

**BIAYA PERAWATAN MESIN PRODUKSI ES KRISTAL
MENGUNAKAN METODE *PREVENTIVE MAINTENANCE POLICY***

SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi dan Melengkapi Salah Satu Syarat dalam Menempuh
Ujian Sarjana Program Studi Teknik Industri pada Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara*

**O
L
E
H**

**WINDA SARI
71210914042**



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

**BIAYA PERAWATAN MESIN PRODUKSI ES KRISTAL
MENGUNAKAN METODE *PREVENTIVE MAINTENANCE POLICY***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Program Sarjana Strata Satu (S1)
Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Islam Sumatera Utara

Disusun Oleh :

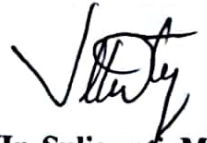
WINDA SARI
71210914042

Disetujui Oleh :

Ketua Program Studi Teknik Industri


(Mahrani Arfah, ST, M.MT)

Dosen Pembimbing I


(Ir. Suliawati, MT)

Dosen Pembimbing II


(Ir. Bonar Harahap, MT)

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA**

CATATAN ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Winda Sari
NPM : 71210914042
Pembimbing I : Ir. Suliawati, MT
Judul Skripsi : Biaya Perawatan Mesin Produksi Es Kristal menggunakan metode Preventive Maintenance Policy (PMP)


No	Hari/Tanggal	Uraian	Paraf
1	Selasa/28-02-2023	Perbaiki Kerangka Penelitian	87
2	Selasa/28-02-2023	Acc proposal lanjut ke Laporan	87
3	Jum'at/26-03-2023	Perbaiki Analisa dan Evaluasi Bab III. Tabel diperbaiki	87
4	Senin/29-03-2023	Perbaiki tata tulis laporannya	87
5	Selasa/30-03-2023	Acc laporan	87
6			
7			
8			

Diketahui,
Ketua Prodi Teknik Industri


(Mahrani Arfah, ST, M.MT)

Medan,









Pembimbing I


(Ir. Suliawati, MT)


**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SUMATERA UTARA**

CATATAN ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Winda Sari
 NPM : 71210914042
 Pembimbing II : Ir. Bonar Harahap, MT
 Judul Skripsi : Biaya Perawatan Mesin Produksi Es Kristal menggunakan metode Preventive Maintenance Policy (PMP)

No	Hari/Tanggal	Uraian	Paraf
1	Rabu / 15-2-2023	Uraikan masalah kerusakan mesin pompa pada Latar belakang	
2	Kamis / 16-2-2023	Lampirkan bar chart penyeleraian skripsi, Latar belakang kurangi yang tidak perlu	
3	Jumat / 17-2-2023	Acc proposal dan lanjutkan ke skripsi	
4	Selasa / 28-3-2023	Jelaskan harga suku cadang pada tabel 4.2 apakah per unit atau tidak, Jelaskan mana data sekunder dan data primer	
5	Kamis / 30-3-2023	Cantumkan data waktu perawatan dan tentukanlah probabilitas kerusakan masing-masing suku cadang	
6	17/5 -2023	Biaya komponen dan biaya tenaga mank b. Perawat	
7	23/5 -2023	Acc ke pemb. I (belas & izinnya seminar)	
8	30/5 -2023	Acc untuk 2 seminar	

Diketahui,
 Ketua Prodi Teknik Industri


 (Mahrani Arfah, ST, M.MT)

Medan,
 Pembimbing II


 (Ir. Bonar Harahap, MT)

KATA PENGANTAR



Assalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabil'alamin, segala puji atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga atas barokah dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini sebagai mana yang diharapkan.

Adapun judul dari skripsi ini adalah “Biaya Perawatan Mesin Produksi Es Kristal menggunakan Metode *Preventive Maintenance Policy*” yang dapat diselesaikan dengan baik. Laporan Skripsi ini dibuat untuk memenuhi kurikulum dan sebagai persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Islam Sumatera Utara.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih atas bantuan dan perhatian yang telah diberikan, yaitu kepada:

1. Teristimewa penulis ucapkan terimakasih kepada orang tua, kakak dan abang penulis yang telah memberi semangat dan dukungan baik dalam bentuk moral maupun material sehingga karya akhir ini dapat selesai.
2. Ibu Mahrani Arfah ST., MT, selaku Ketua Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara yang memberikan nasehat-nasehat dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Suliawati, MT selaku dosen Pembimbing I telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Ir. Bonar Harahap, MT selaku dosen pembimbing II telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Pemilik dan karyawan *Home Industry* Es Kristal Pratama yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian.

6. Dosen - Dosen Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan dan inspirasi dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Semua rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu dan memberikan banyak motivasi kepada penulis dalam pelaksanaan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan waktu serta kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Skripsi ini. Semoga Laporan bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Industri khususnya. Aamiin....

Wassalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, Juni 2023
Penulis

WINDA SARI
71210914042

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	i
CATATAN ASISTENSI	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	I-2
1.3.1 Tujuan Penelitian	I-2
1.3.2 Manfaat Penelitian	I-2
1.4 Batasan Masalah dan Asumsi	I-2
1.4.1 Batasan Masalah	I-2
1.4.2 Asumsi	I-3
1.5 Sistematika Penulisan	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1 Perawatan.....	II-1
2.2 Fungsi Perawatan.....	II-2
2.3 Jenis Perawatan	II-3
2.3.1 Perawatan Terencana	II-3
2.3.1.1 Perawatan Korektif.....	II-3
2.3.1.2 Perawatan Preventif.....	II-3
2.3.1.3 Perawatan Prediktif	II-5
2.3.2 Perawatan Tak Terencana	II-6
2.4 Kegiatan Perawatan	II-6

2.5 Diagram Pareto	II-8
2.6 Distribusi Kerusakan	II-9
2.7 Biaya Perawatan	II-13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	III-1
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	III-1
3.2 Metode Penelitian.....	III-1
3.3 Rancangan Penelitian	III-1
3.4 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	III-2
3.5 Pengumpulan Data.....	III-3
3.6 Pengolahan Data.....	III-3
3.7 Analisa dan Evaluasi	III-5
3.8 Kesimpulan dan Saran	III-5
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	IV-1
4.1 Pengumpulan Data.....	IV-1
4.2 Pengolahan Data.....	IV-4
4.2.1 Data Waktu Kerusakan	IV-4
4.2.2 Penentuan Distribusi Antar Kerusakan (<i>Time to Failure</i>).	IV-7
4.2.3 Penentuan Distribusi Waktu Perbaikan (<i>Time to Repair</i>).	IV-9
4.2.4 Uji Kesesuaian Data (<i>Goodness of Fit Test</i>).....	IV-11
4.2.4.1 <i>Goodness of Fit</i> Distribusi Data Waktu Antar Kerusakan (TTF).....	IV-12
4.2.4.2 <i>Goodness of Fit</i> Distribusi Data Waktu Perbaikan (TTR).....	IV-15
4.2.5 <i>Mean Time To Failure</i> (MTTF) dan <i>Mean Time To Repair</i> (MTTR).....	IV-17
4.2.6 Penentuan Parameter.....	IV-18
4.2.7 Probabilitas Kerusakan Komponen Mesin	IV-19
4.2.8 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> untuk Kerusakan <i>Belt</i>	IV-20
4.2.9 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> untuk Kerusakan <i>Bearing</i> 6306	IV-23

4.2.10 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> untuk Kerusakan <i>Bearing</i>	
6304	IV-24
BAB V ANALISA DAN EVALUASI	V-1
5.1 Analisa	V-1
5.2 Evaluasi	V-4
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	VI-1
6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nama Komponen, Jumlah Kerusakan dan Harga Suku Cadang Per Unit.....	IV-1
Tabel 4.2 Data Waktu Kerusakan, Waktu Perbaikan dan <i>Downtime Belt</i>	IV-2
Tabel 4.3 Data Waktu Kerusakan, Waktu Perbaikan dan <i>Downtime Bearing 6306</i>	IV-3
Tabel 4.4 Data Waktu Kerusakan, Waktu Perbaikan dan <i>Downtime Bearing 6304</i>	IV-3
Tabel 4.5 Data <i>Time to Repair</i> (TTR) dan <i>Time to Failure</i> (TTF) <i>Belt</i>	IV-5
Tabel 4.6 Data <i>Time to Repair</i> (TTR) dan <i>Time to Failure</i> (TTF) <i>Bearing 6306</i>	IV-6
Tabel 4.7 Data <i>Time to Repair</i> (TTR) dan <i>Time to Failure</i> (TTF) <i>Bearing 6304</i>	IV-7
Tabel 4.8 Data Nilai <i>Anderson Darling Time to Failure Belt</i>	IV-8
Tabel 4.9 Data Nilai <i>Anderson Darling Time to Failure Bearing 6306</i>	IV-8
Tabel 4.10 Data Nilai <i>Anderson Darling Time to Failure Bearing 6304</i>	IV-9
Tabel 4.11 Data Nilai <i>Anderson Darling Time to Repair Belt</i>	IV-9
Tabel 4.12 Data Nilai <i>Anderson Darling Time to Repair Bearing 6306</i>	IV-10
Tabel 4.13 Data Nilai <i>Anderson Darling Time to Repair Bearing 6304</i>	IV-11
Tabel 4.14 Data <i>Mean Time to Failure</i>	IV-17
Tabel 4.15 Data <i>Mean Time to Repair</i>	IV-18
Tabel 4.16 Data Rekapitulasi Nilai Parameter	IV-19
Tabel 4.17 Data Probabilitas Komponen Mesin Mengalami <i>Malfunction</i> pada <i>Belt, Bearing 6306</i> dan <i>Bearing 6304</i>	IV-20
Tabel 4.18 Biaya Peralatan untuk Perawatan Preventif.....	IV-21
Tabel 4.19 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> untuk Kerusakan <i>Belt</i>	IV-22
Tabel 4.20 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> untuk Kerusakan <i>Bearing 6306</i> .	IV-23
Tabel 4.21 Biaya <i>Preventive Maintenance</i> untuk Kerusakan <i>Bearing 6304</i> .	IV-24
Tabel 5.1 Pengidentifikasian Distribusi <i>Time to Failure</i>	V-1
Tabel 5.2 Pengidentifikasian Distribusi <i>Time to Repair</i>	V-2

Tabel 5.3 Pengujian Distribusi <i>Time to Failure</i>	V-2
Tabel 5.4 Pengujian Distribusi <i>Time to Repair</i>	V-2
Tabel 5.5 Data <i>Mean Time to Failure</i>	V-3
Tabel 5.6 Data <i>Mean Time to Repair</i>	V-3
Tabel 5.7 Rekapitulasi Biaya Perawatan Komponen Kritis dengan <i>Preventive Maintenance Policy</i>	V-4
Tabel 5.8 Jadwal Perawatan Komponen Mesin Pompa	V-4

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Analisa Prediktif.....	II-5
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	III-2
Gambar 4.1 Diagram Pareto Komponen Mesin Pompa.....	IV-2
Gambar 4.2 Uji <i>Goodness of Fit Time to Failure Belt</i>	IV-12
Gambar 4.3 Uji <i>Goodness of Fit Time to Failure Bearing 6306</i>	IV-13
Gambar 4.4 Uji <i>Goodness of Fit Time to Failure Bearing 6304</i>	IV-14
Gambar 4.5 Uji <i>Goodness of Fit Time to Repair Belt</i>	IV-15
Gambar 4.6 Uji <i>Goodness of Fit Time to Repair Bearing 6306</i>	IV-16
Gambar 4.7 Uji <i>Goodness of Fit Time to Repair Bearing 6304</i>	IV-17

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Assaf. (2009). *Mutu Pelayanan Kesehatan Perspektif Internasional*. EGC.
- Arsyad, M., & Sultan, A. Z. (2018). *Manajemen Perawatan: Vol. 15,5*23* (1st ed.). CV Budi Utama.
- Badrianto, Y., Suriadi, Ericck, Y. P., Nugroho, H., Sudirman, A., Rinda, R. T., Muafa, I. W., & Gunaisah, E. (2022). *Manajemen Operasional (Produksi dan Operasi): Vol. 15,5*23* (Hartini, Ed.; 1st ed.). CV Media Sains Indonesia.
- Bong, S., Sugiarto, Lemy, D. M., Nursians, A., & Arianti, S. P. (2019). *Manajemen Resiko, Krisis, dan Bencana untuk Industri Pariwisata yang Berkelanjutan*. Gramedia Pustaka Utama.
- Fitrianan, R., Sari, D. K., & Habyba, A. N. (2021). *Pengendalian dan Penjaminan Mutu*. Wawasan Ilmu.
- Fitriyani, R. (2019). *Teknik Mekanik Mesin Industri*. PT Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Furqon, Z., & Pramono, J. (2019). *Pemeliharaan Mesin Kendaraan Ringan* (Tyas, Ed.). Andi Offset.
- Jatira, & Amri Abdullah. (2021). *Metode Perawatan dan Pemeliharaan Mesin: Vol. 15*21* (Tim Qiara Media, Ed.; 1st ed.). CV Penerbit Qiara Media.
- Kuswadi, & Mutiara, E. (2004). *Delta Statistik*. Elex Media Komputindo.
- Mukhril. (2021). *Peran Sarjana Teknik di Era Revolusi Industri 4.0* (Andriyanto, Ed.). Penerbit Lakeisha.
- Mulyono, T. (2017). *Perawatan Fasilitas Pelabuhan*. UNJ Press.
- Pardamean, M. (2014). *Mengelola Kebun dan Pabrik Kelapa Sawit Secara Profesional*. Penebar Swadaya.
- Ponidi. (2022). *Metode Penentuan Komponen Kritis*. UMSurabaya Pulbishing.
- Pradityarahan, Y., & Hidayat, N. (2020). *Produksi Alat Pelindung Diri K3*. YPR Group.
- Pranowo, I. D. (2019). *Sistem dan Manajemen Pemeliharaan*. CV Budi Utama.
- Roberge, P. R. (2007). *Corrosion Inspection and Monitoring*. John Wiley & Sons, Inc.

- Rondeau, E. P., Brown, R. K., & Lapidés, P. D. (2006). *Facility Management*. Kanada.
- Wessel, W. R., & Sillivant, D. S. (2015). *Affordable Reability Engineering*. Taylor & Francis Group.
- Wijaya, A., Sisca, Silitonga, H. P., Chandra, V., Butarbutar, M., Sinaga, O. S., Hasibuan, A., Efendi, Eko Priyojadmiko, & Simarmata, J. (2020). *Manajemen Operasi Produksi: Vol. 16*23* (Tim Kreatif Kita Menulis, Ed.; 1st ed.). Yayasan Kita menulis.

LAMPIRAN I
DATA WAKTU KERUSAKAN

L.I.1 *Time to Failure (TTF)* dan *Time to Repair (TTR)* pada *Belt*

1. Pada 02 April 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
= 10:50 – 10:40
= 10 menit = 0,167 jam

2. Pada 18 Juli 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
= 09:24 – 09:15
= 9 menit = 0,150 jam

- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
= (10:50 – 19:00) jam + (07:00 – 09:15) jam + 106 hari
= 2554,417 jam

3. Pada 23 November 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
= 12:21 – 12:10
= 11 menit = 0,183 jam

- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
= (09:24 – 19:00) jam + (07:00 – 12:10) jam + 128 hari
= 3086,767 jam

4. Pada 05 Februari 2021

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan

$$= 15:28 - 15:20$$

$$= 8 \text{ menit} = 0,133 \text{ jam}$$

- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (12:21 – 19:00) jam + (07:00 – 15:20) jam + 73 hari
 = 1766,983 jam

5. Pada 22 Mei 2021

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 08:32 – 08:20
 = 12 menit = 0,200 jam

- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (15:28 – 19:00) jam + (07:00 – 08:20) jam + 106 hari
 = 2548,867 jam

6. Pada 08 Agustus 2021

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 16:00 – 15:50
 = 10 menit = 0,167 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (08:32 – 19:00) jam + (07:00 – 15:50) jam + 77 hari
 = 1867,300 jam

7. Pada 01 November 2021

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan

$$= 17:00 - 16:50$$

$$= 10 \text{ menit} = 0,167 \text{ jam}$$

- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (16:00 – 19:00) jam + (07:00 – 17:00) jam + 85 hari
 = 2053 jam

8. Pada 17 Februari 2022

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 11:29 – 11:20
 = 9 menit = 0,150 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (17:00 – 19:00) jam + (07:00 – 11:20) jam + 107 hari
 = 2574,333 jam

9. Pada 06 Juni 2022

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 12:25 – 12:15
 = 10 menit = 0,167 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (11:29 – 19:00) jam + (07:00 – 12:15) jam + 108 hari
 = 2604,767 jam

10. Pada 24 Oktober 2022

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan

$$= 07:33 - 07:25$$

$$= 8 \text{ menit} = 0,133 \text{ jam}$$

- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (12:25 – 19:00) jam + (07:00 – 07:25) jam + 139 hari
 = 3343 jam

L.1.2 Time to Failure (TTF) dan Time to Repair (TTR) pada Bearing 6306

1. Pada 25 Maret 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 14:45 – 14:00
 = 45 menit = 0,750 jam

2. Pada 16 Agustus 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 09:05 – 09:55
 = 50 menit = 0,833 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (14:45 – 19:00) jam + (07:00 – 09:05) jam + 143 hari
 = 3438,333 jam

3. Pada 21 Desember 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 06:35 – 06:00
 = 35 menit = 0,583 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja

$$= (09:55 - 19:00) \text{ jam} + (19:00 - 06:00) \text{ jam} + 126 \text{ hari}$$

$$= 3044,083 \text{ jam}$$

4. Pada 05 April 2021

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 $= 15:55 - 15:15$
 $= 40 \text{ menit} = 0,667 \text{ jam}$
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 $= (06:35 - 07:00) \text{ jam} + (07:00 - 15:15) \text{ jam} + 104 \text{ hari}$
 $= 2504,667 \text{ jam}$

5. Pada 12 September 2021

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 $= 12:25 - 11:35$
 $= 50 \text{ menit} = 0,833 \text{ jam}$
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 $= (15:55 - 19:00) \text{ jam} + (07:00 - 11:35) \text{ jam} + 159 \text{ hari}$
 $= 3823,667 \text{ jam}$

6. Pada 08 Februari 2022

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 $= 18:55 - 18:05$
 $= 50 \text{ menit} = 0,833 \text{ jam}$
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 $= (12:25 - 19:00) \text{ jam} + (07:00 - 18:05) \text{ jam} + 148 \text{ hari}$

$$= 3569,667 \text{ jam}$$

7. Pada 02 Juli 2022

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
= 08:05 – 07:20
= 45 menit = 0,750 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
= (18:55 – 19:00) jam + (07:00 – 07:20) jam + 143 hari
= 3432,417 jam

8. Pada 28 November 2022

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
= 04:40 – 04:00
= 40 menit = 0,667 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
= (08:05 – 19:00) jam + (19:00 – 04:00) jam + 148 hari
= 3571,917 jam

L.1.3 *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) pada *Bearing 6304*

1. Pada 17 Februari 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
= 18:25 – 17:45
= 40 menit = 0,667 jam

2. Pada 26 Juli 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
= 12:50 – 12:10

$$= 40 \text{ menit} = 0,667 \text{ jam}$$

- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (18:25 – 19:00) jam + (07:00 – 12:10) jam + 159 hari
 = 3821,750 jam

3. Pada 05 Desember 2020

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 10:15 – 09:25
 = 50 menit = 0,833 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (12:50 – 19:00) jam + (07:00 – 09:25) jam + 131 hari
 = 3152,583 jam

4. Pada 15 Mei 2021

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 16:50 – 16:05
 = 45 menit = 0,750 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (10:15 – 19:00) jam + (07:00 – 16:05) jam + 160 hari
 = 3857,833 jam

5. Pada 09 Oktober 2021

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 08:45 – 08:00
 = 45 menit = 0,750 jam

- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (16:50 – 19:00) jam + (07:00 – 08:00) jam + 145 hari
 = 3483,167 jam

6. Pada 28 Maret 2022

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 12:35 – 11:55
 = 40 menit = 0,667 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (08:45 – 19:00) jam + (07:00 – 11:55) jam + 169 hari
 = 4071,167 jam

7. Pada 02 September 2022

- TTR = Waktu selesai kerusakan – waktu mulai kerusakan
 = 04:30 – 03:35
 = 55 menit = 0,917 jam
- TTF = (Waktu akhir kerusakan – jam kerja selesai) + (Jam kerja mulai – waktu awal kerusakan) + hari kerja
 = (12:35 – 19:00) jam + (19:00 – 03:35) jam + 177 hari
 = 4265 jam

LAMPIRAN II
PENENTUAN DISTRIBUSI UNTUK DATA *TIME TO FAILURE* (TTF)
DAN *TIME TO REPAIR* (TTR)

L.II.1 Penentuan Distribusi Untuk Data *Time To Failure* (TTF)

1. Belt

Distribution Analysis: TTF Belt

Variable: TTF Belt

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	9

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Shape	5,32843
Scale	2688,27

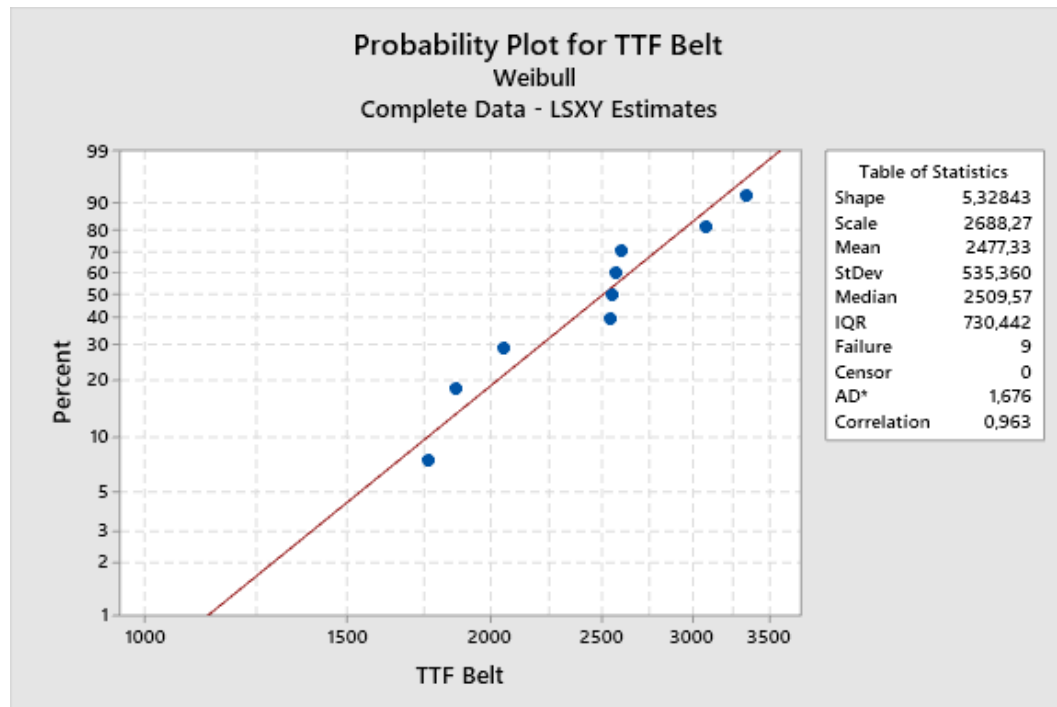
Log-Likelihood = -68,732

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,676	0,963

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean (MTTF)	2477,33
Standard Deviation	535,360
Median	2509,57
First Quartile(Q1)	2127,77
Third Quartile(Q3)	2858,21
Interquartile Range (IQR)	730,442



Distribution Analysis: TTF Belt

Variable: TTF Belt

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	9

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Lognormal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Location	7,79925
Scale	0,229330

Log-Likelihood = -68,739

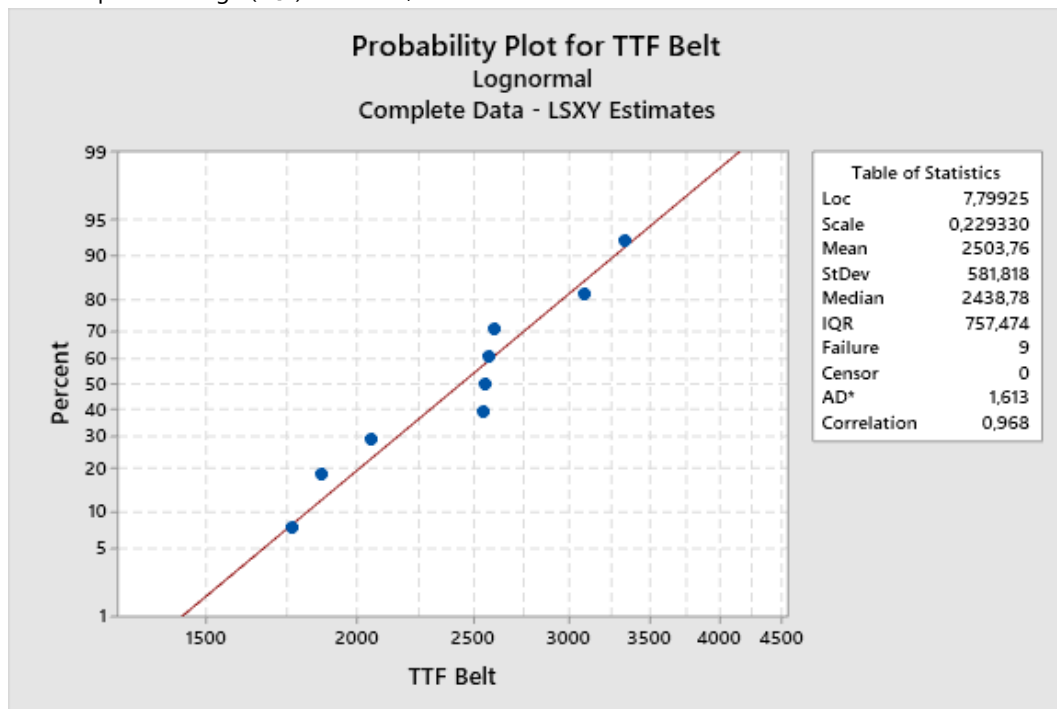
Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,613	0,968

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean (MTTF)	2503,76
Standard Deviation	581,818
Median	2438,78
First Quartile(Q1)	2089,27
Third Quartile(Q3)	2846,75

Interquartile Range (IQR) 757,474



Distribution Analysis: TTF Belt

Variable: TTF Belt

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	9

Uncensored value 9

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Exponential

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	1837,27

Mean 1837,27

Log-Likelihood = -79,836

Goodness-of-Fit

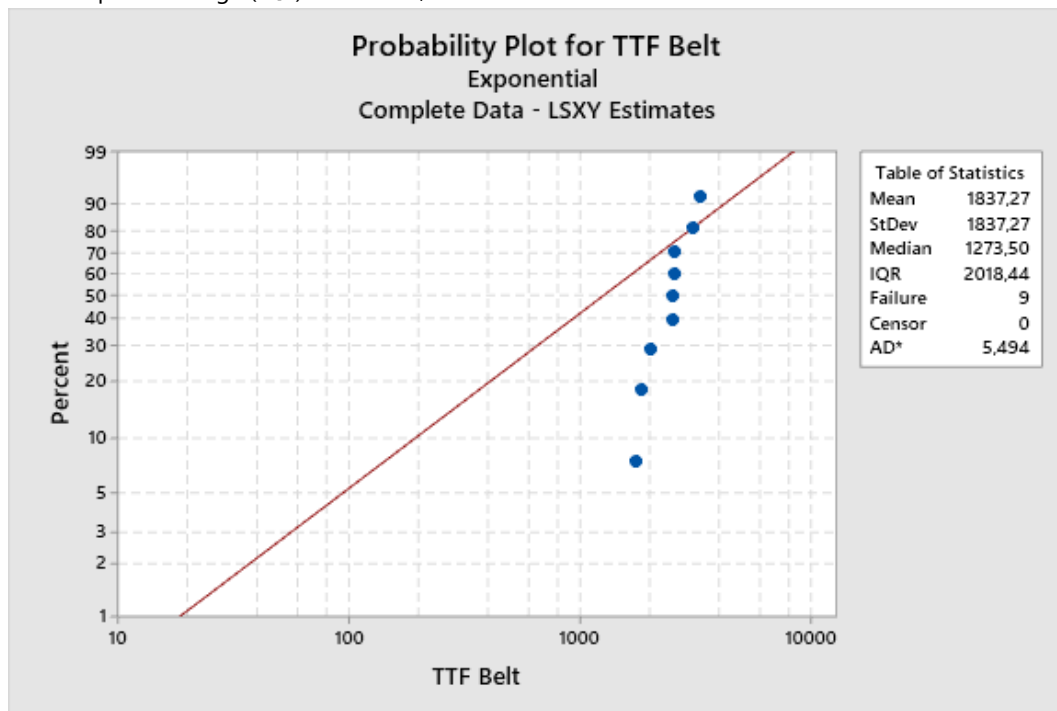
Anderson-Darling
(Adjusted)

5,494

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean (MTTF)	1837,27
Standard Deviation	1837,27
Median	1273,50
First Quartile(Q1)	528,549
Third Quartile(Q3)	2546,99

Interquartile Range (IQR) 2018,44



Distribution Analysis: TTF Belt

Variable: TTF Belt

Censoring

Censoring Information	Count
-----------------------	-------

Uncensored value	9
------------------	---

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Normal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
-----------	----------

Mean	2488,83
------	---------

StDev	560,616
-------	---------

Log-Likelihood = -68,753

Goodness-of-Fit

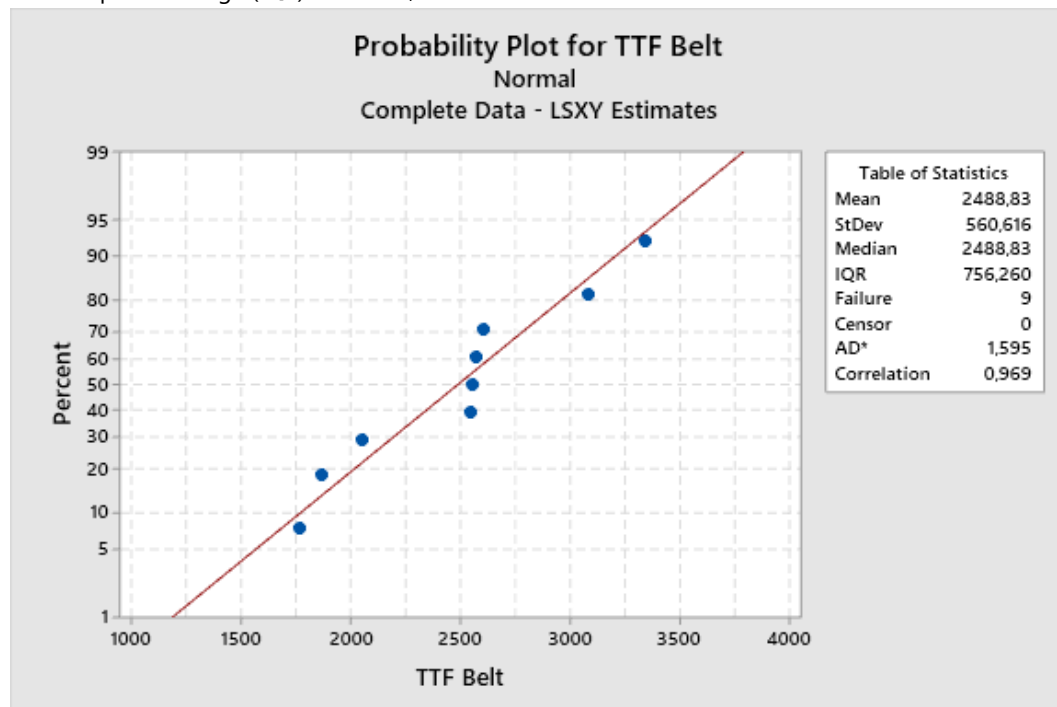
Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
-----------------------------	-------------------------

1,595	0,969
-------	-------

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean (MTTF)	2488,83
Standard Deviation	560,616
Median	2488,83
First Quartile(Q1)	2110,70

Third Quartile(Q3) 2866,96
 Interquartile Range (IQR) 756,260



2. Bearing 6306

Distribution Analysis: TTF Bearing 6306

Variable: TTF Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
-----------------------	-------

Uncensored value	7
------------------	---

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
-----------	----------

Shape	8,00124
-------	---------

Scale	3530,91
-------	---------

Log-Likelihood = -51,795

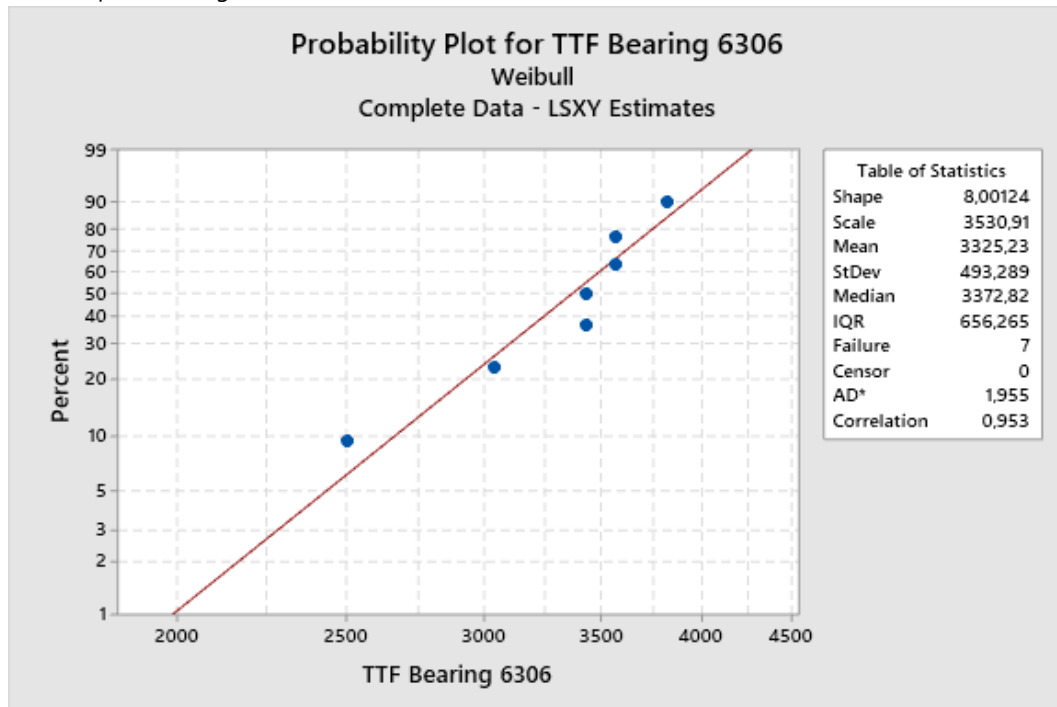
Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,955	0,953

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean (MTTF)	3325,23
Standard Deviation	493,289

Median	3372,82
First Quartile(Q1)	3021,77
Third Quartile(Q3)	3678,03
Interquartile Range (IQR)	656,265



Distribution Analysis: TTF Bearing 6306

Variable: TTF Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
-----------------------	-------

Uncensored value	7
------------------	---

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Lognormal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
-----------	----------

Location	8,10581
----------	---------

Scale	0,143756
-------	----------

Log-Likelihood = -52,495

Goodness-of-Fit

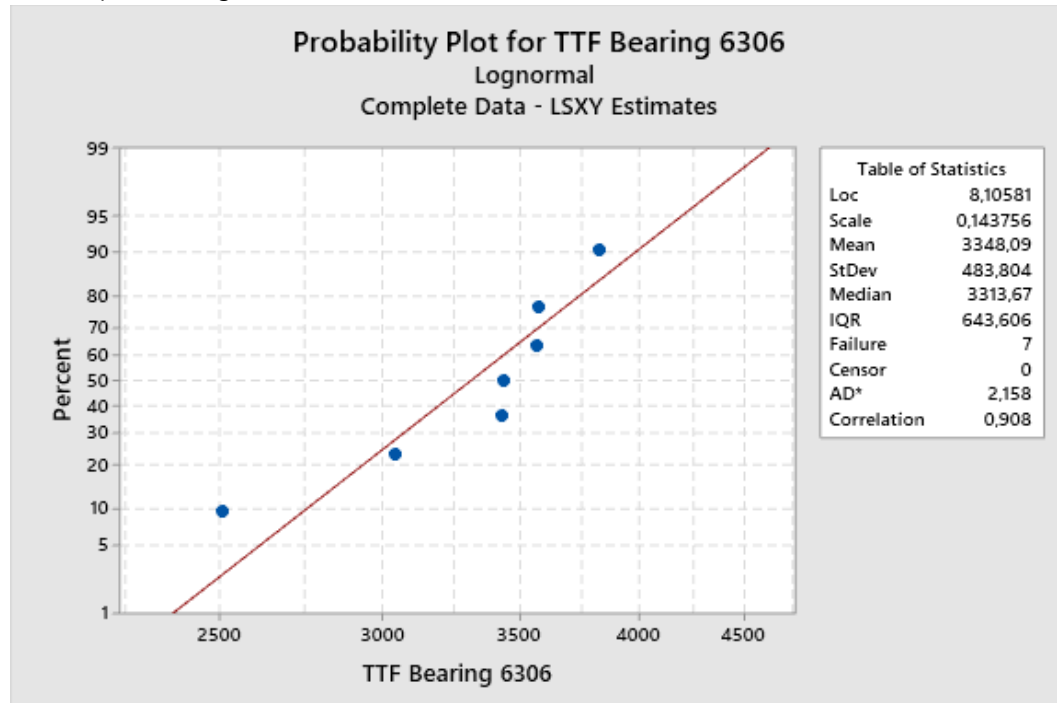
Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
-----------------------------	-------------------------

2,158	0,908
-------	-------

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	3348,09

Standard Deviation	483,804
Median	3313,67
First Quartile(Q1)	3007,45
Third Quartile(Q3)	3651,06
Interquartile Range(IQR)	643,606



Distribution Analysis: TTF Bearing 6306

Variable: TTF Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	7

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Exponential

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	2404,37

Log-Likelihood = -64,221

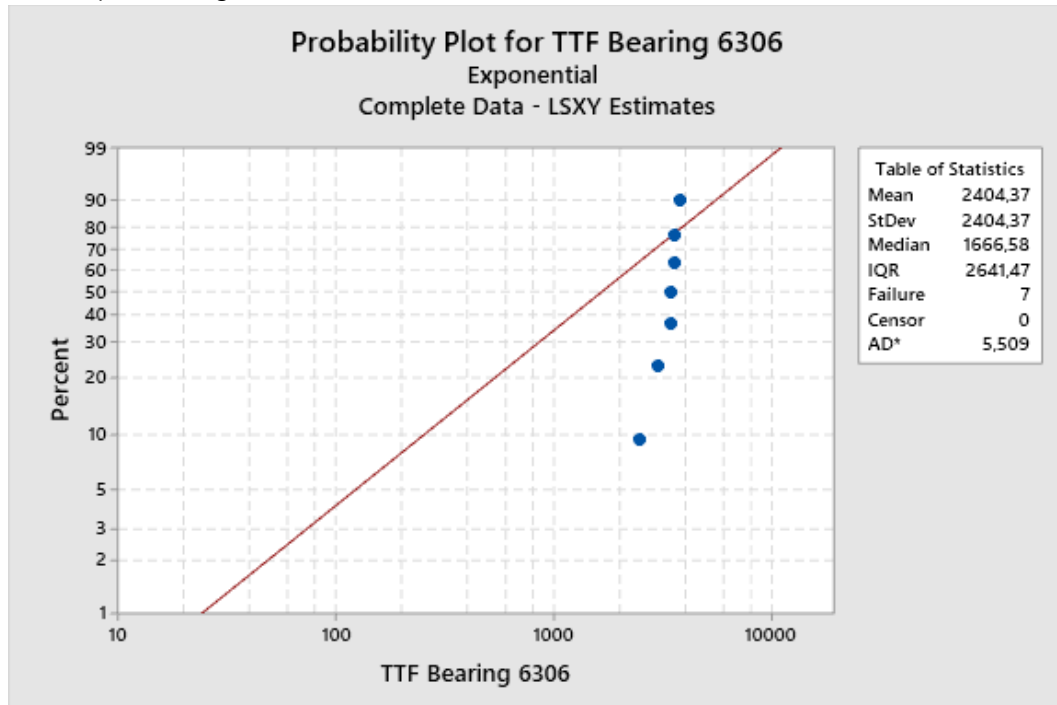
Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)
5,509

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	2404,37

Standard Deviation	2404,37
Median	1666,58
First Quartile(Q1)	691,695
Third Quartile(Q3)	3333,17
Interquartile Range(IQR)	2641,47



Distribution Analysis: TTF Bearing 6306

Variable: TTF Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	7

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Normal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	3340,68
StDev	453,818

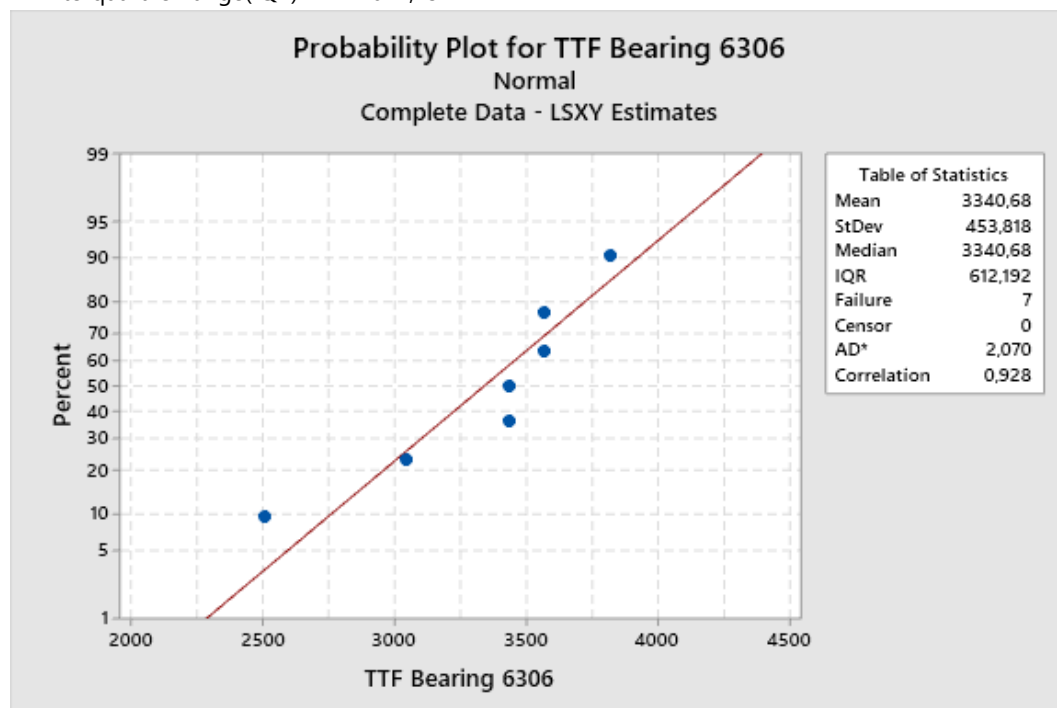
Log-Likelihood = -52,034

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
2,070	0,928

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	3340,68
Standard Deviation	453,818
Median	3340,68
First Quartile(Q1)	3034,58
Third Quartile(Q3)	3646,77
Interquartile Range(IQR)	612,192



3. Bearing 6304

Distribution Analysis: TTF Bearing 6304

Variable: TTF Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	6

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Shape	9,75350
Scale	3954,61

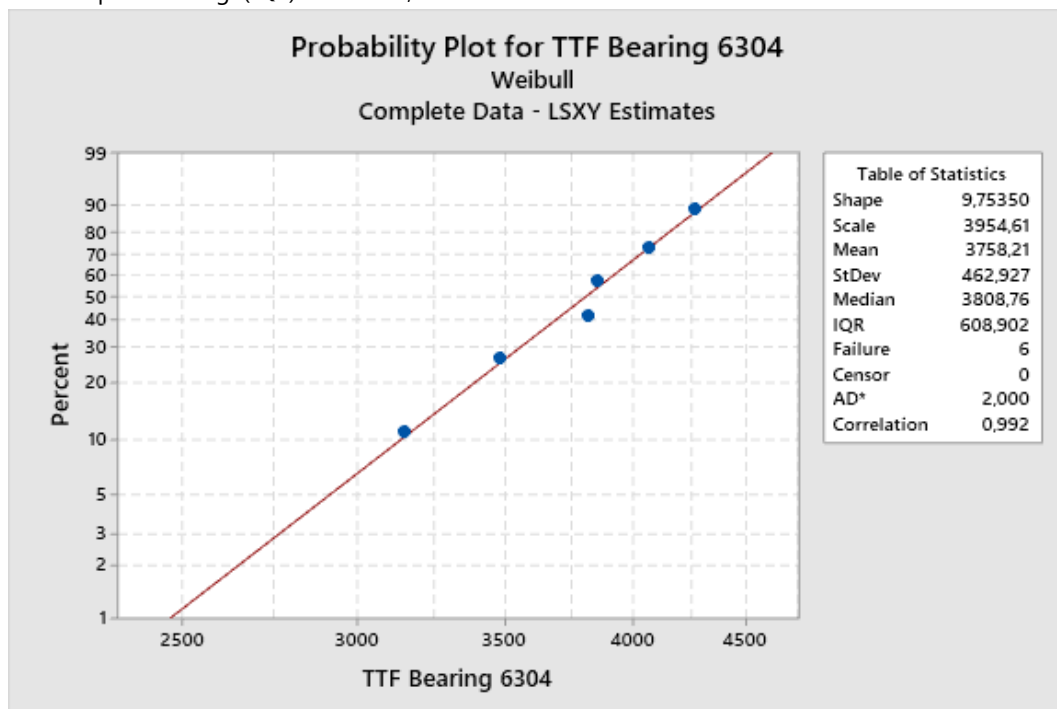
Log-Likelihood = -44,044

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
2,000	0,992

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	3758,21
Standard Deviation	462,927
Median	3808,76
First Quartile(Q1)	3480,38
Third Quartile(Q3)	4089,28
Interquartile Range(IQR)	608,902



Distribution Analysis: TTF Bearing 6304

Variable: TTF Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	6

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Lognormal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Location	8,23131
Scale	0,121232

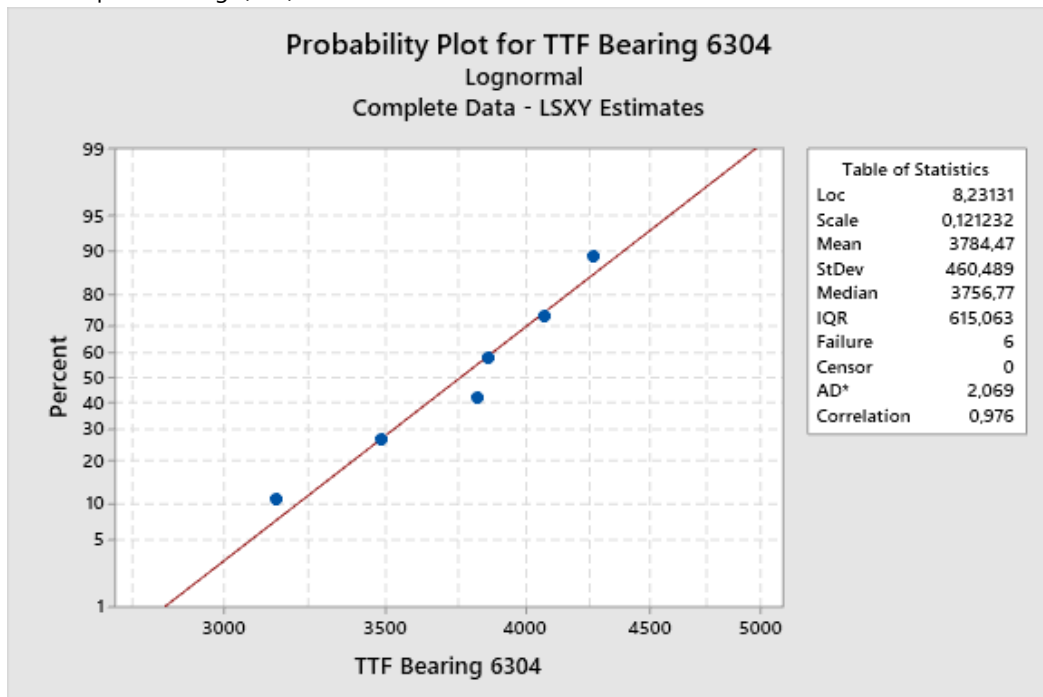
Log-Likelihood = -44,283

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
2,069	0,976

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	3784,47
Standard Deviation	460,489
Median	3756,77
First Quartile(Q1)	3461,80
Third Quartile(Q3)	4076,86
Interquartile Range(IQR)	615,063



Distribution Analysis: TTF Bearing 6304

Variable: TTF Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	6

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Exponential

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	2778,97

Log-Likelihood = -55,730

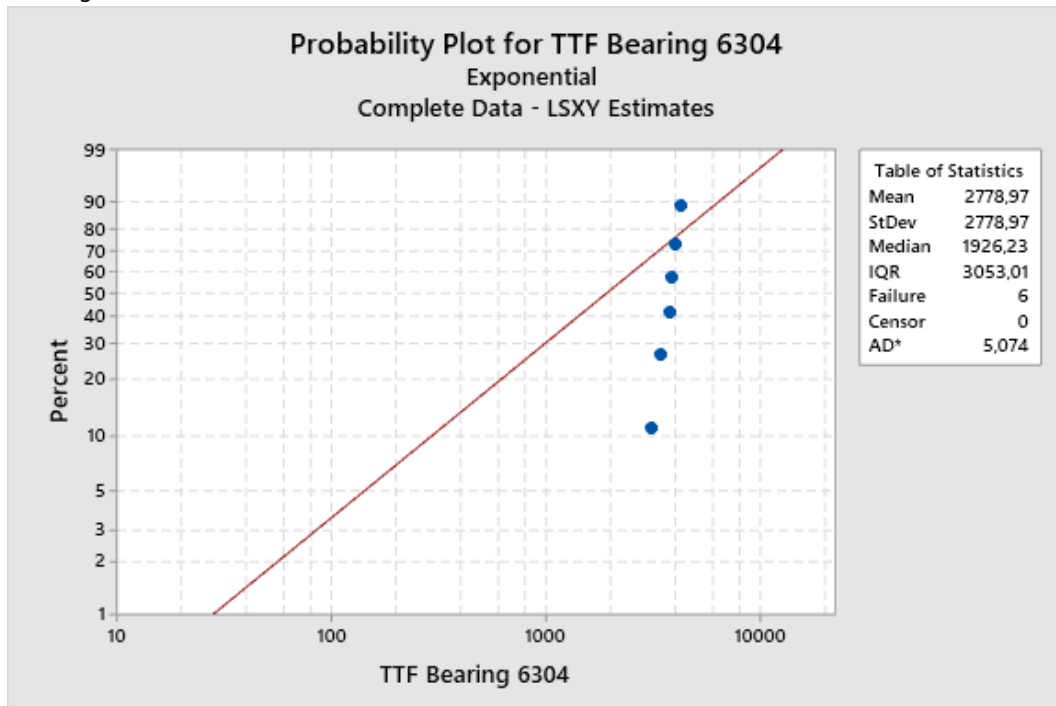
Goodness-of-Fit

**Anderson-Darling
(Adjusted)**

5,074

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	2778,97
Standard Deviation	2778,97
Median	1926,23
First Quartile(Q1)	799,459
Third Quartile(Q3)	3852,47
Interquartile	3053,01
Range(IQR)	



Distribution Analysis: TTF Bearing 6304

Variable: TTF Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	6

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Normal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	3775,25
StDev	448,537

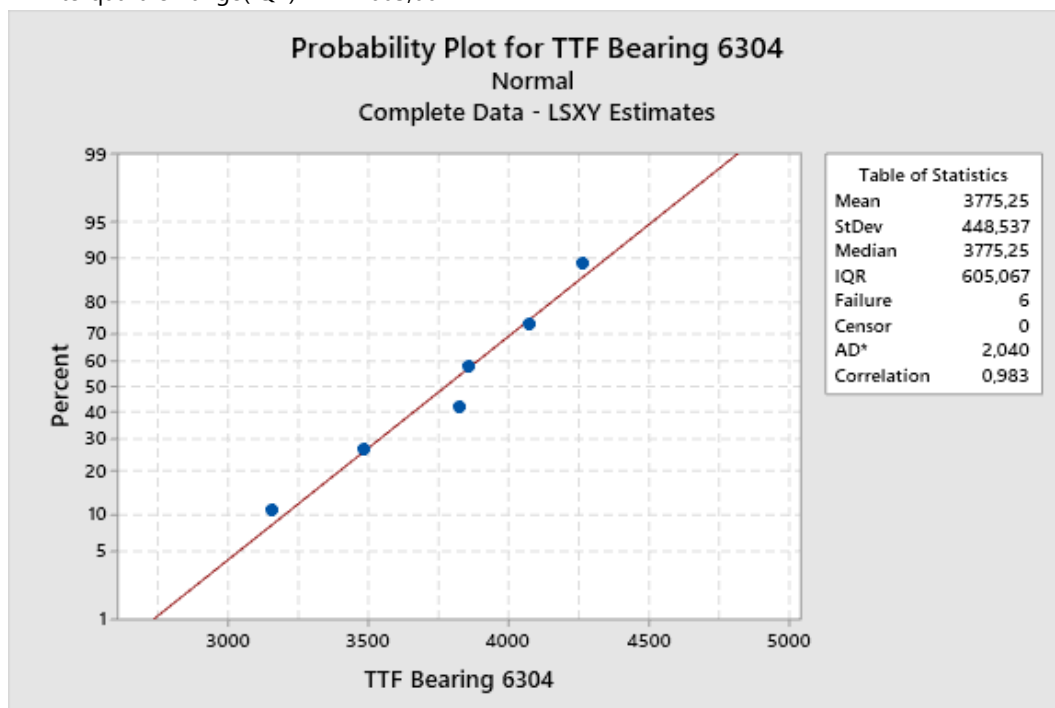
Log-Likelihood = -44,161

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
2,040	0,983

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	3775,25
Standard Deviation	448,537
Median	3775,25
First Quartile(Q1)	3472,72
Third Quartile(Q3)	4077,78
Interquartile Range(IQR)	605,067



L.II.1 Penentuan Distribusi Untuk Data *Time To Repair* (TTR)

1. Belt

Distribution Analysis: TTR Belt

Variable: TTR Belt

Censoring

Censoring Information

Censoring Information	Count
Uncensored value	10

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter Estimate

Shape	9,08760
-------	---------

Scale	0,169970
-------	----------

Log-Likelihood = 24,550

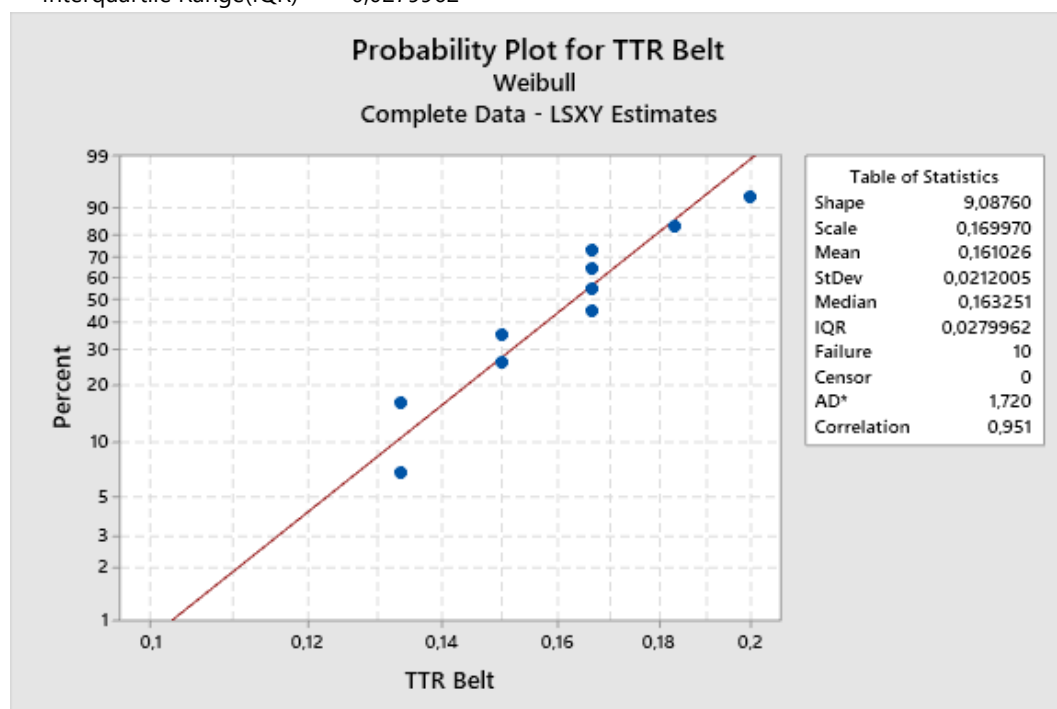
Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted) Correlation Coefficient

Anderson-Darling (Adjusted)	1,720
Correlation Coefficient	0,951

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,161026
Standard Deviation	0,0212005
Median	0,163251
First Quartile(Q1)	0,148194
Third Quartile(Q3)	0,176190
Interquartile Range(IQR)	0,0279962



Distribution Analysis: TTR Belt

Variable: TTR Belt

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	10

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Lognormal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Location	-1,82970
Scale	0,136169

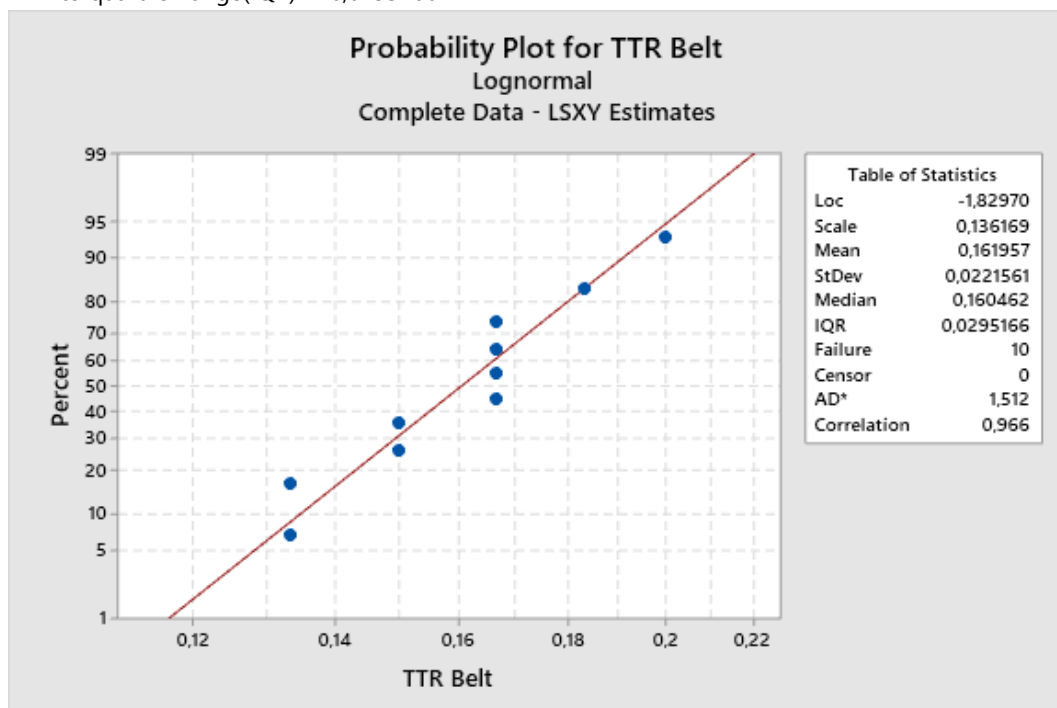
Log-Likelihood = 25,009

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,512	0,966

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,161957
Standard Deviation	0,0221561
Median	0,160462
First Quartile(Q1)	0,146381
Third Quartile(Q3)	0,175898
Interquartile Range(IQR)	0,0295166



Distribution Analysis: TTR Belt

Variable: TTR Belt

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	10

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Exponential

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	0,111470

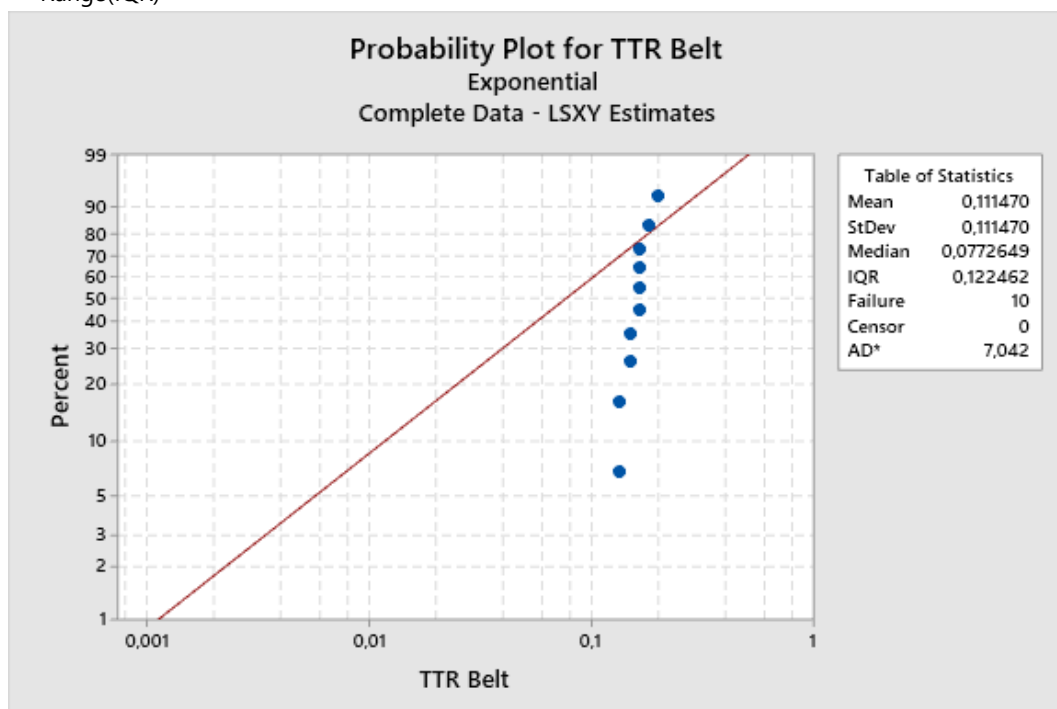
Log-Likelihood = 7,437

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)
7,042

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,111470
Standard Deviation	0,111470
Median	0,0772649
First Quartile(Q1)	0,0320678
Third Quartile(Q3)	0,154530
Interquartile	0,122462
Range(IQR)	



Distribution Analysis: TTR Belt

Variable: TTR Belt

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	10

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Normal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	0,161667
StDev	0,0219933

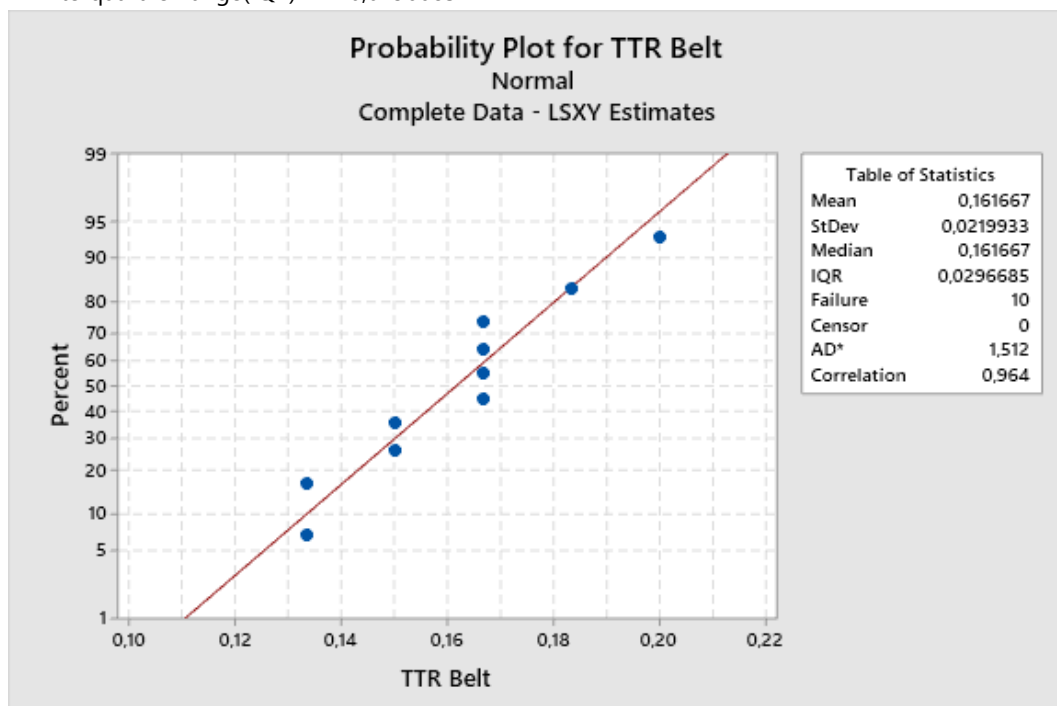
Log-Likelihood = 24,932

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,512	0,964

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,161667
Standard Deviation	0,0219933
Median	0,161667
First Quartile(Q1)	0,146832
Third Quartile(Q3)	0,176501
Interquartile Range(IQR)	0,0296685



2. Bearing 6306

Distribution Analysis: TTR Bearing 6306

Variable: TTR Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	8

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Shape	8,60287
Scale	0,779364

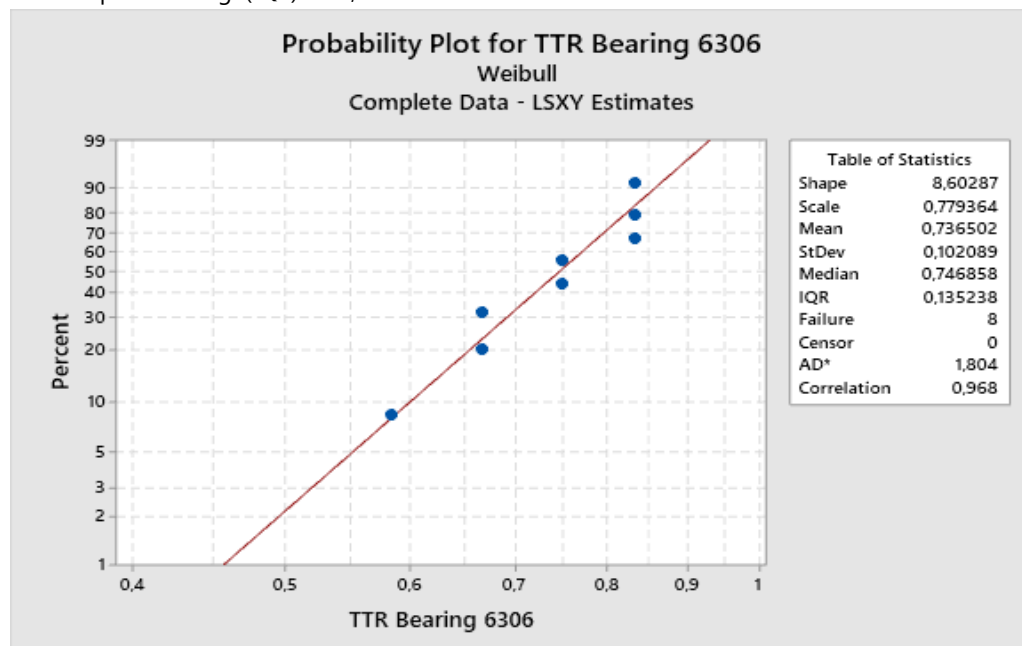
Log-Likelihood = 8,198

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,804	0,968

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,736502
Standard Deviation	0,102089
Median	0,746858
First Quartile(Q1)	0,674286
Third Quartile(Q3)	0,809524
Interquartile Range(IQR)	0,135238



Distribution Analysis: TTR Bearing 6306

Variable: TTR Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	8

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Lognormal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Location	-
	0,309032
Scale	0,137587

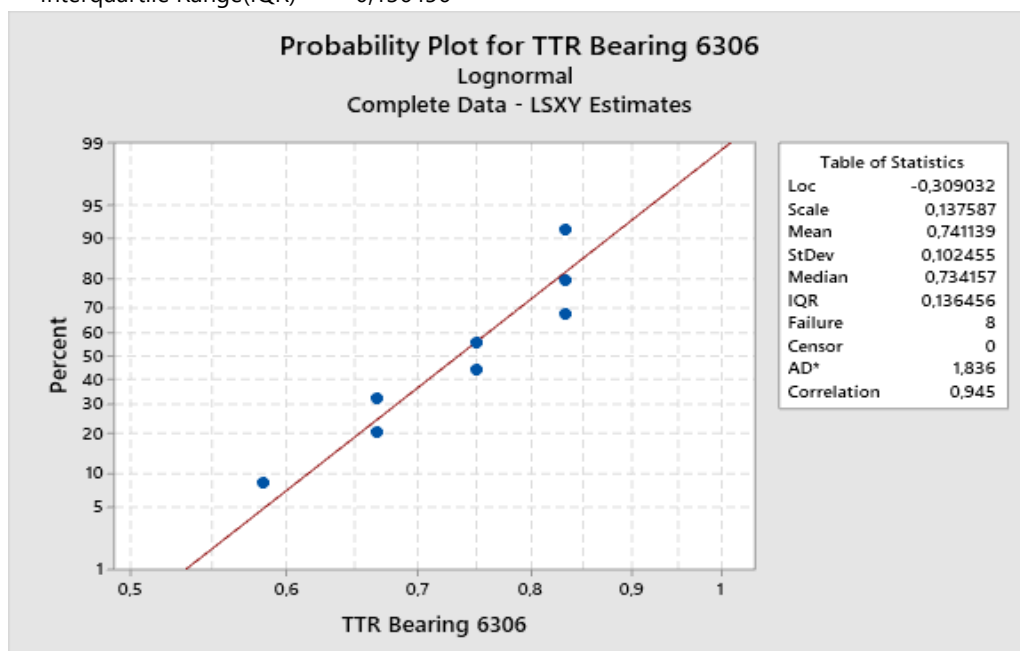
Log-Likelihood = 7,804

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,836	0,945

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,741139
Standard Deviation	0,102455
Median	0,734157
First Quartile(Q1)	0,669093
Third Quartile(Q3)	0,805549
Interquartile Range(IQR)	0,136456



Distribution Analysis: TTR Bearing 6306

Variable: TTR Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	8

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Exponential

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	0,521495

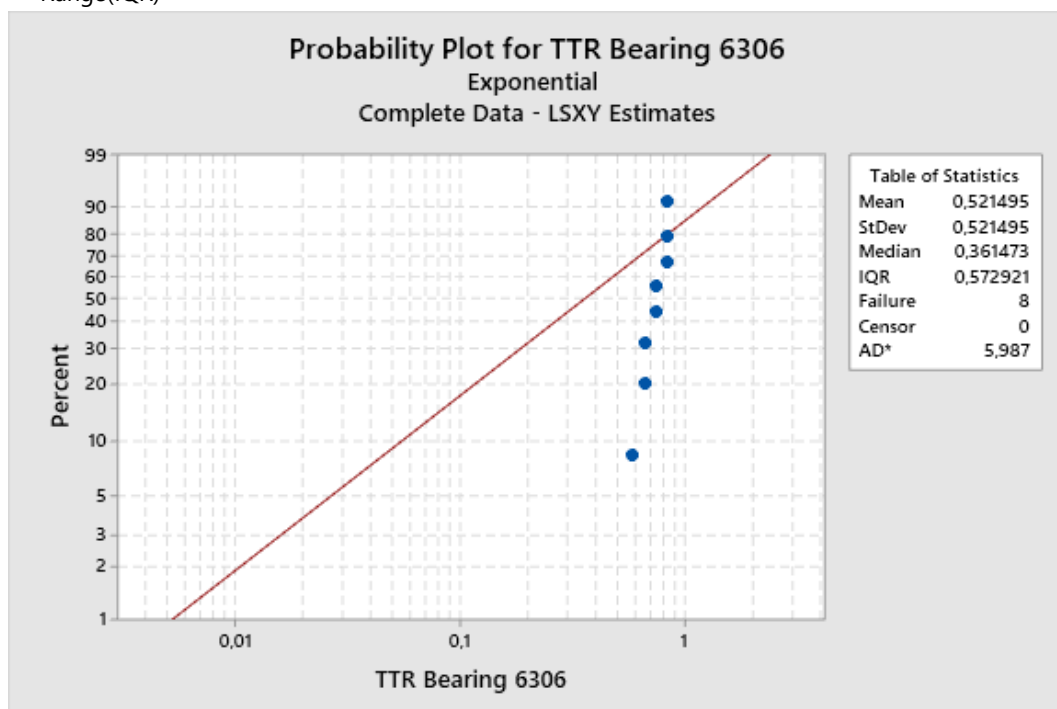
Log-Likelihood = -6,137

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)
5,987

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,521495
Standard Deviation	0,521495
Median	0,361473
First Quartile(Q1)	0,150025
Third Quartile(Q3)	0,722946
Interquartile	0,572921
Range(IQR)	



Distribution Analysis: TTR Bearing 6306

Variable: TTR Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	8

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Normal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	0,739583
StDev	0,0987763

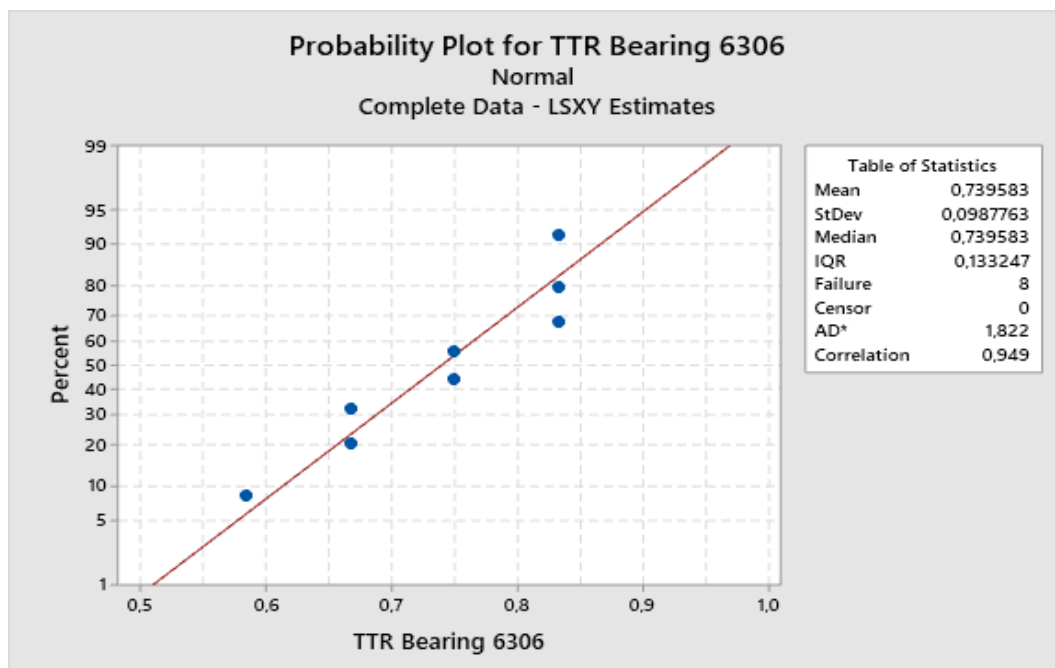
Log-Likelihood = 8,009

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,822	0,949

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,739583
Standard Deviation	0,0987763
Median	0,739583
First Quartile(Q1)	0,672960
Third Quartile(Q3)	0,806207
Interquartile Range(IQR)	0,133247



3. Bearing 6304

Distribution Analysis: TTR Bearing 6304

Variable: TTR Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	7

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Shape	9,79177
Scale	0,784621

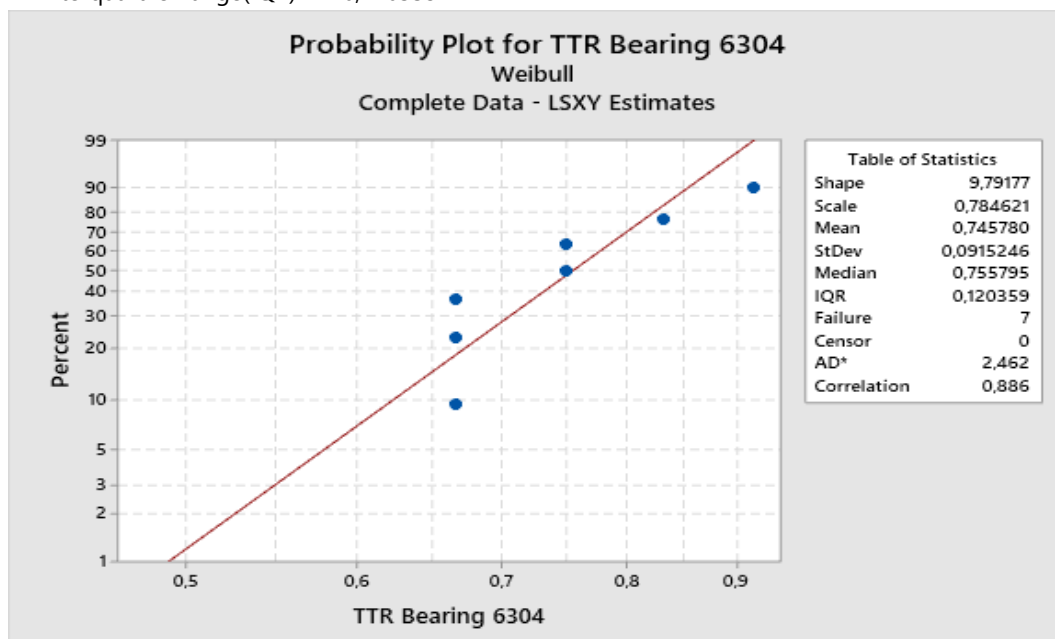
Log-Likelihood = 6,191

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
2,462	0,886

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,745780
Standard Deviation	0,0915246
Median	0,755795
First Quartile(Q1)	0,690877
Third Quartile(Q3)	0,811236
Interquartile Range(IQR)	0,120359



Distribution Analysis: TTR Bearing 6304

Variable: TTR Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	7

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Lognormal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Location	-
	0,294442
Scale	0,130493

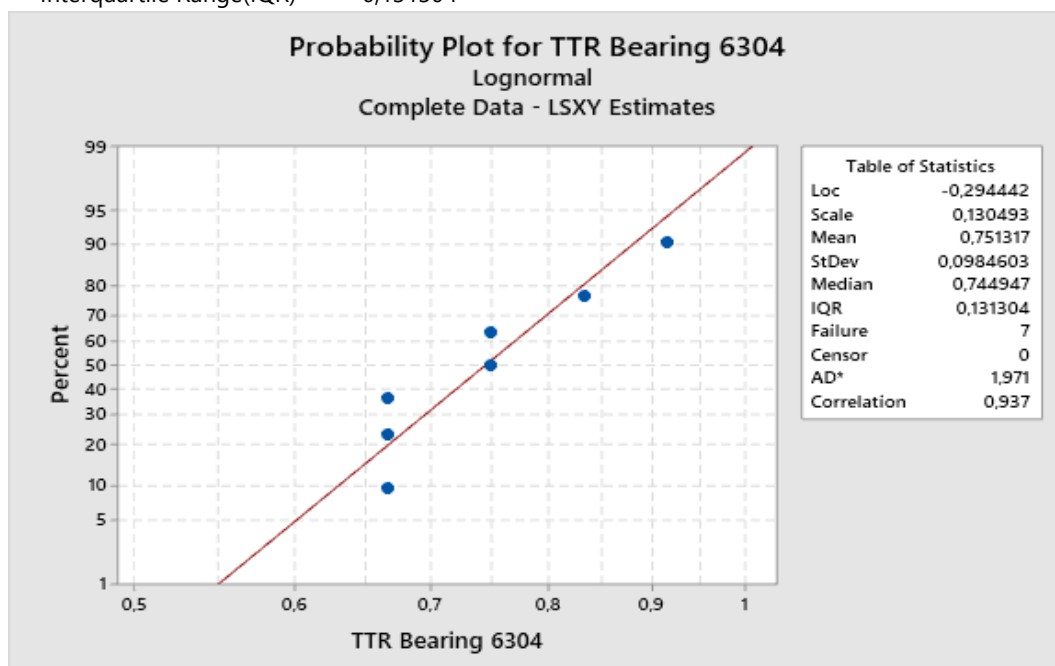
Log-Likelihood = 7,163

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,971	0,937

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,751317
Standard Deviation	0,0984603
Median	0,744947
First Quartile(Q1)	0,682183
Third Quartile(Q3)	0,813487
Interquartile Range(IQR)	0,131304



Distribution Analysis: TTR Bearing 6304

Variable: TTR Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	7

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Exponential

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	0,547720

Log-Likelihood = -5,371

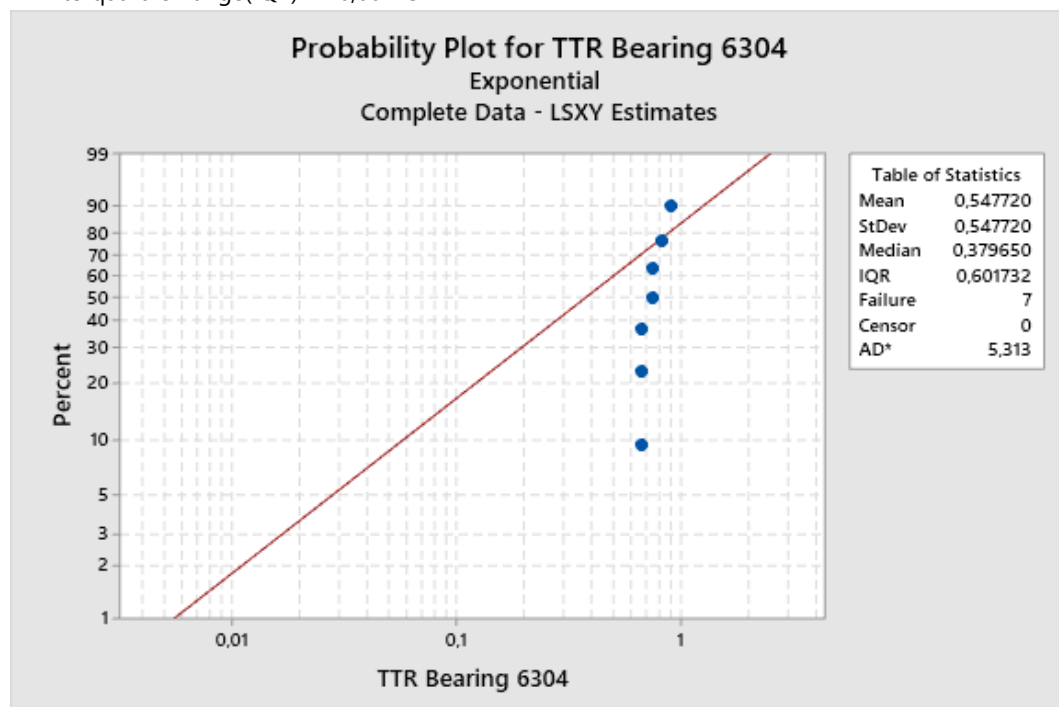
Goodness-of-Fit

**Anderson-Darling
(Adjusted)**

5,313

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,547720
Standard Deviation	0,547720
Median	0,379650
First Quartile(Q1)	0,157569
Third Quartile(Q3)	0,759301
Interquartile Range(IQR)	0,601732



Distribution Analysis: TTR Bearing 6304

Variable: TTR Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	7

Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))

Distribution: Normal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate
Mean	0,75
StDev	0,100466

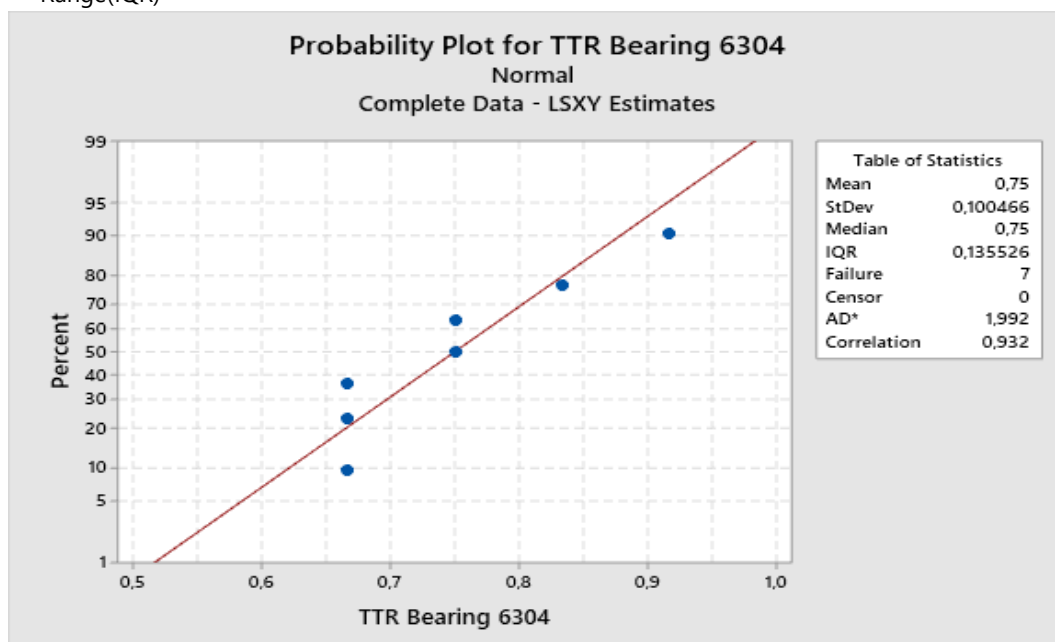
Log-Likelihood = 6,901

Goodness-of-Fit

Anderson-Darling (Adjusted)	Correlation Coefficient
1,992	0,932

Characteristics of Distribution

	Estimate
Mean(MTTF)	0,75
Standard Deviation	0,100466
Median	0,75
First Quartile(Q1)	0,682237
Third Quartile(Q3)	0,817763
Interquartile	0,135526
Range(IQR)	



LAMPIRAN III

PENENTUAN PARAMETER DENGAN *SOFTWARE* MINITAB 19

L.III.1 Penentuan Parameter Komponen Belt

Distribution Analysis: Belt

Variable: Belt

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	9

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Normal

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean	3,45670	0,229576	3,00674	3,90666
StDev	0,688727	0,162334	0,433927	1,09314

Log-Likelihood = -9,414

Goodness-of-Fit

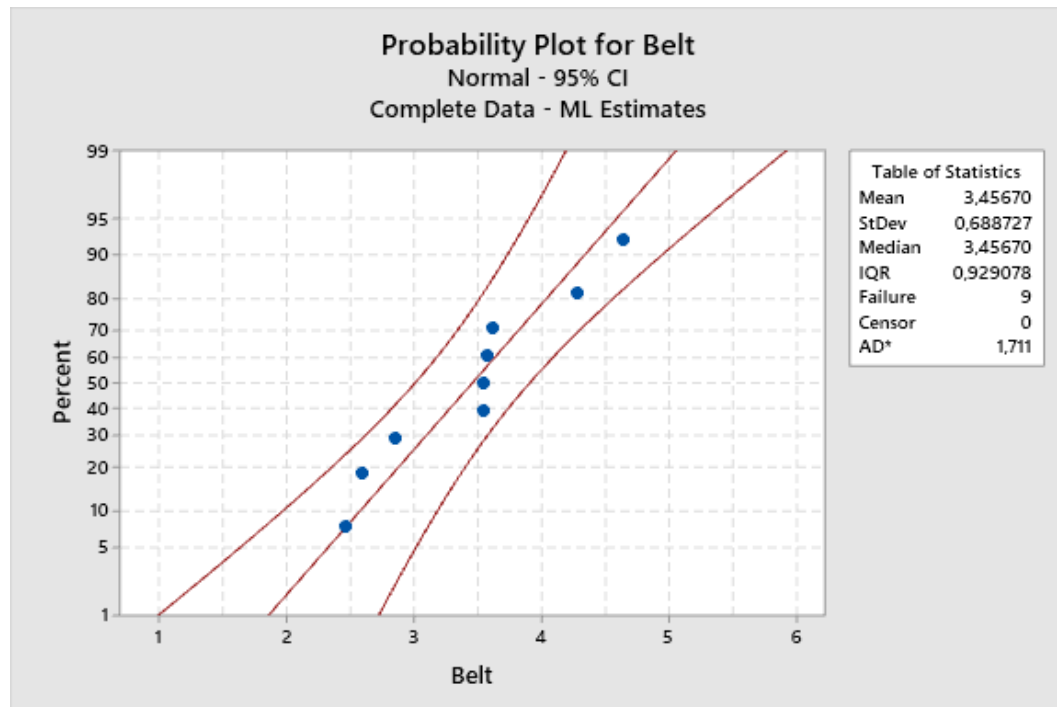
Anderson-Darling

(Adjusted)

1,711

Characteristics of Distribution

	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean(MTTF)	3,45670	0,229576	3,00674	3,90666
Standard Deviation	0,688727	0,162334	0,433927	1,09314
Median	3,45670	0,229576	3,00674	3,90666
First Quartile(Q1)	2,99216	0,254350	2,49365	3,49068
Third Quartile(Q3)	3,92124	0,254350	3,42273	4,41976
Interquartile Range(IQR)	0,929078	0,218986	0,585359	1,47463



L.III.2 Penentuan Parameter Komponen Bearing 6306

Distribution Analysis: Bearing 6306

Variable: Bearing 6306

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	7

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	11,4980	3,65953	6,16175	21,4555
Scale	4,86825	0,166993	4,55171	5,20681

Log-Likelihood = -5,112

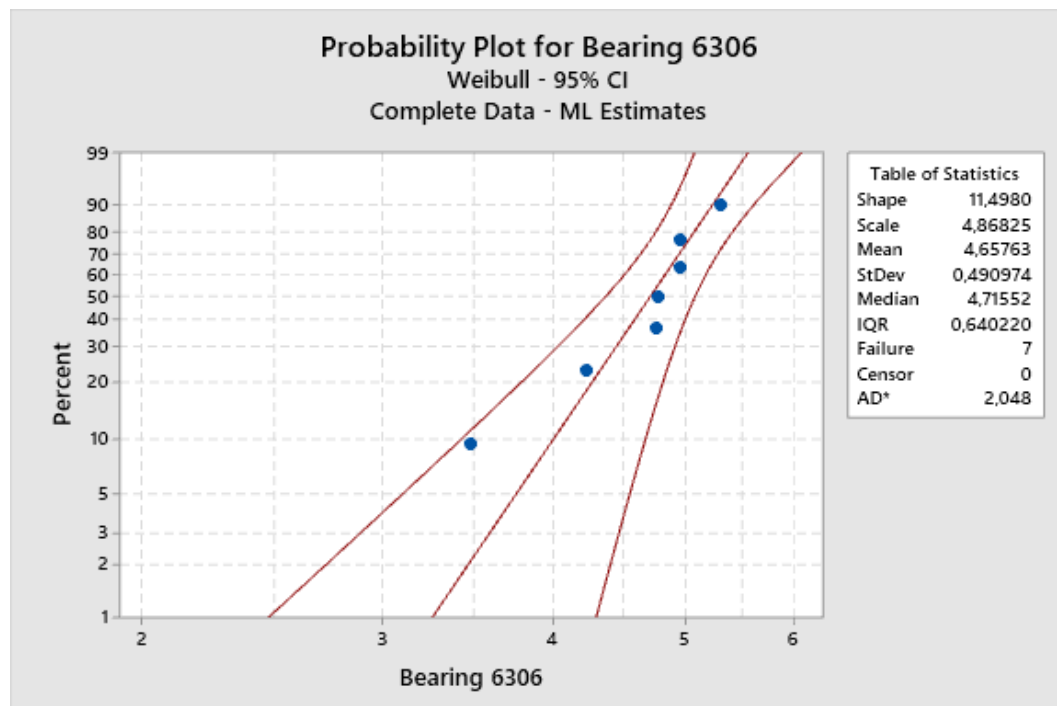
Goodness-of-Fit

**Anderson-Darling
(Adjusted)**

2,048

Characteristics of Distribution

	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean(MTTF)	4,65763	0,184369	4,30993	5,03337
Standard Deviation	0,490974	0,138532	0,282413	0,853556
Median	4,71552	0,181316	4,37321	5,08463
First Quartile(Q1)	4,36831	0,240937	3,92072	4,86701
Third Quartile(Q3)	5,00853	0,164686	4,69594	5,34194
Interquartile Range(IQR)	0,640220	0,190827	0,356957	1,14827



L.III.3 Penentuan Parameter Komponen Bearing 6304

Distribution Analysis: Bearing 6304

Variable: Bearing 6304

Censoring

Censoring Information	Count
Uncensored value	6

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Parameter	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Shape	12,6088	4,15922	6,60529	24,0689
Scale	5,46838	0,186446	5,11489	5,84629

Log-Likelihood = -4,256

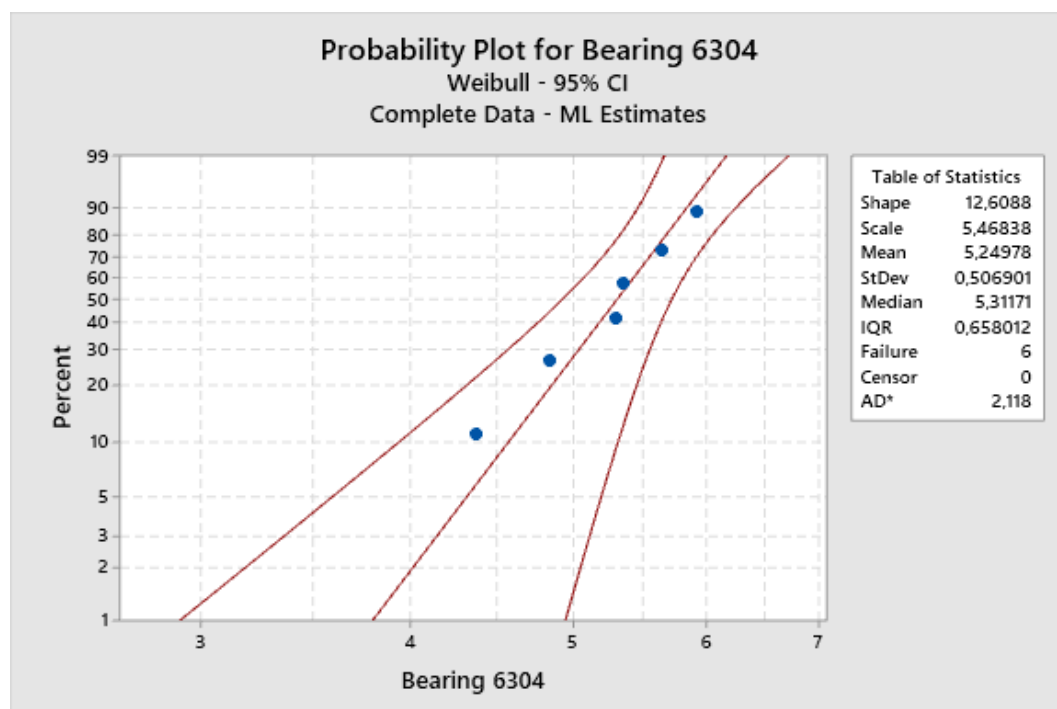
Goodness-of-Fit

Anderson-Darling
(Adjusted)

2,118

Characteristics of Distribution

	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI	
			Lower	Upper
Mean(MTTF)	5,24978	0,207160	4,85906	5,67192
Standard Deviation	0,506901	0,148869	0,285062	0,901379
Median	5,31171	0,202913	4,92853	5,72468
First Quartile(Q1)	4,95387	0,267757	4,45592	5,50747
Third Quartile(Q3)	5,61189	0,182098	5,26609	5,98039
Interquartile Range(IQR)	0,658012	0,203512	0,358898	1,20641



LAMPIRAN IV
PERHITUNGAN PROBABILITAS DENGAN MINITAB VERSI 19

L.IV.1 Belt

Normal with mean = 3,457 and standard deviation = 0,689

x	f(x)
1,3081	0,447200
2,6163	0,275030
3,9244	0,459995
5,2326	0,209230
6,5407	0,260000
7,8488	0,371246
9,1570	0,326328
10,4651	0,291367
11,7733	0,263325
13,0814	0,240299
14,3895	0,221033
15,6977	0,204659

L.IV.2 Bearing 6306

Weibull with shape = 11,498 and scale = 4,868

x	f(x)
0,9212	0,243000
1,8424	0,355000
2,7636	0,170400
3,6847	0,516900
4,6059	0,121590
5,5271	0,242070
6,4483	0,425770
7,3695	0,067558
8,2907	0,097491
9,2119	0,127858
10,1331	0,151247
11,0542	0,159236

L.IV.3 Bearing 6304**Weibull with shape = 12,609 and scale = 5,468**

x	f(x)
0,9514	0,400000
1,9027	0,093000
2,8541	0,568000
3,8055	0,205100
4,7569	0,554000
5,7082	0,124070
6,6596	0,242790
7,6110	0,426690
8,5624	0,068205
9,5137	0,099425
10,4651	0,131452
11,4165	0,155633

LAMPIRAN V
PERHITUNGAN BIAYA PERAWATAN KOMPONEN KRITIS DENGAN
PREVENTIVE MAINTENANCE POLICY

L.V.1 Perhitungan Biaya Perawatan untuk Kerusakan *Belt*

Perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive maintenance* untuk kerusakan *Belt* pada periode 1 bulan operasi ($n=1$) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 1 bulan operasi

$$B_1 = N \times p_1 = (1) (0,447) = 0,447$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 1 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{0,447}{1} = 0,447$$

3. Perkiraan biaya *Repair* per 1 bulan operasi

Biaya perbaikan *Repair* (Cr) diperoleh dari biaya tenaga kerja ditambah biaya komponen seperti pada persamaan berikut ini:

$$Cr = (\text{Biaya tenaga kerja} \times \text{Waktu kerja} \times \text{Jumlah tenaga kerja}) + (\text{Biaya komponen})$$

$$Cr = (100.000) + 60.000 = \text{Rp } 160.000,00$$

$$TCr_1 = B \cdot Cr = (0,447) (190.000) = \text{Rp } 71.552,39$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 1 bulan operasi

$$Cm = (\text{Biaya TK} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah TK}) + (\text{Biaya Komponen})$$

$$Cm = (200.000) + (155.000) = \text{Rp } 355.000,00 \text{ per preventif}$$

$$TCm_1 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{1} = \text{Rp } 255.000,00$$

5. Total biaya *maintenance* per 1 bulan operasi menjadi

$$\begin{aligned} TMC_1 &= TCr_1 + TCm_1 \\ &= 71.552,39 + 255.000,00 \\ &= \text{Rp } 326.552,39 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya perawatan pada periode 2 bulan operasi ($n=2$) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 2 bulan operasi

$$\begin{aligned}
 B_2 &= N (p_1 + p_2) + B_1 p_1 \\
 &= (1) (0,447 + 0,275) + (0,447) (0,447) \\
 &= 0,922
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 2 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{0,922}{2} = 0,461$$

3. Perkiraan biaya *Repair* per 2 bulan operasi

$$TCr_2 = B \cdot Cr = (0,461) (290.000) = \text{Rp } 73.777,79$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 2 bulan operasi

$$TCm_2 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{2} = \text{Rp } 127.500,00$$

5. Total biaya *maintenance* per 2 bulan operasi menjadi

$$\begin{aligned}
 TMC_2 &= TCr_2 + TCm_2 \\
 &= 73.777,79 + 127.500,00 \\
 &= \text{Rp } 201.277,79
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada periode 3 bulan operasi (n=3) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 3 bulan operasi

$$\begin{aligned}
 B_3 &= N (p_1 + p_2 + p_3) + B_2 p_1 + B_1 p_2 \\
 &= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460) + (0,922) (0,447) + (0,447) (0,275) \\
 &= 1,718
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 3 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{1,718}{3} = 0,573$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 3 bulan operasi

$$TCr_3 = B \cdot Cr = (0,573) (160.000) = \text{Rp } 91.607,55$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 3 bulan operasi

$$TCm_3 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{3} = \text{Rp } 85.000$$

5. Total biaya *maintenance* per 3 bulan operasi menjadi

$$TMC_3 = TCr_3 + TCm_3 = 91.607,55 + 85.000 = \text{Rp } 176.607,55$$

Perhitungan pada periode 4 bulan operasi (n=4) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 4 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_4 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4) + B_3p_1 + B_2p_2 + B_1p_3 \\ &= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460 + 0,209) + (1,718) (0,447) + (0,922) \\ &\quad (0,275) + (0,447) (0,460) \\ &= 2,619 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 4 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{2,619}{4} = 0,655$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 4 bulan operasi

$$TCr_4 = B \cdot Cr = (0,655) (160.000) = \text{Rp } 104.757,62$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 4 bulan operasi

$$TCm_4 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{4} = \text{Rp } 63.750$$

5. Total biaya *maintenance* per 4 bulan operasi menjadi

$$TMC_4 = TCr_4 + TCm_4 = 104.757,62 + 63.750 = \text{Rp } 168.507,62$$

Perhitungan pada periode 5 bulan operasi ($n=5$) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 5 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_5 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5) + B_4p_1 + B_3p_2 + B_2p_3 + B_1p_4 \\ &= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460 + 0,209 + 0,260) + (2,619) (0,447) + \\ &\quad (1,718) (0,275) + (0,922) (0,460) + (0,447) (0,209) \\ &= 3,813 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 5 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{3,813}{5} = 0,763$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 5 bulan operasi

$$TCr_5 = B \cdot Cr = (0,763) (160.000) = \text{Rp } 122.010,97$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 5 bulan operasi

$$TCm_5 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{5} = \text{Rp } 51.000$$

5. Total biaya *maintenance* per 5 bulan operasi menjadi

$$TMC_5 = TCr_5 + TCm_5 = 122.010,97 + 51.000 = \text{Rp } 173.010,97$$

Perhitungan pada periode 6 bulan operasi (n=6) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 6 bulan operasi

$$\begin{aligned}
 B_6 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6) + B_5p_1 + B_4p_2 + B_3p_3 + B_2p_4 + \\
 &\quad B_1p_5 \\
 &= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460 + 0,209 + 0,260 + 0,371) + (3,813) (0,447) + \\
 &\quad (2,619) (0,275) + (1,718) (0,460) + (0,922) (0,209) + (0,447) (0,260) \\
 &= 5,547
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 6 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{5,547}{6} = 0,925$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 6 bulan operasi

$$TCr_6 = B \cdot Cr = (0,925) (160.000) = \text{Rp } 147.931,71$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 6 bulan operasi

$$TCm_6 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{6} = \text{Rp } 42.500$$

5. Total biaya *maintenance* per 6 bulan operasi menjadi

$$TMC_6 = TCr_6 + TCm_6 = 147.931,71 + 42.500 = \text{Rp } 190.431,71$$

Perhitungan pada periode 7 bulan operasi (n=7) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 7 bulan operasi

$$\begin{aligned}
 B_7 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7) + B_6p_1 + B_5p_2 + B_4p_3 + \\
 &\quad B_3p_4 + B_2p_5 + B_1p_6 \\
 &= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460 + 0,209 + 0,260 + 0,371 + 0,326) + (5,547) \\
 &\quad (0,447) + (3,813) (0,275) + (2,619) (0,460) + (1,718) (0,209) + (0,922) \\
 &\quad (0,260) + (0,447) (0,371) \\
 &= 7,848
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 7 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{4,624}{7} = 1,121$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 7 bulan operasi

$$TCr_7 = B \cdot Cr = (1,121) (160.000) = \text{Rp } 179.391,71$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 7 bulan operasi

$$TCm_7 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{7} = \text{Rp } 36.428,57$$

5. Total biaya *maintenance* per 7 bulan operasi menjadi

$$TMC_7 = TCr_7 + TCm_7 = 179.391,71 + 36.428,57 = \text{Rp } 215.820,28$$

Perhitungan pada periode 8 bulan operasi (n=8) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 8 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_8 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8) + B_7 p_1 + B_6 p_2 + B_5 p_3 + \\ &\quad B_4 p_4 + B_3 p_5 + B_2 p_6 + B_1 p_7 \\ &= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460 + 0,209 + 0,260 + 0,371 + 0,326 + 0,291) + \\ &\quad (7,848) (0,447) + (5,547) (0,275) + (3,813) (0,460) + (2,619) (0,209) + \\ &\quad (1,718) (0,260) + (0,922) (0,371) + (0,447) (0,326) \\ &= 10,913 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 8 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{10,913}{8} = 1,364$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 8 bulan operasi

$$TCr_8 = B \cdot Cr = (1,364) (160.000) = \text{Rp } 218.253,42$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 8 bulan operasi

$$TCm_8 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(3)(355.000)}{8} = \text{Rp } 31.875$$

5. Total biaya *maintenance* per 8 bulan operasi menjadi

$$TMC_8 = TCr_8 + TCm_8 = 218.253,42 + 31.875 = \text{Rp } 250.128,42$$

Perhitungan pada periode 9 bulan operasi (n=9) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 9 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_9 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9) + B_8 p_1 + B_7 p_2 + \\ &\quad B_6 p_3 + B_5 p_4 + B_4 p_5 + B_3 p_6 + B_2 p_7 + B_1 p_8 \\ &= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460 + 0,209 + 0,260 + 0,371 + 0,326 + 0,291 + \\ &\quad 0,263) + (10,913) (0,447) + (7,848) (0,275) + (5,547) (0,460) + \\ &\quad (3,813) (0,209) + (2,619) (0,260) + (1,718) (0,371) + (0,922) (0,326) + \\ &\quad (0,447) (0,291) \\ &= 15,042 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 9 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{15,042}{9} = 1,671$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 9 bulan operasi

$$TCr_9 = B \cdot Cr = (15,042) (160.000) = \text{Rp } 267.410,36$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 9 bulan operasi

$$TCm_9 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{9} = \text{Rp } 28.333,33$$

5. Total biaya *maintenance* per 9 bulan operasi menjadi

$$TMC_9 = TCr_9 + TCm_9 = 267.410,36 + 28.333,33 = \text{Rp } 295.743,69$$

Perhitungan pada periode 10 bulan operasi (n=10) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 10 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_{10} &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10}) + B_9 p_1 + \\ &\quad B_8 p_2 + B_7 p_3 + B_6 p_4 + B_5 p_5 + B_4 p_6 + B_3 p_7 + B_2 p_8 + B_1 p_9 \\ &= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460 + 0,209 + 0,260 + 0,371 + 0,326 + 0,291 + \\ &\quad 0,263 + 0,240) + (15,042) (0,447) + (10,913) (0,275) + (7,848) (0,460) \\ &\quad + (5,547) (0,209) + (3,813) (0,260) + (2,619) (0,371) + (1,718) (0,326) \\ &\quad + (0,922) (0,291) + (0,447) (0,263) \\ &= 20,243 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 10 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{20,243}{10} = 2,024$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 10 bulan operasi

$$TCr_{10} = B \cdot Cr = (2,024) (160.000) = \text{Rp } 323.890,61$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 10 bulan operasi

$$TCm_{10} = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{10} = \text{Rp } 25.500$$

5. Total biaya *maintenance* per 10 bulan operasi menjadi

$$TMC_{10} = TCr_{10} + TCm_{10} = 323.890,61 + 25.500 = \text{Rp } 349.390,61$$

Perhitungan pada periode 11 bulan operasi (n=11) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 11 bulan operasi

$$\begin{aligned}
B_{11} &= N (p_1+p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11}) + \\
&\quad B_{10}p_1 + B_9p_2 + B_8p_3 + B_7p_4 + B_6p_5 + B_5p_6 + B_4p_7 + B_3p_8 + \\
&\quad B_2p_9 + B_1p_{10} \\
&= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460+ 0,209 + 0,260+ 0,371+ 0,326+ 0,291+ \\
&\quad 0,263+ 0,240 + 0,221) + (20,243) (0,447) + (15,042) (0,275) + \\
&\quad (10,913) (0,460) + (7,848) (0,209) + (5,547) (0,260) + (3,813) \\
&\quad (0,371) + (2,619) (0,326) + (1,718) (0,291) + (0,922) (0,263) + \\
&\quad (0,447) (0,240) \\
&= 27,780
\end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 11 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{27,780}{11} = 0,957$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 11 bulan operasi

$$TCr_{11} = B. Cr = (27,780) (160.000) = \text{Rp } 404.071,79$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 11 bulan operasi

$$TCm_{11} = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{11} = \text{Rp } 23.181,82$$

5. Total biaya *maintenance* per 11 bulan operasi menjadi

$$TMC_{11} = TCr_{11} + TCm_{11} = 404.071,79 + 23.181,82 = \text{Rp } 427.253,60$$

Perhitungan pada periode 12 bulan operasi (n=12) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 12 bulan operasi

$$\begin{aligned}
B_{12} &= N (p_1+p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + \\
&\quad p_{12}) + B_{11}p_1 + B_{10}p_2 + B_9p_3 + B_8p_4 + B_7p_5 + B_6p_6 + B_5p_7 + \\
&\quad B_4p_8 + B_3p_9 + B_2p_{10} + B_1p_{11} \\
&= (1) (0,447 + 0,275 + 0,460+ 0,209 + 0,260+ 0,371+ 0,326+ 0,291+ \\
&\quad 0,263+ 0,240 + 0,221 + 0,205) + (27,780) (0,447) + (20,243) (0,275) \\
&\quad + (15,042) (0,460) + (10,913) (0,209) + (7,848) (0,260) + (5,547) \\
&\quad (0,371) + (3,813) (0,326) + (2,619) (0,291) + (1,718) (0,263) + \\
&\quad (0,922) (0,240) + (0,447) (0,221) \\
&= 37,643
\end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 12 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{37,643}{12} = 3,137$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 12 bulan operasi

$$TCr_{12} = B \cdot Cr = (3,137) (160.000) = \text{Rp } 501.906,41$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 12 bulan operasi

$$TCm_{12} = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(255.000)}{12} = \text{Rp } 21.250$$

5. Total biaya *maintenance* per 12 bulan operasi menjadi

$$TMC_{12} = TCr_{12} + TCm_{12} = 501.906,41 + 21.250 = \text{Rp } 523.156,41$$

L.V.2 Perhitungan Biaya Perawatan untuk Kerusakan *Bearing* 6306

Perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive maintenance* untuk kerusakan *bearing* 6306 pada 1 bulan operasi ($n=1$) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 1 bulan operasi

$$B_1 = N \times p_1 = (1) (0,243) = 0,243$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 1 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{0,243}{1} = 0,243$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 1 bulan operasi

Biaya perbaikan Repair (Cr) diperoleh dari biaya tenaga kerja ditambah biaya komponen seperti pada persamaan berikut ini:

$Cr = (\text{Biaya tenaga kerja} \times \text{Waktu kerja} \times \text{Jumlah tenaga kerja}) + (\text{Biaya komponen})$

$$Cr = (200.000) + 90.000 = \text{Rp } 290.000,00$$

$$TCr_1 = B \cdot Cr = (0,243) (290.000) = \text{Rp } 70.588,68$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 1 bulan operasi

$Cm = (\text{Biaya TK} \times \text{Waktu Kerja} \times \text{Jumlah TK}) + (\text{Biaya Komponen})$

$$Cm = (200.000) + (155.000) = \text{Rp } 355.000,00 \text{ per preventif}$$

$$TCm_1 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{1} = \text{Rp } 355.000,00$$

5. Total biaya *maintenance* per 1 bulan operasi menjadi

$$TMC_1 = TCr_1 + TCm_1 = 70.588,68 + 355.000 = \text{Rp } 425.588,68$$

Perhitungan pada periode 2 bulan operasi (n=2) adalah sebagai berikut

1. Komulatif jumlah *breakdown* dalam 2 bulan operasi

$$B_2 = N (p_1 + p_2) + B_1 p_1 = (1) (0,243 + 0,355) + (0,243) (0,243) = 0,658$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 2 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{0,658}{2} = 0,329$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 2 bulan operasi

$$TCr_2 = B \cdot Cr = (0,329) (290.000) = \text{Rp } 95.412,05$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 2 bulan operasi

$$TCm_2 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{2} = \text{Rp } 177.500,00$$

5. Total biaya *maintenance* per 2 bulan operasi menjadi

$$TMC_2 = TCr_2 + TCm_2 = 95.412,05 + 177.500,00 = \text{Rp } 272.912,05$$

Perhitungan pada periode 3 bulan operasi (n=3) adalah sebagai berikut

1. Komulatif jumlah *breakdown* dalam 3 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_3 &= N (p_1 + p_2 + p_3) + B_2 p_1 + B_1 p_2 \\ &= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170) + (0,658) (0,243) + (0,43) (0,355) = 1,016 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 3 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{1,016}{3} = 0,339$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 3 bulan operasi

$$TCr_3 = B \cdot Cr = (0,339) (290.000) = \text{Rp } 98.195,14$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 3 bulan operasi

$$TCm_3 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{3} = \text{Rp } 118.333,33$$

5. Total biaya *maintenance* per 3 bulan operasi menjadi

$$TMC_3 = TCr_3 + TCm_3 = 98.195,14 + 118.333,33 = \text{Rp } 216.528,48$$

Perhitungan pada periode 4 bulan operasi (n=4) adalah sebagai berikut

1. Komulatif jumlah *breakdown* dalam 4 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_4 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4) + B_3 p_1 + B_2 p_2 + B_1 p_3 \\ &= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517) + (1,016) (0,243) + (0,658) \end{aligned}$$

$$(0,355) + (0,243) (0,170) = 1,809$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 4 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{1,809}{4} = 0,452$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 4 bulan operasi

$$TCr_4 = B \cdot Cr = (0,452) (290.000) = \text{Rp } 131.123,64$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 4 bulan operasi

$$TCm_4 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{4} = \text{Rp } 88.750$$

5. Total biaya *maintenance* per 4 bulan operasi menjadi

$$TMC_4 = TCr_4 + TCm_4 = 131.123,64 + 88.750 = \text{Rp } 219.873,64$$

Perhitungan pada periode 5 bulan operasi (n=5) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 5 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_5 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5) + B_4p_1 + B_3p_2 + B_2p_3 + B_1p_4 \\ &= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517 + 0,122) + (1,809) (0,243) + \\ &\quad (1,016) (0,355) + (0,658) (0,170) + (0,243) (0,517) \\ &= 2,447 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 5 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{2,447}{5} = 0,489$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 5 bulan operasi

$$TCr_5 = B \cdot Cr = (0,489) (290.000) = \text{Rp } 141.912,59$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 5 bulan operasi

$$TCm_5 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{5} = \text{Rp } 71.000$$

5. Total biaya *maintenance* per 5 bulan operasi menjadi

$$TMC_5 = TCr_5 + TCm_5 = 141.912,59 + 71.000 = \text{Rp } 212.912,59$$

Perhitungan pada periode 6 bulan operasi (n=6) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 6 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_6 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6) + B_5p_1 + B_4p_2 + B_3p_3 + B_2p_4 + \\ &\quad B_1p_5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517 + 0,122 + 0,242) + (2,447) (0,243) \\
&\quad + (1,809) (0,355) + (1,016) (0,170) + (0,658) (0,052) + (0,243) (0,122) \\
&= 3,431
\end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 6 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{3,431}{6} = 0,572$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 6 bulan operasi

$$TCr_6 = B \cdot Cr = (0,572) (290.000) = \text{Rp } 165.820,44$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 6 bulan operasi

$$TCm_6 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{6} = \text{Rp } 59.166,67$$

5. Total biaya *maintenance* per 6 bulan operasi menjadi

$$TMC_6 = TCr_6 + TCm_6 = 165.820,44 + 59.166,67 = \text{Rp } 224.987,10$$

Perhitungan pada periode 7 bulan operasi ($n=7$) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 7 bulan operasi

$$\begin{aligned}
B_7 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7) + B_6 p_1 + B_5 p_2 + B_4 p_3 + \\
&\quad B_3 p_4 + B_2 p_5 + B_1 p_6 \\
&= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517 + 0,122 + 0,242 + 0,043) + (3,431) \\
&\quad (0,243) + (2,447) (0,355) + (1,809) (0,170) + (1,016) (0,517) + (0,658) \\
&\quad (0,122) + (0,243) (0,242) \\
&= 4,369
\end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 7 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{4,369}{7} = 0,624$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 7 bulan operasi

$$TCr_7 = B \cdot Cr = (0,624) (290.000) = \text{Rp } 181.001,08$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 7 bulan operasi

$$TCm_7 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{7} = \text{Rp } 50.714,29$$

5. Total biaya *maintenance* per 7 bulan operasi menjadi

$$TMC_7 = TCr_7 + TCm_7 = 181.001,08 + 50.714,29 = \text{Rp } 231.715,36$$

Perhitungan pada periode 8 bulan operasi (n=8) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 8 bulan operasi

$$\begin{aligned}
 B_8 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8) + B_7 p_1 + B_6 p_2 + B_5 p_3 + \\
 &\quad B_4 p_4 + B_3 p_5 + B_2 p_6 + B_1 p_7 \\
 &= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517 + 0,122 + 0,242 + 0,043 + 0,068) + \\
 &\quad (4,369) (0,243) + (3,431) (0,355) + (2,447) (0,170) + (1,809) (0,517) + \\
 &\quad (1,016) (0,122) + (0,658) (0,242) + (0,243) (0,043) \\
 &= 5,687
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 8 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{5,687}{8} = 0,711$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 8 bulan operasi

$$TCr_8 = B \cdot Cr = (0,711) (290.000) = \text{Rp } 206.166,31$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 8 bulan operasi

$$TCm_8 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{8} = \text{Rp } 44.375$$

5. Total biaya *maintenance* per 8 bulan operasi menjadi

$$TMC_8 = TCr_8 + TCm_8 = 206.166,31 + 44.375 = \text{Rp } 250.541,31$$

Perhitungan pada periode 9 bulan operasi (n=9) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 9 bulan operasi

$$\begin{aligned}
 B_9 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9) + B_8 p_1 + B_7 p_2 + \\
 &\quad B_6 p_3 + B_5 p_4 + B_4 p_5 + B_3 p_6 + B_2 p_7 + B_1 p_8 \\
 &= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517 + 0,122 + 0,242 + 0,043 + 0,068 + \\
 &\quad 0,097) + (5,687) (0,243) + (4,369) (0,355) + (3,431) (0,170) + (2,477) \\
 &\quad (0,517) + (1,809) (0,122) + (1,016) (0,242) + (0,658) (0,043) + (0,243) \\
 &\quad (0,068) \\
 &= 7,154
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 9 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{7,154}{9} = 0,795$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 9 bulan operasi

$$TCr_9 = B \cdot Cr = (0,795) (290.000) = \text{Rp } 230.510,31$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 9 bulan operasi

$$TCm_9 = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{9} = \text{Rp } 39.444,44$$

5. Total biaya *maintenance* per 9 bulan operasi menjadi

$$TMC_9 = TCr_9 + TCm_9 = 230.510,31 + 39.444,44 = \text{Rp } 269.954,75$$

Perhitungan pada periode 10 bulan operasi (n=10) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 10 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_{10} &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10}) + B_9 p_1 + \\ &\quad B_8 p_2 + B_7 p_3 + B_6 p_4 + B_5 p_5 + B_4 p_6 + B_3 p_7 + B_2 p_8 + B_1 p_9 \\ &= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517 + 0,122 + 0,242 + 0,043 + 0,068 + \\ &\quad 0,097 + 0,128) + (7,154) (0,243) + (5,687) (0,355) + (4,369) (0,170) \\ &\quad + (3,431) (0,517) + (2,447) (0,122) + (1,809) (0,242) + (1,016) \\ &\quad (0,043) + (0,658) (0,068) + (0,243) (0,243) \\ &= 9,034 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 10 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{9,034}{10} = 0,903$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 10 bulan operasi

$$TCr_{10} = B.Cr = (0,903) (290.000) = \text{Rp } 261.998,19$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 10 bulan operasi

$$TCm_{10} = \frac{N.Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{10} = \text{Rp } 35.500$$

5. Total biaya *maintenance* per 10 bulan operasi menjadi

$$TMC_{10} = TCr_{10} + TCm_{10} = 261.998,19 + 35.500 = \text{Rp } 297.498,19$$

Perhitungan pada periode 11 bulan operasi (n=11) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 11 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_{11} &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11}) + \\ &\quad B_{10} p_1 + B_9 p_2 + B_8 p_3 + B_7 p_4 + B_6 p_5 + B_5 p_6 + B_4 p_7 + B_3 p_8 + \\ &\quad B_2 p_9 + B_1 p_{10} \\ &= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517 + 0,122 + 0,242 + 0,043 + 0,068 + \\ &\quad 0,097 + 0,128 + 0,151) + (9,034) (0,243) + (7,154) (0,355) + (5,687) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & (0,170) + (4,369) (0,517) + (3,431) (0,122) + (2,447) (0,242) + \\
 & (1,809) (0,043) + (1,016) (0,068) + (0,658) (0,097) + (0,243) (0,128) \\
 & = 11,355
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 11 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{11,355}{11} = 1,032$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 11 bulan operasi

$$TCr_{11} = B \cdot Cr = (1,032) (290.000) = \text{Rp } 299.367,46$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 11 bulan operasi

$$TCm_{11} = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{11} = \text{Rp } 32.272,73$$

5. Total biaya *maintenance* per 11 bulan operasi menjadi

$$TMC_{11} = TCr_{11} + TCm_{11} = 299.367,46 + 32.272,73 = \text{Rp } 331.640,19$$

Perhitungan pada periode 12 bulan operasi (n=12) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 12 bulan operasi

$$\begin{aligned}
 B_{12} &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + \\
 & p_{12}) + B_{11}p_1 + B_{10}p_2 + B_9p_3 + B_8p_4 + B_7p_5 + B_6p_6 + B_5p_7 + \\
 & B_4p_8 + B_3p_9 + B_2p_{10} + B_1p_{11} \\
 &= (1) (0,243 + 0,355 + 0,170 + 0,517 + 0,122 + 0,242 + 0,043 + 0,068 + \\
 & 0,097 + 0,128 + 0,151 + 0,159) + (11,355) (0,243) + (9,034) (0,355) \\
 &+ (7,154) (0,170) + (5,678) (0,517) + (4,369) (0,122) + (3,431) \\
 &(0,242) + (2,447) (0,043) + (1,809) (0,068) + (1,016) (0,097) + \\
 &(0,658) (0,128) + (0,243) (0,151) \\
 &= 14,237
 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 12 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{14,237}{12} = 1,186$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 12 bulan operasi

$$TCr_{12} = B \cdot Cr = (1,186) (290.000) = \text{Rp } 344.056,08$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 12 bulan operasi

$$TCm_{12} = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{12} = \text{Rp } 29.583,33$$

5. Total biaya *maintenance* per 12 bulan operasi menjadi

$$TMC_{12} = TCr_{12} + Tcm_{12} = 344.056,08 + 29.583,33 = \text{Rp } 373.639,41$$

L.V.3 Perhitungan Biaya Perawatan untuk Kerusakan *Bearing* 6304

Perhitungan biaya perawatan dengan metode *preventive maintenance* untuk kerusakan *bearing* 6304 pada 1 bulan operasi ($n=1$) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 1 bulan operasi

$$B_1 = N \times p_1 = (1) (0,400) = 0,400$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 1 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{0,400}{1} = 0,400$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 1 bulan operasi

$$Cr = (200.000) + 70.000 = \text{Rp } 270.000,00$$

$$TCr_1 = B \cdot Cr = (0,400) (270.000) = \text{Rp } 108.000,00$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 1 bulan operasi

$$Cm = (200.000) + (155.000) = \text{Rp } 355.000,00 \text{ per preventif}$$

$$Tcm_1 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{1} = \text{Rp } 355.000,00$$

5. Total biaya *maintenance* per 1 bulan operasi menjadi

$$TMC_1 = TCr_1 + Tcm_1 = 108.000,00 + 355.000,00 = \text{Rp } 463.000,00$$

Perhitungan pada periode 2 bulan operasi ($n=2$) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 2 bulan operasi

$$B_2 = N (p_1 + p_2) + B_1 p_1 = (1) (0,400 + 0,093) + (0,400) (0,400) = 0,653$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 2 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{0,653}{2} = 0,327$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 2 bulan operasi

$$TCr_2 = B \cdot Cr = (0,327) (270.000) = \text{Rp } 88.155,00$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 2 bulan operasi

$$Tcm_2 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{2} = \text{Rp } 177.500$$

5. Total biaya *maintenance* per 2 bulan operasi menjadi

$$TMC_2 = TCr_2 + TCM_2 = 88.155,00 + 177.500 = \text{Rp } 265.655,00$$

Perhitungan pada periode 3 bulan operasi (n=3) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 3 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_3 &= N (p_1 + p_2 + p_3) + B_2 p_1 + B_1 p_2 \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568) + (0,653) (0,400) + (0,400) (0,093) = 1,359 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 3 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{1,359}{3} = 0,453$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 3 bulan operasi

$$TCr_3 = B \cdot Cr = (0,453) (270.000) = \text{Rp } 122.346,00$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 3 bulan operasi

$$TCm_3 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{3} = \text{Rp } 118.333,33$$

5. Total biaya *maintenance* per 3 bulan operasi menjadi

$$TMC_3 = TCr_3 + TCM_3 = 122.346,00 + 118.333,33 = \text{Rp } 240.679,33$$

Perhitungan pada periode 4 bulan operasi (n=4) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 4 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_4 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4) + B_3 p_1 + B_2 p_2 + B_1 p_3 \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205) + (1,359) (0,400) + (0,653) \\ &\quad (0,093) + (0,400) (0,068) \\ &= 2,098 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 4 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{2,098}{4} = 0,524$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 4 bulan operasi

$$TCr_4 = B \cdot Cr = (0,524) (270.000) = \text{Rp } 141.600,76$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 4 bulan operasi

$$TCm_4 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{4} = \text{Rp } 88.750$$

5. Total biaya *maintenance* per 4 bulan operasi menjadi

$$TMC_4 = TCr_4 + TCM_4 = 141.600,76 + 88.750 = \text{Rp } 230.350,76$$

Perhitungan pada periode 5 bulan operasi (n=5) adalah sebagai berikut

1. Komulatif jumlah *breakdown* dalam 5 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_5 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5) + B_4 p_1 + B_3 p_2 + B_2 p_3 + B_1 p_4 \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205 + 0,055) + (2,098) (0,400) + \\ &\quad (1,359) (0,093) + (0,653) (0,568) + (0,400) (0,205) \\ &= 2,740 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 5 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{2,740}{5} = 0,548$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 5 bulan operasi

$$TCr_5 = B \cdot Cr = (0,548) (270.000) = \text{Rp } 147.959,13$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 5 bulan operasi

$$TCm_5 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{5} = \text{Rp } 71.000$$

5. Total biaya *maintenance* per 5 bulan operasi menjadi

$$TMC_5 = TCr_5 + TCm_5 = 147.959,13 + 71.000 = \text{Rp } 218.959,13$$

Perhitungan pada periode 6 bulan operasi (n=6) adalah sebagai berikut

1. Komulatif jumlah *breakdown* dalam 6 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_6 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6) + B_5 p_1 + B_4 p_2 + B_3 p_3 + B_2 p_4 + \\ &\quad B_1 p_5 \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205 + 0,055 + 0,124) + (2,740) (0,400) \\ &\quad + (2,098) (0,093) + (1,359) (0,568) + (0,653) (0,205) + (0,400) (0,055) \\ &= 3,665 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 6 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{3,665}{6} = 0,611$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 6 bulan operasi

$$TCr_6 = B \cdot Cr = (0,611) (270.000) = \text{Rp } 164.919,93$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 6 bulan operasi

$$TCm_6 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{6} = \text{Rp } 59.166,67$$

5. Total biaya *maintenance* per 6 bulan operasi menjadi

$$TMC_6 = TCr_6 + TCM_6 = 164.919,93 + 59.166,67 = \text{Rp } 224.086,60$$

Perhitungan pada periode 7 bulan operasi (n=7) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 7 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_7 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7) + B_6 p_1 + B_5 p_2 + B_4 p_3 + \\ &\quad B_3 p_4 + B_2 p_5 + B_1 p_6 \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205 + 0,055 + 0,124 + 0,243) + (3,665) \\ &\quad (0,400) + (2,740) (0,093) + (2,098) (0,568) + (1,359) (0,205) + (0,653) \\ &\quad (0,055) + (0,400) (0,124) \\ &= 4,965 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 7 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{4,965}{7} = 0,709$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 7 bulan operasi

$$TCr_7 = B \cdot Cr = (0,709) (270.000) = \text{Rp } 191.518,51$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 7 bulan operasi

$$TCm_7 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{7} = \text{Rp } 50.714,29$$

5. Total biaya *maintenance* per 7 bulan operasi menjadi

$$TMC_7 = TCr_7 + TCM_7 = 191.518,51 + 50.714,29 = \text{Rp } 242.232,80$$

Perhitungan pada periode 8 bulan operasi (n=8) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 8 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_8 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8) + B_7 p_1 + B_6 p_2 + B_5 p_3 + \\ &\quad B_4 p_4 + B_3 p_5 + B_2 p_6 + B_1 p_7 \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205 + 0,055 + 0,124 + 0,243 + 0,427) + \\ &\quad (4,965) (0,400) + (3,665) (0,093) + (2,740) (0,568) + (2,098) (0,205) + \\ &\quad (1,359) (0,055) + (0,653) (0,124) + (0,400) (0,243) \\ &= 6,682 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 8 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{6,682}{8} = 0,835$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 8 bulan operasi

$$TCr_8 = B \cdot Cr = (0,835) (270.000) = \text{Rp } 225.517,98$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 8 bulan operasi

$$TCm_8 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{8} = \text{Rp } 44.375$$

5. Total biaya *maintenance* per 8 bulan operasi menjadi

$$TMC_8 = TCr_8 + TCm_8 = 113.008,64 + 44.375 = \text{Rp } 269.892,98$$

Perhitungan pada periode 9 bulan operasi (n=9) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 9 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_9 &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9) + B_8 p_1 + B_7 p_2 + \\ &\quad B_6 p_3 + B_5 p_4 + B_4 p_5 + B_3 p_6 + B_2 p_7 + B_1 p_8 \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205 + 0,055 + 0,124 + 0,243 + 0,427 + \\ &\quad 0,068) + (6,682) (0,400) + (4,965) (0,093) + (3,665) (0,568) + (2,740) \\ &\quad (0,205) + (2,098) (0,055) + (1,359) (0,124) + (0,653) (0,243) + (0,400) \\ &\quad (0,427) \\ &= 8,576 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 9 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{8,576}{9} = 0,953$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 9 bulan operasi

$$TCr_9 = B \cdot Cr = (0,953) (270.000) = \text{Rp } 257.266,68$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 9 bulan operasi

$$TCm_9 = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{9} = \text{Rp } 39.444,44$$

5. Total biaya *maintenance* per 9 bulan operasi menjadi

$$TMC_9 = TCr_9 + TCm_9 = 257.266,68 + 39.444,44 = \text{Rp } 296.711,12$$

Perhitungan pada periode 10 bulan operasi (n=10) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 10 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_{10} &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10}) + B_9 p_1 + \\ &\quad B_8 p_2 + B_7 p_3 + B_6 p_4 + B_5 p_5 + B_4 p_6 + B_3 p_7 + B_2 p_8 + B_1 p_9 \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205 + 0,055 + 0,124 + 0,243 + 0,427 + \\ &\quad 0,068 + 0,099) + (8,576) (0,400) + (6,682) (0,093) + (4,965) (0,568) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + (3,665) (0,205) + (2,740) (0,055) + (2,098) (0,124) + (1,359) \\
& (0,243) + (0,653) (0,427) + (0,400) (0,068) \\
& = 10,919
\end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 10 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{10,919}{10} = 1,092$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 10 bulan operasi

$$TCr_{10} = B \cdot Cr = (1,092) (270.000) = \text{Rp } 294.805,85$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 10 bulan operasi

$$TCm_{10} = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{10} = \text{Rp } 35.500$$

5. Total biaya *maintenance* per 10 bulan operasi menjadi

$$TMC_{10} = TCr_{10} + TCm_{10} = 294.805,85 + 35.500 = \text{Rp } 330.305,85$$

Perhitungan pada periode 11 bulan operasi (n=11) adalah sebagai berikut

1. Komulatif jumlah *breakdown* dalam 11 bulan operasi

$$\begin{aligned}
B_{11} &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11}) + \\
& B_{10}p_1 + B_9p_2 + B_8p_3 + B_7p_4 + B_6p_5 + B_5p_6 + B_4p_7 + B_3p_8 + \\
& B_2p_9 + B_1p_{10} \\
&= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205 + 0,055 + 0,124 + 0,243 + 0,427 + \\
& 0,068 + 0,099 + 0,131) + (10,919) (0,400) + (8,576) (0,093) + \\
& (6,682) (0,568) + (4,965) (0,205) + (3,665) (0,055) + (2,740) (0,124) \\
& + (2,098) (0,243) + (1,359) (0,427) + (0,653) (0,068) + (0,400) \\
& (0,099) \\
&= 14,110
\end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 11 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{14,110}{11} = 1,283$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 11 bulan operasi

$$TCr_{11} = B \cdot Cr = (1,283) (270.000) = \text{Rp } 346.325,95$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 11 bulan operasi

$$TCm_{11} = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(355.000)}{11} = \text{Rp } 32.272,73$$

5. Total biaya *maintenance* per 11 bulan operasi menjadi

$$TMC_{11} = TCr_{11} + TCm_{11} = 346.325,95 + 32.272,73 = \text{Rp } 378.598,68$$

Perhitungan pada periode 12 bulan operasi (n=12) adalah sebagai berikut

1. Kumulatif jumlah *breakdown* dalam 12 bulan operasi

$$\begin{aligned} B_{12} &= N (p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + p_{11} + \\ &\quad p_{12}) + B_{11}p_1 + B_{10}p_2 + B_9p_3 + B_8p_4 + B_7p_5 + B_6p_6 + B_5p_7 + \\ &\quad B_4p_8 + B_3p_9 + B_2p_{10} + B_1p_{11} \\ &= (1) (0,400 + 0,093 + 0,568 + 0,205 + 0,055 + 0,124 + 0,243 + 0,427 + \\ &\quad 0,068 + 0,099 + 0,131 + 0,156) + (14,110) (0,400) + (10,919) (0,093) \\ &\quad + (8,576) (0,568) + (6,682) (0,205) + (4,965) (0,055) + (3,665) \\ &\quad (0,124) + (2,740) (0,243) + (2,098) (0,427) + (1,359) (0,068) + \\ &\quad (0,653) (0,099) + (0,400) (0,131) \\ &= 17,971 \end{aligned}$$

2. Rata-rata jumlah *breakdown* per 12 bulan operasi

$$B = \frac{Bn}{n} = \frac{17,971}{12} = 1,498$$

3. Perkiraan biaya *repair* per 12 bulan operasi

$$TCr_{12} = B \cdot Cr = (1,498) (270.000) = \text{Rp } 404.342,64$$

4. Biaya *preventive maintenance* per 12 bulan operasi

$$TCm_{12} = \frac{N \cdot Cm}{n} = \frac{(1)(70.000)}{12} = \text{Rp } 29.583,33$$

5. Total biaya *maintenance* per 12 bulan operasi menjadi

$$TMC_{12} = TCr_{12} + TCm_{12} = 404.342,64 + 29.583,33 = \text{Rp } 433.925,97$$