	9,121509	83,20193	0,464398734	-0,471019662	0,221859522	-4,29641
60	9275	9,135078	83,44965	0,472310127	-0,447465095	0,200225011	-4,08763
61	9355	9,143666	83,60663	0,480221519	-0,424108996	0,17986844	-3,87791
62	9380	9,146335	83,65544	0,488132911	-0,400939942	0,160752837	-3,66713
63	9415	9,150059	83,72359	0,496044304	-0,377946854	0,142843824	-3,45824
64	9455	9,154299	83,80119	0,503955696	-0,355118964	0,126109478	-3,25087
65	9640	9,173676	84,15634	0,511867089	-0,332445783	0,110520198	-3,04975
66	9675	9,177301	84,22284	0,519778481	-0,30991707	0,09604859	-2,8442
67	9720	9,181941	84,30804	0,527689873	-0,287522803	0,082669362	-2,64002
68	9735	9,183483	84,33636	0,535601266	-0,265253152	0,070359235	-2,43595
69	9875	9,197762	84,59882	0,543512658	-0,243098447	0,059096855	-2,23596
70	9880	9,198268	84,60813	0,551424051	-0,221049157	0,04886273	-2,03327
71	9955	9,20583	84,74731	0,559335443	-0,19909586	0,039639162	-1,83284
72	10020	9,212338	84,86718	0,567246835	-0,177229218	0,031410196	-1,6327
73	10050	9,215328	84,92227	0,575158228	-0,15543995	0,024161578	-1,43243
74	10080	9,218309	84,97721	0,58306962	-0,133718809	0,01788072	-1,23266
75	10100	9,220291	85,01376	0,590981013	-0,112056551	0,012556671	-1,03319
76	10280	9,237956	85,33982	0,598892405	-0,090443911	0,008180101	-0,83552
77	10405	9,250042	85,56327	0,606803797	-0,068871577	0,004743294	-0,63706
78	10595	9,268137	85,89837	0,61471519	-0,047330156	0,002240144	-0,43866
79	10780	9,285448	86,21954	0,622626582	-0,025810151	0,000666164	-0,23966
80	10830	9,290075	86,3055	0,630537975	-0,004301923	1,85065E-05	-0,03997
81	10835	9,290537	86,31408	0,638449367	0,017204337	0,000295989	0,159838
82	10835	9,290537	86,31408	0,646360759	0,038718645	0,001499133	0,359717
83	10845	9,291459	86,33122	0,654272152	0,060251262	0,003630215	0,559822
84	11165	9,320539	86,87245	0,662183544	0,081812735	0,006693324	0,762539
85	11235	9,326789	86,989	0,670094937	0,10341394	0,010694443	0,96452
86	11265	9,329456	87,03875	0,678006329	0,125066129	0,015641537	1,166799
87	11310	9,333443	87,11315	0,685917722	0,146780985	0,021544658	1,369972
88	11345	9,336532	87,17084	0,693829114	0,16857068	0,028416074	1,573866
89	11455	9,346182	87,35111	0,701740506	0,190447938	0,036270417	1,779961
90	11690	9,366489	87,73112	0,709651899	0,212426105	0,04512485	1,989687
91	12195	9,408781	88,52517	0,717563291	0,234519237	0,054999272	2,20654
92	12565	9,43867	89,0885	0,725474684	0,256742178	0,065916546	2,423305
93	12620	9,443038	89,17097	0,733386076	0,279110676	0,077902769	2,635653
94	12700	9,449357	89,29035	0,741297468	0,301641488	0,090987587	2,850318
95	12730	9,451717	89,33495	0,749208861	0,324352518	0,105204556	3,065688
96	12800	9,4572	89,43864	0,757120253	0,347262969	0,12059157	3,284136
97	12830	9,459541	89,48292	0,765031646	0,370393518	0,137191358	3,503753

no	ti	Xi = ln ti	Xi2	F(ti)	Yi	Yi2	XiYi
98	13130	9,482655	89,92075	0,772943038	0,393766518	0,155052071	3,733952
99	13265	9,492884	90,11485	0,78085443	0,417406241	0,17422797	3,962389
100	13320	9,497022	90,19343	0,788765823	0,441339148	0,194780244	4,191408
101	13325	9,497397	90,20055	0,796677215	0,465594228	0,216777985	4,421933
102	13660	9,522227	90,67281	0,804588608	0,490203382	0,240299356	4,667828
103	13665	9,522593	90,67978	0,8125	0,515201894	0,265432992	4,906058
104	13830	9,534595	90,90851	0,820411392	0,540628993	0,292279708	5,154679
105	13895	9,539284	90,99795	0,828322785	0,566528538	0,320954584	5,404277
106	13945	9,542876	91,06649	0,836234177	0,592949858	0,351589534	5,658447
107	13950	9,543235	91,07333	0,84414557	0,619948789	0,3843365	5,916317
108	13980	9,545383	91,11434	0,852056962	0,647588966	0,419371469	6,181485
109	14285	9,566965	91,52683	0,859968354	0,675943463	0,456899565	6,466728
110	14520	9,583282	91,8393	0,867879747	0,705096879	0,497161609	6,757142
111	14720	9,596962	92,10169	0,875791139	0,735148049	0,540442654	7,055188
112	14850	9,605755	92,27053	0,883702532	0,766213605	0,587083288	7,36006
113	15210	9,629708	92,73128	0,891613924	0,798432735	0,637494833	7,688674
114	15485	9,647627	93,07671	0,899525316	0,83197368	0,692180205	8,026572
115	17075	9,745371	94,97225	0,907436709	0,867042772	0,751763168	8,449653
116	17570	9,773948	95,53006	0,915348101	0,903897346	0,817030413	8,834646
117	17940	9,794788	95,93787	0,923259494	0,942864733	0,888993905	9,23516
118	17995	9,797849	95,99785	0,931170886	0,984371144	0,968986549	9,64472
119	19250	9,865266	97,32348	0,939082278	1,028987486	1,058815247	10,15124
120	19720	9,889389	97,80001	0,946993671	1,077505756	1,161018655	10,65587
121	19900	9,898475	97,97981	0,954905063	1,131074738	1,279330062	11,19592
122	20525	9,929399	98,59296	0,962816456	1,191461556	1,419580639	11,8305
123	21200	9,961756	99,23659	0,970727848	1,261614722	1,591671707	12,5679
124	22125	10,00446	100,0893	0,978639241	1,347085572	1,814639539	13,47687
125	25875	10,16103	103,2466	0,986550633	1,460664835	2,133541759	14,84186
126	70440	11,16252	124,6018	0,994462025	1,64791343	2,715618672	18,39486
<b>Total</b>	<b>1282380</b>	<b>1138,66</b>	<b>10346,99</b>	<b>63</b>	<b>-71,75690605</b>	<b>236,2349701</b>	<b>-545,004</b>

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	15	15	225	0,005494505	0,005509656	3,03563E-05	0,082644837
2	20	20	400	0,013343799	0,013433628	0,000180462	0,268672551
3	20	20	400	0,021193093	0,02142089	0,000458855	0,428417809
4	20	20	400	0,029042386	0,029472464	0,000868626	0,589449275
5	20	20	400	0,03689168	0,037589391	0,001412962	0,751787828
6	20	20	400	0,044740973	0,045772743	0,002095144	0,915454863
7	20	20	400	0,052590267	0,054023615	0,002918551	1,080472301

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
8	20	20	400	0,06043956	0,062343131	0,003886666	1,246862611
9	20	20	400	0,068288854	0,070732442	0,005003078	1,41464883
10	20	20	400	0,076138148	0,079192729	0,006271488	1,583854577
11	20	20	400	0,083987441	0,087725204	0,007695711	1,754504077
12	20	20	400	0,091836735	0,096331109	0,009279683	1,926622179
13	20	20	400	0,099686028	0,105011719	0,011027461	2,10023438
14	20	20	400	0,107535322	0,113768342	0,012943236	2,275366848
15	20	20	400	0,115384615	0,122602322	0,015031329	2,452046442
16	20	20	400	0,123233909	0,131515037	0,017296205	2,630300741
17	20	20	400	0,131083203	0,140507903	0,019742471	2,810158068
18	20	20	400	0,138932496	0,149582376	0,022374887	2,991647517
19	20	20	400	0,14678179	0,158739949	0,025198371	3,17479898
20	25	25	625	0,154631083	0,167982159	0,028218006	4,199553974
21	25	25	625	0,162480377	0,177310585	0,031439043	4,432764621
22	25	25	625	0,17032967	0,18672685	0,034866917	4,668171257
23	25	25	625	0,178178964	0,196232625	0,038507243	4,905815632
24	25	25	625	0,186028257	0,205829628	0,042365836	5,145740698
25	25	25	625	0,193877551	0,215519626	0,046448709	5,387990655
26	25	25	625	0,201726845	0,22530444	0,050762091	5,632611002
27	25	25	625	0,209576138	0,235185943	0,055312428	5,879648585
28	25	25	625	0,217425432	0,245166066	0,0601064	6,129151654
29	25	25	625	0,225274725	0,255246797	0,065150927	6,381169917
30	25	25	625	0,233124019	0,265430184	0,070453183	6,635754602
31	25	25	625	0,240973312	0,275718341	0,076020603	6,892958517
32	25	25	625	0,248822606	0,286113445	0,081860903	7,152836117
33	25	25	625	0,2566719	0,296617743	0,087982085	7,415443574
34	25	25	625	0,264521193	0,307233554	0,094392457	7,680838847
35	25	25	625	0,272370487	0,317963271	0,101100641	7,949081764
36	25	25	625	0,28021978	0,328809364	0,108115598	8,220234097
37	25	25	625	0,288069074	0,339774386	0,115446633	8,49435965
38	25	25	625	0,295918367	0,350860974	0,123103423	8,771524352
39	25	25	625	0,303767661	0,362071854	0,131096027	9,051796346
40	25	25	625	0,311616954	0,373409844	0,139434911	9,335246094
41	25	25	625	0,319466248	0,384877859	0,148130967	9,621946484
42	25	25	625	0,327315542	0,396478918	0,157195532	9,911972938
43	25	25	625	0,335164835	0,408216141	0,166640418	10,20540354
44	25	25	625	0,343014129	0,420092766	0,176477932	10,50231914
45	25	25	625	0,350863422	0,432112141	0,186720902	10,80280353
46	25	25	625	0,358712716	0,444277741	0,197382711	11,10694353
47	25	25	625	0,366562009	0,456593168	0,208477321	11,4148292

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
48	25	25	625	0,374411303	0,469062157	0,220019307	11,72655393
49	25	25	625	0,382260597	0,481688588	0,232023896	12,04221469
50	25	25	625	0,39010989	0,494476486	0,244506995	12,36191214
51	25	25	625	0,397959184	0,507430035	0,25748524	12,68575087
52	25	25	625	0,405808477	0,520553583	0,270976032	13,01383957
53	25	25	625	0,413657771	0,533851651	0,284997585	13,34629127
54	25	25	625	0,421507064	0,547328944	0,299568973	13,6832236
55	25	25	625	0,429356358	0,560990359	0,314710182	14,02475896
56	25	25	625	0,437205651	0,574840996	0,33044217	14,37102489
57	25	25	625	0,445054945	0,58888617	0,346786921	14,72215426
58	25	25	625	0,452904239	0,603131425	0,363767516	15,07828563
59	25	25	625	0,460753532	0,617582544	0,381408199	15,4395636
60	30	30	900	0,468602826	0,632245563	0,399734452	18,9673669
61	30	30	900	0,476452119	0,64712679	0,418773083	19,41380371
62	30	30	900	0,484301413	0,662232818	0,438552305	19,86698453
63	30	30	900	0,492150706	0,677570542	0,459101839	20,32711625
64	30	30	900	0,5	0,693147181	0,480453014	20,79441542
65	30	30	900	0,507849294	0,708970295	0,50263888	21,26910886
66	30	30	900	0,515698587	0,725047812	0,52569433	21,75143437
67	30	30	900	0,523547881	0,741388045	0,549656233	22,24164135
68	30	30	900	0,531397174	0,757999723	0,57456358	22,73999168
69	30	30	900	0,539246468	0,774892016	0,600457637	23,24676049
70	30	30	900	0,547095761	0,79207457	0,627382124	23,76223709
71	30	30	900	0,554945055	0,809557532	0,655383398	24,28672597
72	30	30	900	0,562794349	0,827351596	0,684510664	24,82054789
73	30	30	900	0,570643642	0,845468034	0,714816196	25,36404101
74	30	30	900	0,578492936	0,863918742	0,746355592	25,91756225
75	30	30	900	0,586342229	0,882716288	0,779188044	26,48148863
76	30	30	900	0,594191523	0,901873962	0,813376643	27,05621885
77	30	30	900	0,602040816	0,921405833	0,848988708	27,64217498
78	30	30	900	0,60989011	0,94132681	0,886096163	28,2398043
79	30	30	900	0,617739403	0,961652713	0,924775941	28,84958139
80	30	30	900	0,625588697	0,982400345	0,965110438	29,47201036
81	30	30	900	0,633437991	1,003587578	1,007188028	30,10762735
82	30	30	900	0,641287284	1,025233445	1,051103617	30,75700336
83	30	30	900	0,649136578	1,047358242	1,096959286	31,42074725
84	30	30	900	0,656985871	1,069983641	1,144864992	32,09950923
85	30	30	900	0,664835165	1,093132823	1,194939369	32,79398469
86	30	30	900	0,672684458	1,116830614	1,247310621	33,50491843
87	30	30	900	0,680533752	1,141103651	1,302117542	34,23310952



no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
88	30	30	900	0,688383046	1,165980555	1,359510656	34,97941666
89	30	30	900	0,696232339	1,191492143	1,419653527	35,74476429
90	30	30	900	0,704081633	1,217671649	1,482724244	36,53014946
91	30	30	900	0,711930926	1,244554988	1,548917118	37,33664964
92	30	30	900	0,71978022	1,272181054	1,618444635	38,16543163
93	30	30	900	0,727629513	1,300592056	1,691539697	39,01776169
94	30	30	900	0,735478807	1,329833906	1,768458217	39,89501717
95	30	30	900	0,7433281	1,359956665	1,849482131	40,79869996
96	30	30	900	0,751177394	1,391015062	1,934922903	41,73045187
97	30	30	900	0,759026688	1,423069089	2,025125631	42,69207266
98	30	30	900	0,766875981	1,456184697	2,120473873	43,68554092
99	30	30	900	0,774725275	1,49043462	2,221395358	44,71303861
100	35	35	1225	0,782574568	1,52589933	2,328368765	53,40647655
101	35	35	1225	0,790423862	1,562668178	2,441931834	54,69338622
102	35	35	1225	0,798273155	1,600840751	2,562691111	56,02942629
103	35	35	1225	0,806122449	1,6405285	2,691333758	57,41849748
104	35	35	1225	0,813971743	1,681856695	2,828641943	58,86498432
105	35	35	1225	0,821821036	1,724966819	2,975510525	60,37383865
106	35	35	1225	0,82967033	1,770019483	3,132968969	61,95068189
107	35	35	1225	0,837519623	1,817198043	3,302208727	63,6019315
108	35	35	1225	0,845368917	1,866713107	3,484617825	65,33495876
109	35	35	1225	0,85321821	1,918808219	3,681824982	67,15828767
110	35	35	1225	0,861067504	1,973767104	3,895756579	69,08184862
111	35	35	1225	0,868916797	2,031923024	4,128711174	71,11730583
112	35	35	1225	0,876766091	2,093671031	4,383458385	73,27848608
113	35	35	1225	0,884615385	2,159484249	4,663372223	75,58194873
114	35	35	1225	0,892464678	2,22993591	4,972614164	78,04775686
115	35	35	1225	0,900313972	2,30572975	5,316389679	80,70054124
116	35	35	1225	0,908163265	2,387742901	5,701316163	83,57100155
117	35	35	1225	0,916012559	2,477088002	6,135964968	86,69808006
118	35	35	1225	0,923861852	2,575205858	6,631685209	90,13220502
119	35	35	1225	0,931711146	2,684008717	7,203902795	93,94030511
120	40	40	1600	0,93956044	2,806111414	7,874261269	112,2444566
121	40	40	1600	0,947409733	2,945224217	8,674345687	117,8089687
122	120	120	14400	0,955259027	3,106865568	9,652613659	372,8238682
123	120	120	14400	0,96310832	3,299769234	10,888477	395,9723081
124	180	180	32400	0,970957614	3,538998923	12,52451338	637,0198062
125	300	300	90000	0,978806907	3,85407997	14,85393242	1156,223991
126	360	360	129600	0,986656201	4,316703492	18,63392904	1554,013257
127	360	360	129600	0,994505495	5,204006687	27,0816856	1873,442407

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
<b>Total</b>	<b>4795</b>	<b>4795</b>	<b>506525</b>	<b>63,5</b>	<b>125,7726329</b>	<b>241,8613869</b>	<b>9230,150351</b>

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	15	15	225	0,005494505	-2,54304807	6,467093486	-38,14572105
2	20	20	400	0,013343799	-2,216057008	4,910908663	-44,32114016
3	20	20	400	0,021193093	-2,029708433	4,119716321	-40,59416865
4	20	20	400	0,029042386	-1,89505759	3,591243271	-37,90115181
5	20	20	400	0,03689168	-1,787954435	3,19678106	-35,75908869
6	20	20	400	0,044740973	-1,698136794	2,88366857	-33,96273587
7	20	20	400	0,052590267	-1,620240923	2,62518065	-32,40481847
8	20	20	400	0,06043956	-1,551094159	2,405893089	-31,02188317
9	20	20	400	0,068288854	-1,488657021	2,216099727	-29,77314042
10	20	20	400	0,076138148	-1,431537264	2,049298938	-28,63074528
11	20	20	400	0,083987441	-1,378740161	1,900924431	-27,57480322
12	20	20	400	0,091836735	-1,329529107	1,767647647	-26,59058214
13	20	20	400	0,099686028	-1,28334265	1,646968358	-25,66685301
14	20	20	400	0,107535322	-1,239742523	1,536961523	-24,79485045
15	20	20	400	0,115384615	-1,198379702	1,436113911	-23,96759405
16	20	20	400	0,123233909	-1,158971462	1,343214849	-23,17942923
17	20	20	400	0,131083203	-1,121285384	1,257280912	-22,42570768
18	20	20	400	0,138932496	-1,085127945	1,177502656	-21,70255889
19	20	20	400	0,14678179	-1,050336174	1,103206078	-21,00672348
20	25	25	625	0,154631083	-1,016771451	1,033824183	-25,41928627
21	25	25	625	0,162480377	-0,984314803	0,968875631	-24,60787006
22	25	25	625	0,17032967	-0,952863293	0,907948455	-23,82158232
23	25	25	625	0,178178964	-0,922327205	0,850687473	-23,05818012
24	25	25	625	0,186028257	-0,892627822	0,796784428	-22,31569554
25	25	25	625	0,193877551	-0,863695653	0,745970182	-21,59239133
26	25	25	625	0,201726845	-0,835469009	0,698008465	-20,88672522
27	25	25	625	0,209576138	-0,807892835	0,652690833	-20,19732088
28	25	25	625	0,217425432	-0,780917764	0,609832554	-19,5229441
29	25	25	625	0,225274725	-0,754499325	0,569269231	-18,86248312
30	25	25	625	0,233124019	-0,728597288	0,530854009	-18,21493221
31	25	25	625	0,240973312	-0,703175116	0,494455244	-17,5793779
32	25	25	625	0,248822606	-0,678199496	0,459954557	-16,95498741
33	25	25	625	0,2566719	-0,653639951	0,427245185	-16,34099877
34	25	25	625	0,264521193	-0,629468498	0,39623059	-15,73671245
35	25	25	625	0,272370487	-0,605659364	0,366823265	-15,1414841
36	25	25	625	0,28021978	-0,582188735	0,338943723	-14,55471837

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
37	25	25	625	0,288069074	-0,55903454	0,312519617	-13,97586351
38	25	25	625	0,295918367	-0,536176266	0,287484989	-13,40440666
39	25	25	625	0,303767661	-0,513594792	0,26377961	-12,83986979
40	25	25	625	0,311616954	-0,491272243	0,241348417	-12,28180608
41	25	25	625	0,319466248	-0,46919187	0,220141011	-11,72979675
42	25	25	625	0,327315542	-0,447337932	0,200111225	-11,18344829
43	25	25	625	0,335164835	-0,425695598	0,181216742	-10,64238994
44	25	25	625	0,343014129	-0,404250859	0,163418757	-10,10627148
45	25	25	625	0,350863422	-0,382990451	0,146681685	-9,574761265
46	25	25	625	0,358712716	-0,361901777	0,130972896	-9,047544434
47	25	25	625	0,366562009	-0,340972853	0,116262486	-8,524321316
48	25	25	625	0,374411303	-0,320192239	0,10252307	-8,004805981
49	25	25	625	0,382260597	-0,299548997	0,089729602	-7,488724921
50	25	25	625	0,39010989	-0,279032635	0,077859211	-6,975815864
51	25	25	625	0,397959184	-0,258633067	0,066891063	-6,465826674
52	25	25	625	0,405808477	-0,238340574	0,056806229	-5,958514348
53	25	25	625	0,413657771	-0,218145764	0,047587574	-5,453644093
54	25	25	625	0,421507064	-0,198039539	0,039219659	-4,950988473
55	25	25	625	0,429356358	-0,178013064	0,031688651	-4,450326605
56	25	25	625	0,437205651	-0,158057737	0,024982248	-3,951443422
57	25	25	625	0,445054945	-0,138165159	0,019089611	-3,454128973
58	25	25	625	0,452904239	-0,11832711	0,014001305	-2,958177762
59	25	25	625	0,460753532	-0,098535525	0,00970925	-2,463388124
60	30	30	900	0,468602826	-0,078782465	0,006206677	-2,363473954
61	30	30	900	0,476452119	-0,0590601	0,003488095	-1,771803004
62	30	30	900	0,484301413	-0,039360683	0,001549263	-1,1808205
63	30	30	900	0,492150706	-0,019676531	0,000387166	-0,590295924
64	30	30	900	0,5	0	0	0
65	30	30	900	0,507849294	0,019676531	0,000387166	0,590295924
66	30	30	900	0,515698587	0,039360683	0,001549263	1,1808205
67	30	30	900	0,523547881	0,0590601	0,003488095	1,771803004
68	30	30	900	0,531397174	0,078782465	0,006206677	2,363473954
69	30	30	900	0,539246468	0,098535525	0,00970925	2,956065749
70	30	30	900	0,547095761	0,11832711	0,014001305	3,549813314
71	30	30	900	0,554945055	0,138165159	0,019089611	4,144954768
72	30	30	900	0,562794349	0,158057737	0,024982248	4,741732107
73	30	30	900	0,570643642	0,178013064	0,031688651	5,340391926
74	30	30	900	0,578492936	0,198039539	0,039219659	5,941186168
75	30	30	900	0,586342229	0,218145764	0,047587574	6,544372912
76	30	30	900	0,594191523	0,238340574	0,056806229	7,150217217

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
77	30	30	900	0,602040816	0,258633067	0,066891063	7,758992009
78	30	30	900	0,60989011	0,279032635	0,077859211	8,370979037
79	30	30	900	0,617739403	0,299548997	0,089729602	8,986469906
80	30	30	900	0,625588697	0,320192239	0,10252307	9,605767177
81	30	30	900	0,633437991	0,340972853	0,116262486	10,22918558
82	30	30	900	0,641287284	0,361901777	0,130972896	10,85705332
83	30	30	900	0,649136578	0,382990451	0,146681685	11,48971352
84	30	30	900	0,656985871	0,404250859	0,163418757	12,12752578
85	30	30	900	0,664835165	0,425695598	0,181216742	12,77086793
86	30	30	900	0,672684458	0,447337932	0,200111225	13,42013795
87	30	30	900	0,680533752	0,46919187	0,220141011	14,0757561
88	30	30	900	0,688383046	0,491272243	0,241348417	14,73816729
89	30	30	900	0,696232339	0,513594792	0,26377961	15,40784375
90	30	30	900	0,704081633	0,536176266	0,287484989	16,08528799
91	30	30	900	0,711930926	0,55903454	0,312519617	16,77103621
92	30	30	900	0,71978022	0,582188735	0,338943723	17,46566205
93	30	30	900	0,727629513	0,605659364	0,366823265	18,16978092
94	30	30	900	0,735478807	0,629468498	0,39623059	18,88405494
95	30	30	900	0,7433281	0,653639951	0,427245185	19,60919852
96	30	30	900	0,751177394	0,678199496	0,459954557	20,34598489
97	30	30	900	0,759026688	0,703175116	0,494455244	21,09525348
98	30	30	900	0,766875981	0,728597288	0,530854009	21,85791865
99	30	30	900	0,774725275	0,754499325	0,569269231	22,63497975
100	35	35	1225	0,782574568	0,780917764	0,609832554	27,33212174
101	35	35	1225	0,790423862	0,807892835	0,652690833	28,27624923
102	35	35	1225	0,798273155	0,835469009	0,698008465	29,24141531
103	35	35	1225	0,806122449	0,863695653	0,745970182	30,22934787
104	35	35	1225	0,813971743	0,892627822	0,796784428	31,24197376
105	35	35	1225	0,821821036	0,922327205	0,850687473	32,28145217
106	35	35	1225	0,82967033	0,952863293	0,907948455	33,35021525
107	35	35	1225	0,837519623	0,984314803	0,968875631	34,45101809
108	35	35	1225	0,845368917	1,016771451	1,033824183	35,58700078
109	35	35	1225	0,85321821	1,050336174	1,103206078	36,76176609
110	35	35	1225	0,861067504	1,085127945	1,177502656	37,97947806
111	35	35	1225	0,868916797	1,121285384	1,257280912	39,24498844
112	35	35	1225	0,876766091	1,158971462	1,343214849	40,56400116
113	35	35	1225	0,884615385	1,198379702	1,436113911	41,94328958
114	35	35	1225	0,892464678	1,239742523	1,536961523	43,3909883
115	35	35	1225	0,900313972	1,28334265	1,646968358	44,91699276
116	35	35	1225	0,908163265	1,329529107	1,767647647	46,53351875

no	dti	Xi = dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
117	35	35	1225	0,916012559	1,378740161	1,900924431	48,25590563
118	35	35	1225	0,923861852	1,431537264	2,049298938	50,10380423
119	35	35	1225	0,931711146	1,488657021	2,216099727	52,10299574
120	40	40	1600	0,93956044	1,551094159	2,405893089	62,04376634
121	40	40	1600	0,947409733	1,620240923	2,62518065	64,80963693
122	120	120	14400	0,955259027	1,698136794	2,88366857	203,7764152
123	120	120	14400	0,96310832	1,787954435	3,19678106	214,5545321
124	180	180	32400	0,970957614	1,89505759	3,591243271	341,1103663
125	300	300	90000	0,978806907	2,029708433	4,119716321	608,9125298
126	360	360	129600	0,986656201	2,216057008	4,910908663	797,7805229
127	360	360	129600	0,994505495	2,54304807	6,467093486	915,4973052
<b>Total</b>	<b>4795</b>	<b>4795</b>	<b>506525</b>	<b>63,5</b>	<b>0</b>	<b>122,6795165</b>	<b>3265,282298</b>

no	dti	Xi =ln dti	Xi2	F(dti)	Yi	Yi2	XiYi
1	15	2,7080502	7,333536	0,005494505	-2,54304807	6,467093	-6,886702
2	20	2,9957323	8,974412	0,013343799	-2,216057008	4,910909	-6,638713
3	20	2,9957323	8,974412	0,021193093	-2,029708433	4,119716	-6,080463
4	20	2,9957323	8,974412	0,029042386	-1,89505759	3,591243	-5,677085
5	20	2,9957323	8,974412	0,03689168	-1,787954435	3,196781	-5,356233
6	20	2,9957323	8,974412	0,044740973	-1,698136794	2,883669	-5,087163
7	20	2,9957323	8,974412	0,052590267	-1,620240923	2,625181	-4,853808
8	20	2,9957323	8,974412	0,06043956	-1,551094159	2,405893	-4,646663
9	20	2,9957323	8,974412	0,068288854	-1,488657021	2,2161	-4,459618
10	20	2,9957323	8,974412	0,076138148	-1,431537264	2,049299	-4,288502
11	20	2,9957323	8,974412	0,083987441	-1,378740161	1,900924	-4,130336
12	20	2,9957323	8,974412	0,091836735	-1,329529107	1,767648	-3,982913
13	20	2,9957323	8,974412	0,099686028	-1,28334265	1,646968	-3,844551
14	20	2,9957323	8,974412	0,107535322	-1,239742523	1,536962	-3,713937
15	20	2,9957323	8,974412	0,115384615	-1,198379702	1,436114	-3,590025
16	20	2,9957323	8,974412	0,123233909	-1,158971462	1,343215	-3,471968
17	20	2,9957323	8,974412	0,131083203	-1,121285384	1,257281	-3,359071
18	20	2,9957323	8,974412	0,138932496	-1,085127945	1,177503	-3,250753
19	20	2,9957323	8,974412	0,14678179	-1,050336174	1,103206	-3,146526
20	25	3,2188758	10,36116	0,154631083	-1,016771451	1,033824	-3,272861
21	25	3,2188758	10,36116	0,162480377	-0,984314803	0,968876	-3,168387
22	25	3,2188758	10,36116	0,17032967	-0,952863293	0,907948	-3,067149
23	25	3,2188758	10,36116	0,178178964	-0,922327205	0,850687	-2,968857
24	25	3,2188758	10,36116	0,186028257	-0,892627822	0,796784	-2,873258
25	25	3,2188758	10,36116	0,193877551	-0,863695653	0,74597	-2,780129

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
26	25	3,2188758	10,36116	0,201726845	-0,835469009	0,698008	-2,689271
27	25	3,2188758	10,36116	0,209576138	-0,807892835	0,652691	-2,600507
28	25	3,2188758	10,36116	0,217425432	-0,780917764	0,609833	-2,513677
29	25	3,2188758	10,36116	0,225274725	-0,754499325	0,569269	-2,42864
30	25	3,2188758	10,36116	0,233124019	-0,728597288	0,530854	-2,345264
31	25	3,2188758	10,36116	0,240973312	-0,703175116	0,494455	-2,263433
32	25	3,2188758	10,36116	0,248822606	-0,678199496	0,459955	-2,18304
33	25	3,2188758	10,36116	0,2566719	-0,653639951	0,427245	-2,103986
34	25	3,2188758	10,36116	0,264521193	-0,629468498	0,396231	-2,026181
35	25	3,2188758	10,36116	0,272370487	-0,605659364	0,366823	-1,949542
36	25	3,2188758	10,36116	0,28021978	-0,582188735	0,338944	-1,873993
37	25	3,2188758	10,36116	0,288069074	-0,55903454	0,31252	-1,799463
38	25	3,2188758	10,36116	0,295918367	-0,536176266	0,287485	-1,725885
39	25	3,2188758	10,36116	0,303767661	-0,513594792	0,26378	-1,653198
40	25	3,2188758	10,36116	0,311616954	-0,491272243	0,241348	-1,581344
41	25	3,2188758	10,36116	0,319466248	-0,46919187	0,220141	-1,51027
42	25	3,2188758	10,36116	0,327315542	-0,447337932	0,200111	-1,439925
43	25	3,2188758	10,36116	0,335164835	-0,425695598	0,181217	-1,370261
44	25	3,2188758	10,36116	0,343014129	-0,404250859	0,163419	-1,301233
45	25	3,2188758	10,36116	0,350863422	-0,382990451	0,146682	-1,232799
46	25	3,2188758	10,36116	0,358712716	-0,361901777	0,130973	-1,164917
47	25	3,2188758	10,36116	0,366562009	-0,340972853	0,116262	-1,097549
48	25	3,2188758	10,36116	0,374411303	-0,320192239	0,102523	-1,030659
49	25	3,2188758	10,36116	0,382260597	-0,299548997	0,08973	-0,964211
50	25	3,2188758	10,36116	0,39010989	-0,279032635	0,077859	-0,898171
51	25	3,2188758	10,36116	0,397959184	-0,258633067	0,066891	-0,832508
52	25	3,2188758	10,36116	0,405808477	-0,238340574	0,056806	-0,767189
53	25	3,2188758	10,36116	0,413657771	-0,218145764	0,047588	-0,702184
54	25	3,2188758	10,36116	0,421507064	-0,198039539	0,03922	-0,637465
55	25	3,2188758	10,36116	0,429356358	-0,178013064	0,031689	-0,573002
56	25	3,2188758	10,36116	0,437205651	-0,158057737	0,024982	-0,508768
57	25	3,2188758	10,36116	0,445054945	-0,138165159	0,01909	-0,444736
58	25	3,2188758	10,36116	0,452904239	-0,11832711	0,014001	-0,38088
59	25	3,2188758	10,36116	0,460753532	-0,098535525	0,009709	-0,317174
60	30	3,4011974	11,56814	0,468602826	-0,078782465	0,006207	-0,267955
61	30	3,4011974	11,56814	0,476452119	-0,0590601	0,003488	-0,200875
62	30	3,4011974	11,56814	0,484301413	-0,039360683	0,001549	-0,133873
63	30	3,4011974	11,56814	0,492150706	-0,019676531	0,000387	-0,066924
64	30	3,4011974	11,56814	0,5	0	0	0
65	30	3,4011974	11,56814	0,507849294	0,019676531	0,000387	0,0669238

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
66	30	3,4011974	11,56814	0,515698587	0,039360683	0,001549	0,1338735
67	30	3,4011974	11,56814	0,523547881	0,0590601	0,003488	0,2008751
68	30	3,4011974	11,56814	0,531397174	0,078782465	0,006207	0,2679547
69	30	3,4011974	11,56814	0,539246468	0,098535525	0,009709	0,3351388
70	30	3,4011974	11,56814	0,547095761	0,11832711	0,014001	0,4024539
71	30	3,4011974	11,56814	0,554945055	0,138165159	0,01909	0,469927
72	30	3,4011974	11,56814	0,562794349	0,158057737	0,024982	0,5375856
73	30	3,4011974	11,56814	0,570643642	0,178013064	0,031689	0,6054576
74	30	3,4011974	11,56814	0,578492936	0,198039539	0,03922	0,6735716
75	30	3,4011974	11,56814	0,586342229	0,218145764	0,047588	0,7419568
76	30	3,4011974	11,56814	0,594191523	0,238340574	0,056806	0,8106433
77	30	3,4011974	11,56814	0,602040816	0,258633067	0,066891	0,8796621
78	30	3,4011974	11,56814	0,60989011	0,279032635	0,077859	0,9490451
79	30	3,4011974	11,56814	0,617739403	0,299548997	0,08973	1,0188253
80	30	3,4011974	11,56814	0,625588697	0,320192239	0,102523	1,089037
81	30	3,4011974	11,56814	0,633437991	0,340972853	0,116262	1,159716
82	30	3,4011974	11,56814	0,641287284	0,361901777	0,130973	1,2308994
83	30	3,4011974	11,56814	0,649136578	0,382990451	0,146682	1,3026261
84	30	3,4011974	11,56814	0,656985871	0,404250859	0,163419	1,374937
85	30	3,4011974	11,56814	0,664835165	0,425695598	0,181217	1,4478748
86	30	3,4011974	11,56814	0,672684458	0,447337932	0,200111	1,5214846
87	30	3,4011974	11,56814	0,680533752	0,46919187	0,220141	1,5958142
88	30	3,4011974	11,56814	0,688383046	0,491272243	0,241348	1,6709139
89	30	3,4011974	11,56814	0,696232339	0,513594792	0,26378	1,7468373
90	30	3,4011974	11,56814	0,704081633	0,536176266	0,287485	1,8236413
91	30	3,4011974	11,56814	0,711930926	0,55903454	0,31252	1,9013868
92	30	3,4011974	11,56814	0,71978022	0,582188735	0,338944	1,9801388
93	30	3,4011974	11,56814	0,727629513	0,605659364	0,366823	2,059967
94	30	3,4011974	11,56814	0,735478807	0,629468498	0,396231	2,1409466
95	30	3,4011974	11,56814	0,7433281	0,653639951	0,427245	2,2231585
96	30	3,4011974	11,56814	0,751177394	0,678199496	0,459955	2,3066904
97	30	3,4011974	11,56814	0,759026688	0,703175116	0,494455	2,3916374
98	30	3,4011974	11,56814	0,766875981	0,728597288	0,530854	2,4781032
99	30	3,4011974	11,56814	0,774725275	0,754499325	0,569269	2,5662011
100	35	3,5553481	12,6405	0,782574568	0,780917764	0,609833	2,7764345
101	35	3,5553481	12,6405	0,790423862	0,807892835	0,652691	2,8723402
102	35	3,5553481	12,6405	0,798273155	0,835469009	0,698008	2,9703831
103	35	3,5553481	12,6405	0,806122449	0,863695653	0,74597	3,0707387
104	35	3,5553481	12,6405	0,813971743	0,892627822	0,796784	3,1736026
105	35	3,5553481	12,6405	0,821821036	0,922327205	0,850687	3,2791942

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
106	35	3,5553481	12,6405	0,82967033	0,952863293	0,907948	3,3877607
107	35	3,5553481	12,6405	0,837519623	0,984314803	0,968876	3,4995817
108	35	3,5553481	12,6405	0,845368917	1,016771451	1,033824	3,6149764
109	35	3,5553481	12,6405	0,85321821	1,050336174	1,103206	3,7343107
110	35	3,5553481	12,6405	0,861067504	1,085127945	1,177503	3,8580075
111	35	3,5553481	12,6405	0,868916797	1,121285384	1,257281	3,9865598
112	35	3,5553481	12,6405	0,876766091	1,158971462	1,343215	4,1205469
113	35	3,5553481	12,6405	0,884615385	1,198379702	1,436114	4,260657
114	35	3,5553481	12,6405	0,892464678	1,239742523	1,536962	4,4077162
115	35	3,5553481	12,6405	0,900313972	1,28334265	1,646968	4,5627298
116	35	3,5553481	12,6405	0,908163265	1,329529107	1,767648	4,7269387
117	35	3,5553481	12,6405	0,916012559	1,378740161	1,900924	4,9019012
118	35	3,5553481	12,6405	0,923861852	1,431537264	2,049299	5,0896132
119	35	3,5553481	12,6405	0,931711146	1,488657021	2,2161	5,2926939
120	40	3,6888795	13,60783	0,93956044	1,551094159	2,405893	5,7217994
121	40	3,6888795	13,60783	0,947409733	1,620240923	2,625181	5,9768735
122	120	4,7874917	22,92008	0,955259027	1,698136794	2,883669	8,1298159
123	120	4,7874917	22,92008	0,96310832	1,787954435	3,196781	8,5598171
124	180	5,1929569	26,9668	0,970957614	1,89505759	3,591243	9,8409523
125	300	5,7037825	32,53313	0,978806907	2,029708433	4,119716	11,577015
126	360	5,886104	34,64622	0,986656201	2,216057008	4,910909	13,043942
127	360	5,886104	34,64622	0,994505495	2,54304807	6,467093	14,968645
<b>Total</b>	<b>4795</b>	<b>432,16281</b>	<b>1500,703</b>	<b>63,5</b>	<b>0</b>	<b>122,6795</b>	<b>45,334828</b>

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
1	15	2,70805	7,333536	0,005494505	-5,201253124	27,05303406	-14,0853
2	20	2,995732	8,974412	0,013343799	-4,309994198	18,57604998	-12,9116
3	20	2,995732	8,974412	0,021193093	-3,843388644	14,77163627	-11,5138
4	20	2,995732	8,974412	0,029042386	-3,524298884	12,42068262	-10,5579
5	20	2,995732	8,974412	0,03689168	-3,281033411	10,76518025	-9,8291
6	20	2,995732	8,974412	0,044740973	-3,084066493	9,511466132	-9,23904
7	20	2,995732	8,974412	0,052590267	-2,918334013	8,516673409	-8,74255
8	20	2,995732	8,974412	0,06043956	-2,775101788	7,701189935	-8,31346
9	20	2,995732	8,974412	0,068288854	-2,64885095	7,016411353	-7,93525
10	20	2,995732	8,974412	0,076138148	-2,535870792	6,430640671	-7,59679
11	20	2,995732	8,974412	0,083987441	-2,433546034	5,922146299	-7,29025
12	20	2,995732	8,974412	0,091836735	-2,33996397	5,475431383	-7,00991
13	20	2,995732	8,974412	0,099686028	-2,253683326	5,079088532	-6,75143
14	20	2,995732	8,974412	0,107535322	-2,173590982	4,724497759	-6,5115



no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
15	20	2,995732	8,974412	0,115384615	-2,098809315	4,405000542	-6,28747
16	20	2,995732	8,974412	0,123233909	-2,028634084	4,115356245	-6,07724
17	20	2,995732	8,974412	0,131083203	-1,96249154	3,851373043	-5,8791
18	20	2,995732	8,974412	0,138932496	-1,899908029	3,609650518	-5,69162
19	20	2,995732	8,974412	0,14678179	-1,840487957	3,387395918	-5,51361
20	25	3,218876	10,36116	0,154631083	-1,783897502	3,182290297	-5,74214
21	25	3,218876	10,36116	0,162480377	-1,729852368	2,992389214	-5,56818
22	25	3,218876	10,36116	0,17032967	-1,678108424	2,816047882	-5,40162
23	25	3,218876	10,36116	0,178178964	-1,62845446	2,651863928	-5,24179
24	25	3,218876	10,36116	0,186028257	-1,580706501	2,498633044	-5,0881
25	25	3,218876	10,36116	0,193877551	-1,534703301	2,355314221	-4,94002
26	25	3,218876	10,36116	0,201726845	-1,490302724	2,22100221	-4,7971
27	25	3,218876	10,36116	0,209576138	-1,447378829	2,094905475	-4,65893
28	25	3,218876	10,36116	0,217425432	-1,405819477	1,976328402	-4,52516
29	25	3,218876	10,36116	0,225274725	-1,365524372	1,86465681	-4,39545
30	25	3,218876	10,36116	0,233124019	-1,326403433	1,759346067	-4,26953
31	25	3,218876	10,36116	0,240973312	-1,288375439	1,659911272	-4,14712
32	25	3,218876	10,36116	0,248822606	-1,251366887	1,565919086	-4,02799
33	25	3,218876	10,36116	0,2566719	-1,21531103	1,476980899	-3,91194
34	25	3,218876	10,36116	0,264521193	-1,180147059	1,39274708	-3,79875
35	25	3,218876	10,36116	0,272370487	-1,145819404	1,312902107	-3,68825
36	25	3,218876	10,36116	0,28021978	-1,112277137	1,23716043	-3,58028
37	25	3,218876	10,36116	0,288069074	-1,079473452	1,165262934	-3,47469
38	25	3,218876	10,36116	0,295918367	-1,047365219	1,096973902	-3,37134
39	25	3,218876	10,36116	0,303767661	-1,015912596	1,032078402	-3,2701
40	25	3,218876	10,36116	0,311616954	-0,985078686	0,970380017	-3,17085
41	25	3,218876	10,36116	0,319466248	-0,954829243	0,911698884	-3,07348
42	25	3,218876	10,36116	0,327315542	-0,925132411	0,855869977	-2,97789
43	25	3,218876	10,36116	0,335164835	-0,895958486	0,802741609	-2,88398
44	25	3,218876	10,36116	0,343014129	-0,867279722	0,752174115	-2,79167
45	25	3,218876	10,36116	0,350863422	-0,839070139	0,704038697	-2,70086
46	25	3,218876	10,36116	0,358712716	-0,811305369	0,658216401	-2,61149
47	25	3,218876	10,36116	0,366562009	-0,783962508	0,614597214	-2,52348
48	25	3,218876	10,36116	0,374411303	-0,757019988	0,573079262	-2,43675
49	25	3,218876	10,36116	0,382260597	-0,730457457	0,533568097	-2,35125
50	25	3,218876	10,36116	0,39010989	-0,704255681	0,495976064	-2,26691
51	25	3,218876	10,36116	0,397959184	-0,67839644	0,46022173	-2,18367
52	25	3,218876	10,36116	0,405808477	-0,652862452	0,426229381	-2,10148
53	25	3,218876	10,36116	0,413657771	-0,627637286	0,393928562	-2,02029
54	25	3,218876	10,36116	0,421507064	-0,602705297	0,363253675	-1,94003

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
55	25	3,218876	10,36116	0,429356358	-0,57805156	0,334143606	-1,86068
56	25	3,218876	10,36116	0,437205651	-0,553661806	0,306541395	-1,78217
57	25	3,218876	10,36116	0,445054945	-0,529522373	0,280393944	-1,70447
58	25	3,218876	10,36116	0,452904239	-0,505620153	0,25565174	-1,62753
59	25	3,218876	10,36116	0,460753532	-0,481942545	0,232268617	-1,55131
60	30	3,401197	11,56814	0,468602826	-0,458477411	0,210201536	-1,55937
61	30	3,401197	11,56814	0,476452119	-0,435213037	0,189410388	-1,48025
62	30	3,401197	11,56814	0,484301413	-0,412138097	0,169857811	-1,40176
63	30	3,401197	11,56814	0,492150706	-0,389241611	0,151509032	-1,32389
64	30	3,401197	11,56814	0,5	-0,366512921	0,134331721	-1,24658
65	30	3,401197	11,56814	0,507849294	-0,34394165	0,118295858	-1,16981
66	30	3,401197	11,56814	0,515698587	-0,321517678	0,103373618	-1,09355
67	30	3,401197	11,56814	0,523547881	-0,299231113	0,089539259	-1,01774
68	30	3,401197	11,56814	0,531397174	-0,277072259	0,076769037	-0,94238
69	30	3,401197	11,56814	0,539246468	-0,255031593	0,065041113	-0,86741
70	30	3,401197	11,56814	0,547095761	-0,233099738	0,054335488	-0,79282
71	30	3,401197	11,56814	0,554945055	-0,211267437	0,04463393	-0,71856
72	30	3,401197	11,56814	0,562794349	-0,189525528	0,035919926	-0,64461
73	30	3,401197	11,56814	0,570643642	-0,167864919	0,028178631	-0,57094
74	30	3,401197	11,56814	0,578492936	-0,146276564	0,021396833	-0,49752
75	30	3,401197	11,56814	0,586342229	-0,124751435	0,015562921	-0,4243
76	30	3,401197	11,56814	0,594191523	-0,103280501	0,010666862	-0,35128
77	30	3,401197	11,56814	0,602040816	-0,081854696	0,006700191	-0,2784
78	30	3,401197	11,56814	0,60989011	-0,060464899	0,003656004	-0,20565
79	30	3,401197	11,56814	0,617739403	-0,039101899	0,001528958	-0,13299
80	30	3,401197	11,56814	0,625588697	-0,01775637	0,000315289	-0,06039
81	30	3,401197	11,56814	0,633437991	0,003581158	1,28247E-05	0,01218
82	30	3,401197	11,56814	0,641287284	0,024920338	0,000621023	0,084759
83	30	3,401197	11,56814	0,649136578	0,046271033	0,002141009	0,157377
84	30	3,401197	11,56814	0,656985871	0,06764336	0,004575624	0,230068
85	30	3,401197	11,56814	0,664835165	0,089047723	0,007929497	0,302869
86	30	3,401197	11,56814	0,672684458	0,110494865	0,012209115	0,375815
87	30	3,401197	11,56814	0,680533752	0,131995909	0,01742292	0,448944
88	30	3,401197	11,56814	0,688383046	0,153562411	0,023581414	0,522296
89	30	3,401197	11,56814	0,696232339	0,175206423	0,030697291	0,595912
90	30	3,401197	11,56814	0,704081633	0,196940551	0,03878558	0,669834
91	30	3,401197	11,56814	0,711930926	0,218778027	0,047863825	0,744107
92	30	3,401197	11,56814	0,71978022	0,240732793	0,057952278	0,81878
93	30	3,401197	11,56814	0,727629513	0,262819589	0,069074136	0,893901
94	30	3,401197	11,56814	0,735478807	0,285054052	0,081255812	0,969525

no	dti	$X_i = \ln dti$	$X_i^2$	$F(dti)$	$Y_i$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$
95	30	3,401197	11,56814	0,7433281	0,307452835	0,094527246	1,045708
96	30	3,401197	11,56814	0,751177394	0,330033741	0,10892227	1,12251
97	30	3,401197	11,56814	0,759026688	0,352815869	0,124479038	1,199996
98	30	3,401197	11,56814	0,766875981	0,375819794	0,141240518	1,278237
99	30	3,401197	11,56814	0,774725275	0,399067769	0,159255084	1,357308
100	35	3,555348	12,6405	0,782574568	0,422583961	0,178577204	1,502433
101	35	3,555348	12,6405	0,790423862	0,446394731	0,199268255	1,587089
102	35	3,555348	12,6405	0,798273155	0,470528961	0,221397503	1,672894
103	35	3,555348	12,6405	0,806122449	0,495018446	0,245043262	1,759963
104	35	3,555348	12,6405	0,813971743	0,519898359	0,270294303	1,84842
105	35	3,555348	12,6405	0,821821036	0,545207815	0,297251561	1,938404
106	35	3,555348	12,6405	0,82967033	0,570990554	0,326030212	2,03007
107	35	3,555348	12,6405	0,837519623	0,597295778	0,356762246	2,123594
108	35	3,555348	12,6405	0,845368917	0,624179188	0,389599658	2,219174
109	35	3,555348	12,6405	0,85321821	0,651704274	0,424718461	2,317036
110	35	3,555348	12,6405	0,861067504	0,679943952	0,462323778	2,417437
111	35	3,555348	12,6405	0,868916797	0,708982647	0,502656394	2,52068
112	35	3,555348	12,6405	0,876766091	0,738918999	0,546001287	2,627114
113	35	3,555348	12,6405	0,884615385	0,76986942	0,592698923	2,737154
114	35	3,555348	12,6405	0,892464678	0,801972845	0,643160445	2,851293
115	35	3,555348	12,6405	0,900313972	0,835397221	0,697888516	2,970128
116	35	3,555348	12,6405	0,908163265	0,870348527	0,757506558	3,094392
117	35	3,555348	12,6405	0,916012559	0,907083677	0,822800798	3,224998
118	35	3,555348	12,6405	0,923861852	0,945929476	0,894782573	3,363109
119	35	3,555348	12,6405	0,931711146	0,987311467	0,974783933	3,510236
120	40	3,688879	13,60783	0,93956044	1,031799687	1,064610593	3,806185
121	40	3,688879	13,60783	0,947409733	1,080184949	1,166799524	3,984672
122	120	4,787492	22,92008	0,955259027	1,133614362	1,285081522	5,427169
123	120	4,787492	22,92008	0,96310832	1,193852537	1,42528388	5,715559
124	180	5,192957	26,9668	0,970957614	1,263843897	1,597301396	6,563087
125	300	5,703782	32,53313	0,978806907	1,34913232	1,820158016	7,695157
126	360	5,886104	34,64622	0,986656201	1,46249203	2,138882939	8,60838
127	360	5,886104	34,64622	0,994505495	1,649428846	2,720615517	9,70871
<b>Total</b>	<b>4795</b>	<b>432,1628</b>	<b>1500,703</b>	<b>63,5</b>	<b>-72,33273094</b>	<b>238,1866417</b>	<b>-196,321</b>

No		$\ln(t_i)$	$1-\frac{(i-0,5)}{(n+0,25)}$	$Z_{t_i}$	$M_i$	$\ln(t_{i+1})-\ln(t_i)$	$\frac{\ln(t_{i+1})-\ln(t_i)}{m_i}$
1	440	6,086774727	0,996070727	-5,53733298	1,102567493	0,628608659	0,570131682
2	825	6,715383386	0,988212181	-4,43476548	0,514807115	0,3663252	0,711577577
3	1190	7,081708586	0,980353635	-3,91995837	0,340480397	0,103678429	0,304506311
4	1320	7,185387016	0,972495088	-3,57947797	0,255349645	0,395312737	1,548123303
5	1960	7,580699752	0,964636542	-3,32412833	0,204733368	0,284488202	1,389554643
6	2605	7,865187954	0,956777996	-3,11939496	0,171144619	0,001917546	0,011204244
7	2610	7,8671055	0,94891945	-2,94825034	0,147219657	0,007633625	0,05185194
8	2630	7,874739125	0,941060904	-2,80103068	0,129310662	0,097726891	0,755752771
9	2900	7,972466016	0,933202358	-2,67172002	0,115402295	0,003442344	0,029829079
10	2910	7,97590836	0,925343811	-2,55631772	0,104289706	0,121213571	1,162277419
11	3285	8,097121931	0,917485265	-2,45202802	0,095208071	0,066249386	0,695837912
12	3510	8,163371316	0,909626719	-2,35681995	0,087648416	0,026705733	0,304691568
13	3605	8,19007705	0,901768173	-2,26917153	0,081258842	0,102721808	1,264130851
14	3995	8,292798858	0,893909627	-2,18791269	0,075788249	0,012437971	0,164114772
15	4045	8,305236829	0,886051081	-2,11212444	0,071052649	0,074990507	1,05542169
16	4360	8,380227336	0,878192534	-2,04107179	0,066914137	0,062242309	0,930181749
17	4640	8,442469645	0,870333988	-1,97415765	0,063267315	0,011783746	0,186253304
18	4695	8,454253392	0,862475442	-1,91089034	0,060030244	0,00742709	0,123722467
19	4730	8,461680481	0,854616896	-1,8508601	0,057138261	0,107155943	1,87537985
20	5265	8,568836425	0,84675835	-1,79372183	0,054539654	0,000949217	0,017404162
21	5270	8,569785642	0,838899804	-1,73918218	0,052192575	0,017866014	0,342309485
22	5365	8,587651655	0,831041257	-1,68698961	0,050062795	0,015719233	0,313990313
23	5450	8,603370888	0,823182711	-1,63692681	0,048122045	0,001833181	0,038094414
24	5460	8,605204069	0,815324165	-1,58880477	0,046346776	0,019946264	0,430370043
25	5570	8,625150333	0,807465619	-1,54245799	0,044717214	0,003584233	0,080153322
26	5590	8,628734566	0,799607073	-1,49774078	0,043216629	0,002679769	0,06200783
27	5605	8,631414336	0,791748527	-1,45452415	0,041830777	0,006225009	0,14881409
28	5640	8,637639344	0,78388998	-1,41269337	0,040547453	0,024519617	0,60471412
29	5780	8,662158962	0,776031434	-1,37214592	0,039356139	0,084557388	2,148518382
30	6290	8,74671635	0,768172888	-1,33278978	0,038247725	0,006339165	0,165739675
31	6330	8,753055515	0,760314342	-1,29454205	0,037214278	0,016451605	0,442077763
32	6435	8,76950712	0,752455796	-1,25732778	0,036248864	0,015420506	0,4254066
33	6535	8,784927626	0,74459725	-1,22107891	0,035345391	0,06372526	1,80292985
34	6965	8,848652886	0,736738703	-1,18573352	0,034498488	0,009289099	0,269261037
35	7030	8,857941985	0,728880157	-1,15123503	0,033703402	0,012018526	0,356596809
36	7115	8,869960511	0,721021611	-1,11753163	0,032955914	0,002807019	0,085174983
37	7135	8,87276753	0,713163065	-1,08457572	0,032252261	0,012534983	0,388654394
38	7225	8,885302513	0,705304519	-1,05232346	0,031589085	0,008270206	0,261805798
39	7285	8,893572719	0,697445972	-1,02073437	0,030963374	0,004109595	0,132724387

No		$\ln(t_i)$	$1 - ((i-0,5)/(n+0,25))$	$Z_{t_i}$	$M_i$	$\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)$	$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i}$
40	7315	8,897682313	0,689587426	-0,989771	0,030372422	0,009523882	0,313570041
41	7385	8,907206195	0,68172888	-0,95939857	0,029813791	0,007419933	0,24887586
42	7440	8,914626128	0,673870334	-0,92958478	0,029285281	0,03434948	1,172926423
43	7700	8,948975608	0,666011788	-0,9002995	0,028784901	0,001297859	0,045088177
44	7710	8,950273467	0,658153242	-0,8715146	0,028310845	0,028134848	0,993783399
45	7930	8,978408315	0,650294695	-0,84320376	0,027861474	0,019357457	0,694775058
46	8085	8,997765772	0,642436149	-0,81534228	0,027435296	0,006165248	0,224719561
47	8135	9,00393102	0,634577603	-0,78790699	0,02703095	0,023087295	0,854105933
48	8325	9,027018315	0,626719057	-0,76087604	0,026647198	0	0
49	8325	9,027018315	0,618860511	-0,73422884	0,026282903	0,01194044	0,454304467
50	8425	9,038958755	0,611001965	-0,70794594	0,025937031	0,008862687	0,341700145
51	8500	9,047821442	0,603143418	-0,6820089	0,025608631	0	0
52	8500	9,047821442	0,595284872	-0,65640027	0,025296835	0,000588062	0,023246479
53	8505	9,048409505	0,587426326	-0,63110344	0,025000844	0,001762115	0,07048222
54	8520	9,05017162	0,57956778	-0,60610259	0,024719928	0,02205545	0,89221335
55	8710	9,07222707	0,571709234	-0,58138267	0,024453417	0,003438399	0,140610157
56	8740	9,075665469	0,563850688	-0,55692925	0,024200696	0,007409552	0,306171047
57	8805	9,083075021	0,555992141	-0,53272855	0,023961201	0,02301533	0,960524888
58	9010	9,106090351	0,548133595	-0,50876735	0,023734417	0,015418808	0,649639203
59	9150	9,121509158	0,540275049	-0,48503294	0,023519872	0,013568729	0,576904889
60	9275	9,135077887	0,532416503	-0,46151306	0,023317136	0,008588351	0,368327883
61	9355	9,143666239	0,524557957	-0,43819593	0,023125815	0,002668803	0,115403641
62	9380	9,146335042	0,516699411	-0,41507011	0,022945554	0,003724399	0,162314627
63	9415	9,150059441	0,508840864	-0,39212456	0,02277603	0,00423954	0,186140428
64	9455	9,154298981	0,500982318	-0,36934853	0,022616952	0,019377407	0,856764712
65	9640	9,173676388	0,493123772	-0,34673158	0,02246806	0,00362413	0,161301431
66	9675	9,177300518	0,485265226	-0,32426352	0,022329124	0,00464038	0,207817361
67	9720	9,181940897	0,47740668	-0,30193439	0,022199939	0,00154202	0,069460566
68	9735	9,183482918	0,469548134	-0,27973445	0,022080331	0,014278672	0,646669291
69	9875	9,19776159	0,461689587	-0,25765412	0,021970149	0,000506201	0,023040397
70	9880	9,198267791	0,453831041	-0,23568397	0,02186927	0,007562426	0,345801466
71	9955	9,205830216	0,445972495	-0,2138147	0,021777596	0,006508158	0,298846495
72	10020	9,212338375	0,438113949	-0,19203711	0,021695052	0,002989539	0,137798189
73	10050	9,215327913	0,430255403	-0,17034205	0,021621591	0,002980628	0,137854249
74	10080	9,218308542	0,422396857	-0,14872046	0,021557189	0,001982161	0,091948963
75	10100	9,220290703	0,41453831	-0,12716327	0,02150185	0,017664836	0,821549578
76	10280	9,237955539	0,406679764	-0,10566142	0,021455603	0,0120862	0,563312051
77	10405	9,250041739	0,398821218	-0,08420582	0,021418503	0,018095732	0,844864442
78	10595	9,268137471	0,390962672	-0,06278732	0,021390635	0,017310374	0,809250116

No		ln(ti)	$1-\frac{(i-0,5)}{(n+0,25)}$	Zti	Mi	ln(ti+1)-ln(ti)	$\frac{\ln(ti+1)-\ln(ti)}{mi}$
79	10780	9,285447844	0,383104126	-0,04139668	0,021372111	0,004627496	0,216520284
80	10830	9,29007534	0,37524558	-0,02002457	0,021363075	0,000461574	0,021606158
81	10835	9,290536914	0,367387033	0,0013385	0,021363704	0	0
82	10835	9,290536914	0,359528487	0,02270221	0,021374208	0,000922509	0,043159929
83	10845	9,291459423	0,351669941	0,04407642	0,021394836	0,029079741	1,359194416
84	11165	9,320539164	0,343811395	0,06547125	0,021425875	0,00625002	0,291704329
85	11235	9,326789185	0,335952849	0,08689713	0,021467657	0,002666668	0,124217948
86	11265	9,329455853	0,328094303	0,10836478	0,021520561	0,003986716	0,185251505
87	11310	9,333442569	0,320235756	0,12988534	0,021585018	0,003089828	0,143146887
88	11345	9,336532397	0,31237721	0,15147036	0,021661517	0,009649198	0,445453465
89	11455	9,346181595	0,304518664	0,17313188	0,02175061	0,02030746	0,933650132
90	11690	9,366489054	0,296660118	0,19488249	0,02185292	0,042292256	1,935313732
91	12195	9,408781311	0,288801572	0,21673541	0,021969151	0,029889139	1,360504999
92	12565	9,43867045	0,280943026	0,23870456	0,022100094	0,004367686	0,197632015
93	12620	9,443038136	0,273084479	0,26080465	0,022246644	0,006319136	0,284048972
94	12700	9,449357272	0,265225933	0,2830513	0,022409809	0,002359419	0,105285105
95	12730	9,451716692	0,257367387	0,3054611	0,02259073	0,005483758	0,242743746
96	12800	9,45720045	0,249508841	0,32805183	0,022790697	0,002341008	0,102717689
97	12830	9,459541458	0,241650295	0,35084253	0,023011176	0,02311351	1,004447149
98	13130	9,482654967	0,233791749	0,37385371	0,023253833	0,010229299	0,439897346
99	13265	9,492884267	0,225933202	0,39710754	0,023520571	0,004137678	0,175917396
100	13320	9,497021944	0,218074656	0,42062811	0,023813567	0,000375305	0,015760131
101	13325	9,497397249	0,21021611	0,44444168	0,024135327	0,024829884	1,028777596
102	13660	9,522227133	0,202357564	0,468577	0,024488742	0,000365965	0,014944224
103	13665	9,522593098	0,194499018	0,49306575	0,024877164	0,012002326	0,482463605
104	13830	9,534595425	0,186640472	0,51794291	0,025304506	0,004688918	0,185299704
105	13895	9,539284342	0,178781925	0,54324742	0,025775356	0,003591958	0,139356284
106	13945	9,5428763	0,170923379	0,56902277	0,026295132	0,000358487	0,013633215
107	13950	9,543234787	0,163064833	0,59531791	0,026870274	0,002148229	0,079948143
108	13980	9,545383016	0,155206287	0,62218818	0,027508504	0,021582299	0,784568241
109	14285	9,566965315	0,147347741	0,64969668	0,028219156	0,016316974	0,578223305
110	14520	9,583282288	0,139489194	0,67791584	0,029013625	0,013680104	0,471506187
111	14720	9,596962392	0,131630648	0,70692947	0,029905977	0,008792752	0,294013198
112	14850	9,605755144	0,123772102	0,73683544	0,030913782	0,023953241	0,77484019
113	15210	9,629708385	0,115913556	0,76774923	0,032059299	0,017918707	0,558923864
114	15485	9,647627092	0,10805501	0,79980852	0,033371164	0,097743592	2,928983588
115	17075	9,745370684	0,100196464	0,83317969	0,034886894	0,028577497	0,819147069
116	17570	9,773948181	0,092337917	0,86806658	0,036656664	0,020839954	0,56851748
117	17940	9,794788136	0,084479371	0,90472325	0,03874924	0,003061085	0,078997289

No		$\ln(t_i)$	$1 - ((i-0,5)/(n+0,25))$	$Z_{t_i}$	$M_i$	$\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)$	$\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{m_i}$
118	17995	9,797849221	0,076620825	0,94347249	0,041261616	0,067417119	1,633894292
119	19250	9,86526634	0,068762279	0,9847341	0,044335454	0,024122288	0,544085746
120	19720	9,889388628	0,060903733	1,02906956	0,048186691	0,009086383	0,18856623
121	19900	9,898475011	0,053045187	1,07725625	0,053162737	0,030923924	0,581684192
122	20525	9,929398934	0,04518664	1,13041898	0,059863242	0,032357526	0,540524119
123	21200	9,961756461	0,037328094	1,19028223	0,069427363	0,042707009	0,615132235
124	22125	10,00446347	0,029469548	1,25970959	0,084343214	0,156569061	1,856332635
125	25875	10,16103253	0,021611002	1,3440528	0,11142658	1,001484032	8,987837836
126	70440	11,16251656	0,013752456	1,45547938	0,180373702	0	0
127	70440	11,16251656	0,00589391	1,63585309			

No	$\ln(d_{t_i})$	$\ln(d_{t_i}) - \bar{x} \ln(d_{t_i})$	$z_{t_i}$	$f_{d_{t_i}}$	D1	D2
1	2,708050201	1,088585041	-1,932156837	0,02667008	0,026670075	-0,01879606
2	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,072971592	-0,065097576
3	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,065097576	-0,05722356
4	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,05722356	-0,049349544
5	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,049349544	-0,041475529
6	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,041475529	-0,033601513
7	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,033601513	-0,025727497
8	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,025727497	-0,017853481
9	2,995732274	0,571038231	-1,39940618	0,08084561	0,017853481	-0,009979466
10	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,091158053	-0,083284037
11	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,083284037	-0,075410022
12	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,075410022	-0,067536006
13	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,067536006	-0,05966199
14	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,05966199	-0,051787974
15	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,051787974	-0,043913959
16	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,043913959	-0,036039943
17	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,036039943	-0,028165927
18	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,028165927	-0,020291911
19	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,020291911	-0,012417896
20	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,012417896	-0,00454388
21	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	0,00454388	0,003330136
22	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,003330136	0,011204152
23	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,011204152	0,019078167
24	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,019078167	0,026952183

No	ln(dti)	ln (dti) - xbar ln (dti)	zti	fdti	D1	D2
25	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,026952183	0,034826199
26	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,034826199	0,042700215
27	3,218875825	0,283585181	-0,986172667	0,16202419	-0,042700215	0,05057423
28	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,045720644	-0,037846628
29	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,037846628	-0,029972613
30	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,029972613	-0,022098597
31	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,022098597	-0,014224581
32	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,014224581	-0,006350565
33	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	0,006350565	0,00152345
34	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,00152345	0,009397466
35	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,009397466	0,017271482
36	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,017271482	0,025145498
37	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,025145498	0,033019513
38	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,033019513	0,040893529
39	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,040893529	0,048767545
40	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,048767545	0,056641561
41	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,056641561	0,064515576
42	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,064515576	0,072389592
43	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,072389592	0,080263608
44	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,080263608	0,088137624
45	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,088137624	0,096011639
46	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,096011639	0,103885655
47	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,103885655	0,111759671
48	3,401197382	0,122643968	-0,648536303	0,25831907	-0,111759671	0,119633687
49	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,019676019	0,027550035
50	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,027550035	0,035424051
51	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,035424051	0,043298067
52	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,043298067	0,051172082
53	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,051172082	0,059046098
54	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,059046098	0,066920114
55	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,066920114	0,07479413
56	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,07479413	0,082668145
57	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,082668145	0,090542161
58	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,090542161	0,098416177
59	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,098416177	0,106290193
60	3,555348061	0,038437535	-0,363068824	0,35827674	-0,106290193	0,114164208
61	3,688879454	0,003909192	-0,115785646	0,45391121	-0,018529731	0,026403747
62	3,688879454	0,003909192	-0,115785646	0,45391121	-0,026403747	0,034277763
63	3,688879454	0,003909192	-0,115785646	0,45391121	-0,034277763	0,042151779
64	3,688879454	0,003909192	-0,115785646	0,45391121	-0,042151779	0,050025794



No	ln(dti)	ln (dti) - xbar ln (dti)	zti	fdti	D1	D2
65	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,036817039	-0,028943023
66	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,028943023	-0,021069008
67	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,021069008	-0,013194992
68	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,013194992	-0,005320976
69	3,80666249	0,003053612	0,102333575	0,54075405	0,005320976	0,00255304
70	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,073630612	-0,065756596
71	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,065756596	-0,05788258
72	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,05788258	-0,050008564
73	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,050008564	-0,042134549
74	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,042134549	-0,034260533
75	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,034260533	-0,026386517
76	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,026386517	-0,018512501
77	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,018512501	-0,010638486
78	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,010638486	-0,00276447
79	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	0,00276447	0,005109546
80	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	-0,005109546	0,012983562
81	3,912023005	0,02579879	0,297447867	0,6169377	-0,012983562	0,020857577
82	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,044437019	-0,036563004
83	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,036563004	-0,028688988
84	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,028688988	-0,020814972
85	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,020814972	-0,012940956
86	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,012940956	-0,005066941
87	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	0,005066941	0,002807075
88	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,002807075	0,010681091
89	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,010681091	0,018555107
90	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,018555107	0,026429122
91	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,026429122	0,034303138
92	4,007333185	0,065500265	0,473950214	0,68223229	-0,034303138	0,042177154
93	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	0,012903811	-0,005029795
94	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	0,005029795	0,00284422
95	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,00284422	0,010718236
96	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,010718236	0,018592252
97	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,018592252	0,026466268
98	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,026466268	0,034340283
99	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,034340283	0,042214299
100	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,042214299	0,050088315
101	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,050088315	0,057962331
102	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,057962331	0,065836346
103	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,065836346	0,073710362
104	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,073710362	0,081584378

No	ln(dti)	ln (dti) - xbar ln (dti)	zti	fdti	D1	D2
105	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,081584378	0,089458394
106	4,094344562	0,117608922	0,635084232	0,73731326	-0,089458394	0,097332409
107	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,051367288	0,059241304
108	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,059241304	0,067115319
109	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,067115319	0,074989335
110	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,074989335	0,082863351
111	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,082863351	0,090737367
112	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,090737367	0,098611382
113	4,17438727	0,178915701	0,78331316	0,78327838	-0,098611382	0,106485398
114	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,068406041	0,076280057
115	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,076280057	0,084154073
116	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,084154073	0,092028088
117	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,092028088	0,099902104
118	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,099902104	0,10777612
119	4,248495242	0,247100708	0,920551711	0,82135774	-0,10777612	0,115650136
120	4,317488114	0,320452368	1,048317745	0,85275388	-0,084253992	0,092128008
121	4,317488114	0,320452368	1,048317745	0,85275388	-0,092128008	0,100002024
122	4,787491743	1,073479905	1,918704767	0,97248915	0,019733241	-0,011859225
123	4,787491743	1,073479905	1,918704767	0,97248915	0,011859225	-0,003985209
124	5,192956851	2,078077535	2,669574645	0,99620263	0,027698693	-0,019824678
125	5,703782475	3,811785654	3,615558815	0,99985015	0,023472197	-0,015598181
126	5,886104031	4,556948538	3,953195179	0,99996144	0,015709474	-0,007835459
127	5,886104031	4,556948538	3,953195179	0,99996144	0,007835459	3,85572E-05
TOTAL		37,03235499		Dn Max	0,091158053	0,119633687