

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang dilakukan, yaitu dengan cara mengambil data sekunder dari perusahaan dan wawancara dengan bagian *maintenance*. Selain data yang diperoleh dari bagian *maintenance*, data juga di peroleh dari departemen lainnya sebagai bahan penelitian.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT. Tirta Investama Subang-Plant merupakan perusahaan dibawah naungan Danone *group* yang bergerak di bidang industri proses. Tirta Investama Subang beralamat di Jl. Kampung Salam, Desa Darmaga, Kecamatan Cisalak, Kabupaten Subang. Pabrik Aqua Subang berdiri sejak tahun 1997 dan mulai beroperasi secara resmi pada 8 Desember 1997. Pada awalnya pabrik Aqua Subang beroperasi dengan nama perusahaan PT. Tirta Darmaga Pasanggrahan, namun pada tahun 2000 berubah menjadi PT. Tirta Investama Subang-Plant. Perusahaan ini mempunyai visi dan misi sebagai berikut :

➤ **Visi PT. Tirta Investama - Subang Plant**

Menjadi pabrik terbaik di Aqua *group* dengan keselamatan dan kesehatan kerja sebagai budaya, kualitas dan produktivitas yang tinggi di semua area melalui tahapan proses yang ramah lingkungan, tempat terbaik untuk bekerja, menjunjung etika serta mengembangkan bisnis berkelanjutan.

➤ **Misi PT. Tirta Investama - Subang Plant**

1.Safety

Mencapai level budaya *safety* yang *interdependent* dimana setiap orang peduli terhadap keselamatan dan kesehatan diri dan orang lain untuk bersama-sama mencapai nol kecelakaan.

2.Quality

Memenuhi harapan pelanggan dengan menghasilkan produk kualitas yang tinggi disetiap rantai produksi (*source to shopper*).

3. Cost

Produktifitas yang tinggi disemua *line* produksi sehingga konversi biaya rendah untuk setiap produk.

4. Delivery

Meningkatkan pelayanan untuk memenuhi harapan pelanggan.

5. Motivation

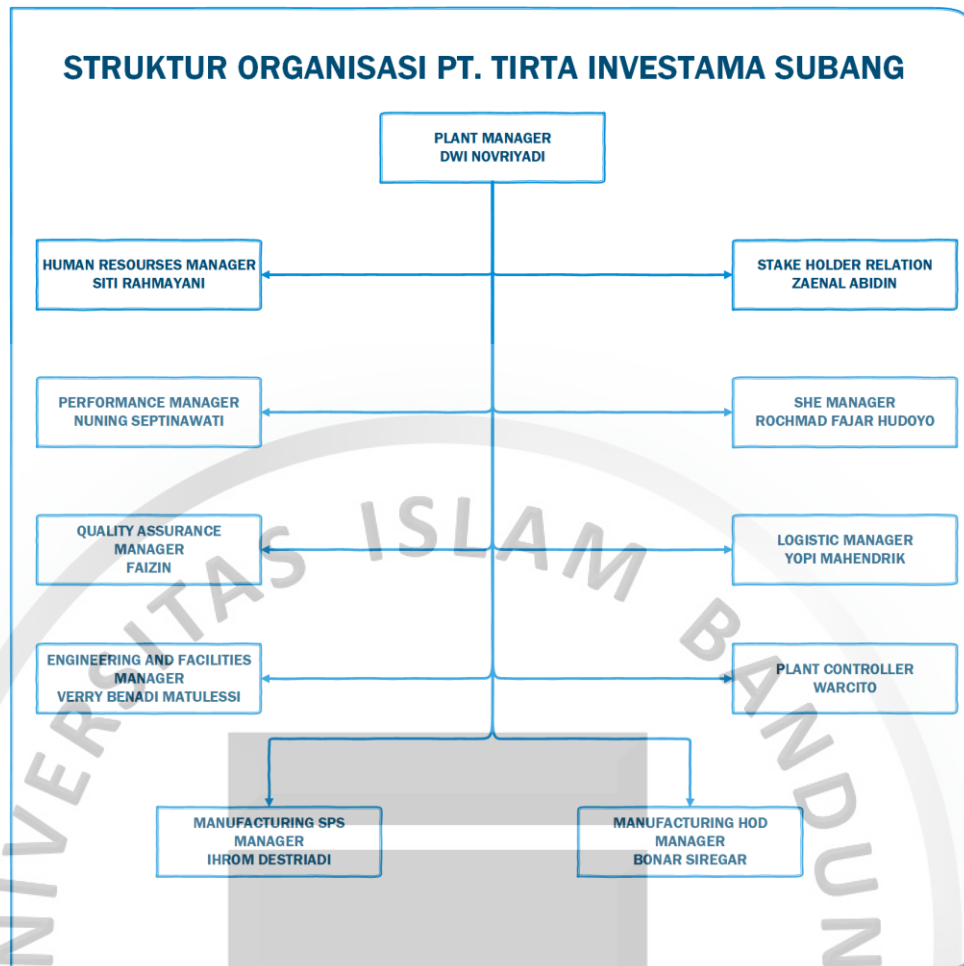
Menjadi pabrik yang nyaman dalam hal karir, pembelajaran, pengetahuan dan keahlian dengan menjalankan nilai-nilai Danone (CODE, HOPE) dan kode etik perusahaan (anti fraud, BCP)

6. Environment

Produksi yang ramah lingkungan, memenuhi semua peraturan perundangan dan perbaikan lingkungan yang berkesinambungan.

4.1.1.1 Struktur Organisasi Perusahaan

Setiap perusahaan baik perusahaan besar maupun kecil, tentu sudah memiliki sebuah struktur organisasi. Struktur organisasi berfungsi sebagai gambaran bagi anggota perusahaan dalam menjalankan setiap tugas dan kewajibannya. Pada dasarnya struktur organisasi telah menjelaskan dengan rinci mengenai pembagian tugas. Tiap-tiap bagian/divisi mempunyai tugas dan kewajiban yang berbeda-beda, namun dalam menjalankan fungsi perusahaan, tiap bagian/divisi antara satu dengan lainnya harus saling berhubungan. Adanya struktur organisasi dalam perusahaan akan membuat pencapaian perusahaan akan lebih mudah dan terarah, adanya struktur organisasi juga memudahkan dalam hal komunikasi. PT. Tirta Investama - Subang Plant memiliki struktur organisasi yang bersifat fungsional, dimana setiap bagiannya memiliki tugas dan tanggung jawab yang harus dilaksanakan. Struktur organisasi yang ada di PT. Tirta Investama Subang-Plant dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Struktur Organisasi Perusahaan
(Sumber : PT. TIV Subang-Plant)

4.1.1.2 Utilitas dan Lingkungan Perusahaan

Utilitas merupakan salah satu kebutuhan penting pada proses produksi dalam suatu perusahaan sedangkan dampak lingkungan merupakan efek proses produksi suatu perusahaan yang harus ditangani dengan baik. Utilitas adalah salah satu kebutuhan penting dalam sebuah perusahaan untuk menjamin kelancaran seluruh proses produksi. Listrik, air dan tenaga kerja menjadi kebutuhan utama yang sangat diperhatikan oleh PT. Tirta Investama - Subang Plant. Berikut adalah Utilitas yang digunakan oleh PT. Tirta Investama - Subang Plant:

a. Sumber Air yang Digunakan

Berdasarkan informasi dari Bagian Umum PT. Tirta Investama - Subang Plant menjalankan proses produksi Aqua secara terpadu. Pertama-tama air dialirkan dari rumah sumber ke pabrik melalui pipa *stainless steel*. Dalam produksinya memanfaatkan air yang berasal dari lapisan air tanah dalam yang

berbeda dan tidak berhubungan dengan air permukaan yang biasanya digunakan masyarakat untuk irigasi atau untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari.

b. Sumber Listrik yang Digunakan

Sumber listrik yang digunakan oleh PT. Tirta Investama - Subang Plant berasal dari aliran listrik PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) cabang kota Subang dan genset ketika listrik mati.

c. Tenaga Kerja yang Digunakan

Tenaga kerja yang ada pada PT. Tirta Investama - Subang Plant saat ini memiliki jumlah karyawan 464 orang diantaranya 440 laki-laki dan 24 wanita.

d. Pihak Ketiga yang Digunakan

Pihak ketiga yang ada pada PT. Tirta Investama - Subang Plant saat ini yaitu, sebagai berikut:

➤ *Truk Loading Unloading:*

1. Mitra Ekspedisi Transporter Joseda
2. Mitra Ekspedisi Transporter Tirta Utama Abadi
3. Mitra Ekspedisi Transporter Tirta Abadi
4. Mitra Ekspedisi Transporter PMJ
5. Mitra Ekspedisi Transporter GSU
6. Mitra Ekspedisi Transporter Sumatra Jaya Persada
7. Mitra Ekspedisi Transporter Sinar Jaya
8. Mitra Ekspedisi Transporter TSF
9. Mitra Ekspedisi Transporter TFT
10. Mitra Ekspedisi Transporter Delima Lintas Jaya
11. Mitra Ekspedisi Transporter LS
12. Mitra Ekspedisi Transporter JS

➤ *Truck Botol Baru:*

1. Mitra Ekspedisi Transporter STJ
2. Mitra Ekspedisi Transporter Sofi

➤ *Truck Botol rusak:*

1. Mitra Ekspedisi Transporter MPR

4.1.1.3 Data waktu Kerja

Kegiatan produksi di PT. Tirta Investama subang dilakukan setiap hari Senin samoi dengan Minggu yang terbagi ke dalam tiga *shift*, dengan waktu rata-rata kegiatan produksi selama 22,5 jam. Adapun data jam kerja karyawan PT. Tirta Investama Subang-Plant dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Data waktu kerja karyawan

| Hari | <i>shift 1</i> | <i>shift 2</i> | <i>Shift 3</i> |
|--------------|----------------|----------------|----------------|
| Senin-Minggu | 06.00 - 14.00 | 14.00 - 22.00 | 22.00 - 06.00 |
| Istirahat | 12.00 - 13.00 | 17.30 - 18.30 | 02.00 - 03.00 |

4.1.1.4 Data Kapasitas Produksi

PT. Tirta Investama Subang-Plant memiliki dua lini produksi utama untuk memproduksi masing-masing produknya, yaitu *House of Distribution* (HOD) dan *small packaging size* (SPS). Masing-masing lini produksi memiliki kapasitas produksi yang berbeda. Adapun data kapasitas produksi di PT. Tirta investama Subang-Plant dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4. 2 Data kapasitas produksi

| Lini Produksi | Produk | Botol/jam |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------|
| <i>House of Distribution</i> (HOD) | AMDK gallon | 8600 |
| <i>Small Packaging size</i> (SPS) | AMDK 600 ml | 28.000 |
| | <i>Preform</i> | 34.000 |
| | <i>Capper</i> (tutup Botol) | 34.000 |

4.1.2 Data kerusakan Mesin *Blowing*

Data kerusakan mesin diperoleh secara sekunder dari data perusahaan. Data yang diperoleh pada data kerusakan mesin *blowing* berupa tanggal kerusakan, lamanya *downtime* dan penyebab mesin berhenti beroperasi. Adapun data untuk kerusakan mesin *blowing* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data kerusakan mesin *Blowing* Januari-April 2019

| NO | Komponen | Tanggal | Sifat kerusakan | Downtime (menit) | Rentang waktu (hari) |
|------------|-----------------------|------------|-----------------|------------------|----------------------|
| 1 | Sensor Sensitif botol | 03/01/2019 | Perbaikan | 21,64 | - |
| | | 05/01/2019 | Perbaikan | 5 | 2 |
| | | 07/01/2019 | Perbaikan | 4 | 2 |
| | | 08/01/2019 | Perbaikan | 5 | 1 |
| | | 15/01/2019 | Perbaikan | 5,51 | 7 |
| | | 17/01/2019 | Perbaikan | 14,07 | 2 |
| | | 18/01/2019 | Perbaikan | 12 | 1 |
| | | 20/01/2019 | Perbaikan | 5 | 2 |
| | | 23/01/2019 | Perbaikan | 2,31 | 3 |
| | | 24/01/2019 | Perbaikan | 8 | 1 |
| | | 01/02/2019 | Perbaikan | 20 | 8 |
| | | 06/02/2019 | Perbaikan | 6,23 | 5 |
| | | 09/02/2019 | Perbaikan | 1,05 | 3 |
| | | 12/02/2019 | Perbaikan | 3 | 3 |
| | | 17/02/2019 | Perbaikan | 8,96 | 5 |
| | | 20/02/2019 | Perbaikan | 19 | 3 |
| | | 22/02/2019 | Perbaikan | 6 | 2 |
| | | 24/02/2019 | Perbaikan | 4 | 2 |
| | | 26/02/2019 | Perbaikan | 8,85 | 2 |
| | | 27/02/2019 | Perbaikan | 9 | 1 |
| | | 28/02/2019 | Perbaikan | 57,01 | 1 |
| | | 01/03/2019 | Perbaikan | 67,44 | 1 |
| | | 03/03/2019 | Perbaikan | 60,77 | 2 |
| | | 04/03/2019 | Perbaikan | 15 | 1 |
| | | 05/03/2019 | Perbaikan | 4 | 1 |
| | | 08/03/2019 | Perbaikan | 7 | 3 |
| | | 10/03/2019 | Perbaikan | 23 | 2 |
| | | 11/03/2019 | Perbaikan | 8 | 1 |
| | | 12/03/2019 | Perbaikan | 4 | 1 |
| | | 13/03/2019 | Perbaikan | 10,96 | 1 |
| | | 14/03/2019 | Perbaikan | 18 | 1 |
| | | 15/03/2019 | Perbaikan | 11,25 | 1 |
| | | 25/03/2019 | Perbaikan | 11 | 10 |
| 28/03/2019 | Perbaikan | 4 | 3 | | |
| 29/03/2019 | Perbaikan | 9,94 | 1 | | |
| 30/03/2019 | Perbaikan | 6 | 1 | | |
| 04/04/2019 | Perbaikan | 5 | 5 | | |
| 05/04/2019 | Perbaikan | 113,29 | 1 | | |

| | | | | | |
|--|--|------------|-----------|-------|---|
| | | 09/04/2019 | Perbaikan | 17,66 | 4 |
| | | 10/04/2019 | Perbaikan | 5,79 | 1 |

Lanjutan Tabel 4.3 Data kerusakan mesin *Blowing* Januari-April 2019

| NO | Komponen | Tanggal | Sifat kerusakan | Downtime (menit) | Rentang waktu |
|------------|--------------------------------|------------|-----------------|------------------|---------------|
| | | 11/04/2019 | Perbaikan | 12,47 | - |
| | | 12/04/2019 | Perbaikan | 8,42 | 1 |
| | | 14/04/2019 | Perbaikan | 5 | 2 |
| | | 15/04/2019 | Perbaikan | 4 | 1 |
| | | 22/04/2019 | Perbaikan | 4 | 7 |
| | | 23/04/2019 | Perbaikan | 15,16 | 1 |
| 2 | <i>Spindle Unit</i> | 07/01/2019 | Perbaikan | 8 | - |
| | | 03/02/2019 | Perbaikan | 5 | 27 |
| | | 02/03/2019 | Pergantian part | 8 | 27 |
| | | 14/03/2019 | Pergantian part | 78,03 | 12 |
| | | 13/04/2019 | Pergantian part | 18,41 | 30 |
| 3 | <i>Mold SBO</i> | 07/01/2019 | Perbaikan | 7,24 | - |
| | | 11/01/2019 | Perbaikan | 14,58 | 4 |
| | | 12/01/2019 | Perbaikan | 0,6 | 1 |
| | | 01/02/2019 | Perbaikan | 8 | 20 |
| | | 06/02/2019 | Perbaikan | 4 | 5 |
| | | 08/02/2019 | Perbaikan | 38,47 | 2 |
| | | 16/02/2019 | Perbaikan | 6 | 8 |
| | | 20/02/2019 | Penyesuaian | 11 | 4 |
| | | 22/02/2019 | Pergantian part | 8 | 2 |
| | | 01/03/2019 | Penyesuaian | 31,48 | 7 |
| | | 02/03/2019 | Perbaikan | 7 | 1 |
| | | 06/03/2019 | Penyesuaian | 33,24 | 4 |
| | | 09/03/2019 | perbaikan | 14,71 | 3 |
| | | 11/03/2019 | Perbaikan | 25,51 | 2 |
| | | 22/03/2019 | Penyesuaian | 8 | 11 |
| | | 29/03/2019 | Perbaikan | 3,35 | 7 |
| | | 31/03/2019 | Pergantian part | 16,56 | 2 |
| 07/04/2019 | Perbaikan | 3 | 7 | | |
| 09/04/2019 | Pergantian part | 11,45 | 2 | | |
| 4 | <i>Preform Conveying Table</i> | 23/01/2019 | Perbaikan | 2,69 | - |
| | | 24/01/2019 | Perbaikan | 2,7 | 1 |
| | | 02/02/2019 | Perbaikan | 10,67 | 9 |
| | | 03/02/2019 | Perbaikan | 5,02 | 1 |
| | | 28/02/2019 | Perbaikan | 6 | 25 |
| | | 01/03/2019 | Perbaikan | 17 | 1 |
| | | 02/03/2019 | Perbaikan | 4 | 1 |
| | | 06/03/2019 | Perbaikan | 21 | 4 |

| | | | | | |
|--|--|------------|-----------|---|---|
| | | 08/03/2019 | Perbaikan | 5 | 2 |
| | | 09/03/2019 | Perbaikan | 6 | 1 |

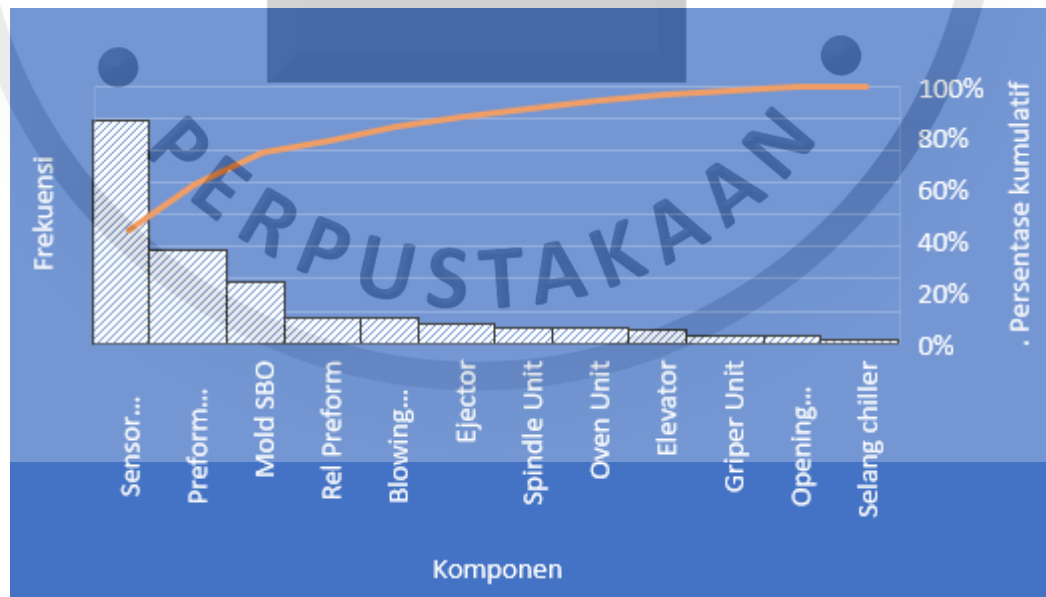
Lanjutan Tabel 4.3 Data kerusakan mesin *Blowing* Januari-April 2019

| NO | Komponen | Tanggal | Sifat kerusakan | Downtime (menit) | Rentang waktu |
|----|---------------------|------------|-----------------|------------------|---------------|
| | | 10/03/2019 | Perbaikan | 17,25 | 1 |
| | | 11/03/2019 | Perbaikan | 7 | 1 |
| | | 12/03/2019 | Perbaikan | 22 | 1 |
| | | 13/03/2019 | Penyesuaian | 6 | 1 |
| | | 14/03/2019 | Penyesuaian | 20,27 | 1 |
| | | 15/03/2019 | Penyesuaian | 14 | 1 |
| | | 16/03/2019 | Penyesuaian | 12 | 1 |
| | | 17/03/2019 | Perbaikan | 13 | 1 |
| | | 14/04/2019 | Perbaikan | 6,71 | 28 |
| 5 | Selang chiller | 31/01/2019 | Pergantian part | 8 | - |
| 6 | Ejector | 03/02/2019 | Perbaikan | 10,68 | - |
| | | 06/02/2019 | Perbaikan | 5 | 3 |
| | | 07/02/2019 | Perbaikan | 4 | 1 |
| | | 16/02/2019 | Perbaikan | 5 | 9 |
| | | 11/03/2019 | Perbaikan | 18,99 | 23 |
| | | 24/03/2019 | Perbaikan | 11,71 | 13 |
| 7 | Rel Preform | 17/02/2019 | Perbaikan | 3 | - |
| | | 25/02/2019 | Perbaikan | 3,06 | 8 |
| | | 27/02/2019 | Perbaikan | 16,16 | 2 |
| | | 03/03/2019 | Perbaikan | 6 | 4 |
| | | 11/03/2019 | Perbaikan | 4 | 8 |
| | | 20/03/2019 | Perbaikan | 9 | 9 |
| | | 21/03/2019 | Perbaikan | 3,14 | 1 |
| 8 | Griper Unit | 01/03/2019 | Pergantian part | 35 | - |
| 9 | Blowing Sistem | 04/03/2019 | Penyesuaian | 26,98 | 62 |
| | | 12/03/2019 | Penyesuaian | 16 | 8 |
| | | 14/03/2019 | Pergantian part | 24 | 2 |
| | | 16/03/2019 | Penyesuaian | 41,04 | 2 |
| | | 02/04/2019 | Penyesuaian | 8 | 17 |
| | | 20/04/2019 | Penyesuaian | 6 | 18 |
| 10 | Open Closing Sistem | 12/02/2019 | Perbaikan | 7,7 | - |
| | | 10/03/2019 | Penyesuaian | 17,33 | 26 |
| 11 | Oven Unit | 12/03/2019 | Perbaikan | 106,28 | - |
| | | 14/03/2019 | Pergantian part | 62,01 | 2 |
| | | 15/03/2019 | Perbaikan | 92,66 | 1 |
| 12 | Elevator | 17/02/2019 | Perbaikan | 7 | - |
| | | 19/03/2019 | Perbaikan | 13,68 | 30 |
| | | 22/03/2019 | Perbaikan | 5 | 3 |
| | | 11/04/2019 | Perbaikan | 30,2 | 20 |

| | |
|-------|---------|
| Total | 1851,34 |
|-------|---------|

Tabel 4. 4 Frekuensi kerusakan tiap komponen pada mesin *Blowing*

| NO | komponen | Frekuensi | Frek kumulatif | Persentase kumulatif | downtime (menit) |
|----|--------------------------------|-----------|----------------|----------------------|------------------|
| 1 | Sensor Sensitif botol | 69 | 69 | 44% | 676,78 |
| 2 | <i>Spindle Unit</i> | 5 | 74 | 47% | 117,44 |
| 3 | <i>Mold SBO</i> | 19 | 93 | 59% | 252,19 |
| 4 | <i>Preform conveying Table</i> | 29 | 122 | 77% | 198,31 |
| 5 | <i>Selang chiller</i> | 1 | 123 | 78% | 8 |
| 6 | <i>Ejector</i> | 6 | 129 | 82% | 55,38 |
| 7 | <i>Rel Preform</i> | 8 | 137 | 87% | 44,36 |
| 8 | <i>Griper Unit</i> | 2 | 139 | 88% | 35 |
| 9 | <i>Blowing Sistem</i> | 8 | 147 | 93% | 122,02 |
| 10 | <i>Opening Closing System</i> | 2 | 149 | 94% | 25,03 |
| 11 | <i>Oven Unit</i> | 5 | 154 | 97% | 260,95 |
| 12 | <i>Elevator</i> | 4 | 158 | 100% | 55,88 |
| | jumlah | 158 | | | 1851,34 |



Gambar 4. 2 Diagram Pareto Frekuensi kerusakan mesin *Blowing*

4.1.3 Data kerusakan Mesin *Filler*

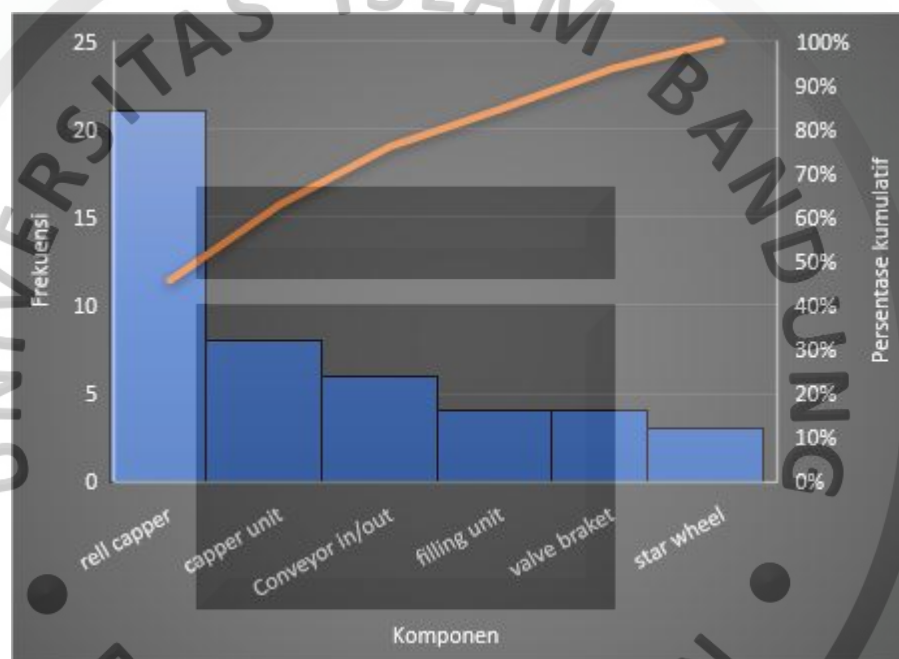
Data kerusakan mesin *Filler* di peroleh secara sekunder dari data perusahaan. Data kerusakan dengan rentang bulan Januari sampai dengan April 2019. Adapun data kerusakan mesin mesin *Filler* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Data kerusakan mesin *Filler* Januari- April 2019

| NO | Komponen | Tanggal | Sifat Kerusakan | <i>Downtime</i> (Menit) | Rentang waktu (hari) |
|------------|------------------------|------------|-----------------|-------------------------|----------------------|
| 1 | <i>Rell Capper</i> | 02/01/2019 | Perbaikan | 3,55 | - |
| | | 03/01/2019 | Perbaikan | 6,22 | 1 |
| | | 04/01/2019 | Perbaikan | 12,49 | 1 |
| | | 11/01/2019 | Penyesuaian | 1,56 | 7 |
| | | 18/01/2019 | Perbaikan | 2,99 | 7 |
| | | 21/01/2019 | Perbaikan | 8 | 3 |
| | | 17/02/2019 | Perbaikan | 8 | 27 |
| | | 25/02/2019 | Perbaikan | 3 | 8 |
| | | 06/03/2019 | Perbaikan | 2 | 9 |
| | | 08/03/2019 | Perbaikan | 6 | 2 |
| | | 11/03/2019 | Perbaikan | 6 | 3 |
| | | 25/03/2019 | Perbaikan | 14 | 14 |
| | | 27/03/2019 | Perbaikan | 2,82 | 2 |
| | | 28/03/2019 | Perbaikan | 5,86 | 1 |
| | | 04/04/2019 | Perbaikan | 4,52 | 7 |
| | | 12/04/2019 | Perbaikan | 1 | 8 |
| | | 14/04/2019 | Perbaikan | 3 | 2 |
| 21/04/2019 | Perbaikan | 12 | 7 | | |
| 22/04/2019 | Perbaikan | 12 | 1 | | |
| 2 | <i>Filling Unit</i> | 02/01/2019 | Pergantian Part | 60,74 | - |
| | | 18/03/2019 | Perbaikan | 60 | 75 |
| | | 20/03/2019 | Pergantian Part | 12,83 | 2 |
| 3 | <i>Valve</i> | 07/01/2019 | Perbaikan | 8,71 | - |
| | | 14/01/2019 | Penyesuaian | 13,76 | 7 |
| | | 22/01/2019 | Perbaikan | 2,33 | 8 |
| | | 06/04/2019 | Penyesuaian | 22,88 | 74 |
| 4 | <i>Capper Unit</i> | 01/03/2019 | Perbaikan | 15 | - |
| | | 02/03/2019 | Perbaikan | 6 | 1 |
| | | 20/03/2019 | Perbaikan | 6,42 | 18 |
| | | 21/03/2019 | Perbaikan | 66,12 | 1 |
| | | 23/04/2019 | Perbaikan | 3 | 33 |
| 5 | <i>Star Wheel</i> | 01/02/2019 | Perbaikan | 96,38 | - |
| | | 20/02/2019 | Perbaikan | 3 | 19 |
| 6 | <i>Conveyor in/out</i> | 05/01/2019 | Perbaikan | 4 | - |
| | | 28/02/2019 | Perbaikan | 3 | 54 |
| | | 01/03/2019 | Perbaikan | 4 | 1 |
| | | 03/03/2019 | Perbaikan | 5 | 2 |
| | | 20/03/2019 | Perbaikan | 18,37 | 17 |

Tabel 4. 6 Frekuensi kerusakan tiap komponen pada mesin *Filler*

| Komponen | frekuensi | Frek. Kumulatif | Persentase kumulatif | <i>Downtime</i> (Menit) |
|------------------------|-----------|-----------------|----------------------|-------------------------|
| <i>Reil Capper</i> | 21 | 21 | 46% | 101,15 |
| <i>filling unit</i> | 4 | 25 | 54% | 133,57 |
| <i>valve braket</i> | 4 | 29 | 63% | 47,68 |
| <i>capper unit</i> | 8 | 37 | 80% | 96,54 |
| <i>star wheel</i> | 3 | 40 | 87% | 99,38 |
| <i>Conveyor in/out</i> | 6 | 46 | 100% | 34,37 |
| Total | | | | 512,69 |



Gambar 4. 3 Diagram Pareto Frekuensi Kerusakan mesin *Filler*

4.1.4 Kondisi Kegiatan Perawatan Mesin Saat Ini

Sistem perawatan yang diterapkan perusahaan saat ini adalah *periodic maintenace* yang artinya perawatan dilakukan berdasarkan rentang waktu tertentu. *Periodic maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan secara rutin berdasarkan waktu tertentu. Perusahaan saat ini menerapkan sistem *periodic maintenance* berdasarkan waktu mingguan. Perawatan dilakukan setiap hari senin pada *shift* 1 dari pukul enam sampai dengan pukul dua yang memakan waktu 8 jam.

4.2 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data merupakan proses pengolahan data dari hasil pengumpulan data yang telah dilakukan untuk memperoleh solusi dari permasalahan yang ada. Tahap-tahap pengolahan data yang dilakukan adalah pengujian kecocokan distribusi data, estimasi parameter distribusi, estimasi keandalan dan penentuan jadwal pemeliharaan.

4.2.1 Pemilihan Komponen kritis

Tahap pemilihan komponen kritis bertujuan untuk menentukan komponen yang akan menjadi prioritas perbaikan. Tahap ini memprioritaskan komponen yang sering mengalami kerusakan. Adapun hal yang menjadi pertimbangan dalam menentukan komponen kritis dapat didasarkan pada beberapa kriteria sebagai berikut:

1. Frekuensi perbaikan akibat kerusakan masing-masing komponen yang sering terjadi
2. Bentuk kerusakan yang fatal pada komponen sehingga dapat mempengaruhi kondisi mesin.
3. Pengaruh seringnya perbaikan masing-masing komponen terhadap waktu *downtime*.

4.2.1.1 Komponen Kritis Pada Mesin *Blowing*

Berdasarkan data kerusakan mesin *Blowing* pada Tabel 4.4, diketahui bahwa frekuensi perbaikan akibat kerusakan mesin sering terjadi pada komponen sensor sensitif. Berdasarkan data pada Tabel 4.4 maka dapat disimpulkan bahwa komponen sensor sensitif memiliki frekuensi tertinggi yaitu 69 kali kerusakan dengan total waktu *downtime* sebesar 615, 89 Menit, dengan demikian komponen sensor sensitif ditetapkan sebagai komponen kritis dan dijadikan sebagai objek perbaikan.

4.2.1.2 Komponen kritis Pada Mesin *Filler*

Penentuan komponen kritis didasarkan pada frekuensi kerusakan tertinggi, tingkat kerusakan dan pengaruhnya terhadap mesin.. Berdasarkan Tabel 4.5

diketahui bahwa komponen *Rell Capper* memiliki frekuensi kerusakan paling tinggi yaitu 21 kali dengan total *downtime* 101,15 Menit.

4.2.2 Perhitungan *Time to failure* dan *Time to Repair*

Time to failure merupakan interval waktu kerusakan yang dialami oleh komponen pada mesin pada waktu terjadinya kerusakan sampai dengan kerusakan selanjutnya. *Time to repair* merupakan waktu yang terpakai dalam memperbaiki komponen yang rusak. Untuk perhitungan *time to failure* dan *time to repair* dapat dilihat sebagai berikut:

1. Komponen Sensor sensitif

TTR = *downtime* pada komponen sensor = 5 menit (0,04 jam)

Interval = jam kerja mesin * interval kerusakan

= 22,5 jam/ hari x 2

= 45 jam

TTF = Interval - TTR

= 45 jam – 0,04 Jam

= 44,96 jam

Rekapitulasi perhitungan TTR dan TTF komponen sensor sensitif dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Rekapitulasi perhitungan TTR dan TTF mesin *Blowing*

| Interval (hari) | Interval Kerusakan (jam) | TTR (Jam) | TTF (jam) |
|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|
| 2 | 45,00 | 0,04 | 44,96 |
| 2 | 45,00 | 0,05 | 44,95 |
| 1 | 22,50 | 0,07 | 22,43 |
| 7 | 157,50 | 0,07 | 157,43 |
| 2 | 45,00 | 0,07 | 44,93 |
| 1 | 22,50 | 0,07 | 22,43 |
| 2 | 45,00 | 0,07 | 44,93 |
| 3 | 67,50 | 0,07 | 67,43 |
| 1 | 22,50 | 0,07 | 22,43 |
| 8 | 180,00 | 0,08 | 179,92 |
| 5 | 112,50 | 0,08 | 112,42 |
| 3 | 67,50 | 0,08 | 67,42 |

| | | | |
|---|--------|------|--------|
| 3 | 67,50 | 0,08 | 67,42 |
| 5 | 112,50 | 0,08 | 112,42 |

Lanjutan Tabel 4. 7 Rekapitulasi perhitungan TTR dan TTF

| Interval (hari) | Interval Kerusakan (jam) | TTR (Jam) | TTF (jam) |
|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|
| 3 | 67,50 | 0,09 | 67,41 |
| 2 | 45,00 | 0,10 | 44,90 |
| 2 | 45,00 | 0,10 | 44,90 |
| 2 | 45,00 | 0,10 | 44,90 |
| 1 | 22,50 | 0,10 | 22,40 |
| 1 | 22,50 | 0,12 | 22,38 |
| 1 | 22,50 | 0,13 | 22,37 |
| 2 | 45,00 | 0,13 | 44,87 |
| 1 | 22,50 | 0,14 | 22,36 |
| 1 | 22,50 | 0,15 | 22,35 |
| 3 | 67,50 | 0,15 | 67,35 |
| 2 | 45,00 | 0,15 | 44,85 |
| 1 | 22,50 | 0,17 | 22,33 |
| 1 | 22,50 | 0,18 | 22,32 |
| 1 | 22,50 | 0,18 | 22,32 |
| 1 | 22,50 | 0,19 | 22,31 |
| 1 | 22,50 | 0,20 | 22,30 |
| 10 | 225,00 | 0,21 | 224,79 |
| 3 | 67,50 | 0,23 | 67,27 |
| 1 | 22,50 | 0,25 | 22,25 |
| 1 | 22,50 | 0,25 | 22,25 |
| 5 | 112,50 | 0,29 | 112,21 |
| 1 | 22,50 | 0,30 | 22,20 |
| 4 | 90,00 | 0,32 | 89,68 |
| 1 | 22,50 | 0,33 | 22,17 |
| 1 | 22,50 | 0,36 | 22,14 |
| 1 | 22,50 | 0,38 | 22,12 |
| 2 | 45,00 | 0,95 | 44,05 |
| 1 | 22,50 | 1,01 | 21,49 |
| 7 | 157,50 | 1,12 | 156,38 |
| 1 | 22,50 | 1,89 | 20,61 |

1. Komponen *Roll Capper*

TTR = *downtime* pada komponen = 6,22 menit (0,10 jam)

Interval = jam kerja mesin * interval kerusakan

= 22,5 jam/hari x 1

= 22,5 jam

TTF = interval - TTR

$$= 22,5 \text{ jam} - 0,10 \text{ jam}$$

$$= 22,40 \text{ jam}$$

Rekapitulasi perhitungan TTR dan TTF komponen *Rell Capper* dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Rekapitulasi perhitungan TTR dan TTF Mesin *Filler*

| Interval (hari) | Interval Kerusakan (jam) | TTR (jam) | TTF (jam) |
|-----------------|--------------------------|-----------|-----------|
| 1 | 22,5 | 0,10 | 22,40 |
| 1 | 22,5 | 0,21 | 22,29 |
| 7 | 157,5 | 0,03 | 157,47 |
| 7 | 157,5 | 0,05 | 157,45 |
| 3 | 67,5 | 0,13 | 67,37 |
| 27 | 607,5 | 0,13 | 607,37 |
| 8 | 180 | 0,05 | 179,95 |
| 9 | 202,5 | 0,03 | 202,47 |
| 2 | 45 | 0,10 | 44,90 |
| 3 | 67,5 | 0,10 | 67,40 |
| 14 | 315 | 0,23 | 314,77 |
| 2 | 45 | 0,05 | 44,95 |
| 1 | 22,5 | 0,10 | 22,40 |
| 7 | 157,5 | 0,08 | 157,42 |
| 8 | 180 | 0,02 | 179,98 |
| 2 | 45 | 0,05 | 44,95 |
| 7 | 157,5 | 0,20 | 157,30 |
| 1 | 22,5 | 0,20 | 22,30 |

4.2.3 Identifikasi Pola Distribusi kerusakan

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi distribusi pada data. Tahap ini menggunakan perhitungan *index of fit* dari setiap distribusi. Adapun distribusi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah distribusi Weibull, Normal, Lognormal dan Eskponensial. Setelah perhitungan dilakukan, selanjutnya dilakukan pemilihan distribusi data yang didasarkan pada nilai *index of fit* terbesar.

4.2.3.1 Perhitungan *Index of Fit* untuk TTF komponen Sensor sensitif

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan jenis distribusi. Dari hasil perhitungan ini maka dapat diketahui distribusi mana yang hendak akan di pakai

dalam perhitungan keandalan dan penentuan interval waktu perawatan. Berikut adalah perhitungan *index of fit* untuk komponen sensor sensitif.

1. Distribusi Weibull

Tahap ini menghitung *index of fit* untuk komponen sensor sensitif menggunakan distribusi weibull. Perhitungan *index of fit* dengan distribusi weibull terdapat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Perhitungan *Index of fit* distribusi Weibull

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 20,61 | 3,03 | 0,02 | -4,16 | -12,60 | 9,16 | 17,34 |
| 2 | 21,49 | 3,07 | 0,04 | -3,27 | -10,02 | 9,41 | 10,67 |
| 3 | 22,12 | 3,10 | 0,06 | -2,79 | -8,64 | 9,59 | 7,79 |
| 4 | 22,14 | 3,10 | 0,08 | -2,46 | -7,63 | 9,59 | 6,08 |
| 5 | 22,17 | 3,10 | 0,10 | -2,21 | -6,86 | 9,60 | 4,90 |
| 6 | 22,20 | 3,10 | 0,13 | -2,01 | -6,23 | 9,61 | 4,03 |
| 7 | 22,25 | 3,10 | 0,15 | -1,83 | -5,69 | 9,62 | 3,37 |
| 8 | 22,25 | 3,10 | 0,17 | -1,68 | -5,22 | 9,62 | 2,83 |
| 9 | 22,30 | 3,10 | 0,19 | -1,55 | -4,80 | 9,64 | 2,40 |
| 10 | 22,31 | 3,11 | 0,21 | -1,43 | -4,43 | 9,64 | 2,03 |
| 11 | 22,32 | 3,11 | 0,24 | -1,31 | -4,08 | 9,64 | 1,73 |
| 12 | 22,32 | 3,11 | 0,26 | -1,21 | -3,76 | 9,64 | 1,47 |
| 13 | 22,33 | 3,11 | 0,28 | -1,11 | -3,46 | 9,65 | 1,24 |
| 14 | 22,35 | 3,11 | 0,30 | -1,02 | -3,18 | 9,65 | 1,05 |
| 15 | 22,36 | 3,11 | 0,32 | -0,94 | -2,92 | 9,66 | 0,88 |
| 16 | 22,37 | 3,11 | 0,35 | -0,86 | -2,66 | 9,66 | 0,73 |
| 17 | 22,38 | 3,11 | 0,37 | -0,78 | -2,42 | 9,66 | 0,61 |
| 18 | 22,40 | 3,11 | 0,39 | -0,71 | -2,19 | 9,67 | 0,50 |
| 19 | 22,43 | 3,11 | 0,41 | -0,63 | -1,97 | 9,68 | 0,40 |
| 20 | 22,43 | 3,11 | 0,43 | -0,56 | -1,75 | 9,68 | 0,32 |
| 21 | 22,43 | 3,11 | 0,46 | -0,50 | -1,54 | 9,68 | 0,25 |
| 22 | 44,05 | 3,79 | 0,48 | -0,43 | -1,63 | 14,33 | 0,19 |
| 23 | 44,85 | 3,80 | 0,50 | -0,37 | -1,39 | 14,47 | 0,13 |
| 24 | 44,87 | 3,80 | 0,52 | -0,30 | -1,15 | 14,47 | 0,09 |
| 25 | 44,90 | 3,80 | 0,54 | -0,24 | -0,92 | 14,47 | 0,06 |
| 26 | 44,90 | 3,80 | 0,57 | -0,18 | -0,69 | 14,47 | 0,03 |
| 27 | 44,90 | 3,80 | 0,59 | -0,12 | -0,46 | 14,47 | 0,01 |
| 28 | 44,93 | 3,81 | 0,61 | -0,06 | -0,23 | 14,48 | 0,00 |
| 29 | 44,93 | 3,81 | 0,63 | 0,00 | 0,00 | 14,48 | 0,00 |
| 30 | 44,95 | 3,81 | 0,65 | 0,06 | 0,23 | 14,48 | 0,00 |
| 31 | 44,96 | 3,81 | 0,68 | 0,12 | 0,46 | 14,48 | 0,01 |
| 32 | 67,27 | 4,21 | 0,70 | 0,18 | 0,76 | 17,71 | 0,03 |
| 33 | 67,35 | 4,21 | 0,72 | 0,24 | 1,02 | 17,72 | 0,06 |

| | | | | | | | |
|----|-------|------|------|------|------|-------|------|
| 34 | 67,41 | 4,21 | 0,74 | 0,30 | 1,28 | 17,73 | 0,09 |
| 35 | 67,42 | 4,21 | 0,76 | 0,37 | 1,55 | 17,73 | 0,14 |
| 36 | 67,42 | 4,21 | 0,79 | 0,43 | 1,83 | 17,73 | 0,19 |

Lanjutan Tabel 4. 9 Perhitungan *Index of fit distribusi Weibull*

| <i>i</i> | <i>t_i</i> | <i>x_i = ln t_i</i> | <i>F(t_i)</i> | <i>y_i</i> | <i>x_i * y_i</i> | <i>x²</i> | <i>y²</i> |
|---------------------|----------------------|---|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| 37 | 67,43 | 4,21 | 0,81 | 0,50 | 2,11 | 17,73 | 0,25 |
| 38 | 89,68 | 4,50 | 0,83 | 0,57 | 2,58 | 20,22 | 0,33 |
| 39 | 112,21 | 4,72 | 0,85 | 0,65 | 3,06 | 22,28 | 0,42 |
| 40 | 112,42 | 4,72 | 0,87 | 0,73 | 3,45 | 22,30 | 0,53 |
| 41 | 112,42 | 4,72 | 0,90 | 0,82 | 3,87 | 22,30 | 0,67 |
| 42 | 156,38 | 5,05 | 0,92 | 0,92 | 4,64 | 25,53 | 0,84 |
| 43 | 157,43 | 5,06 | 0,94 | 1,04 | 5,25 | 25,59 | 1,08 |
| 44 | 179,92 | 5,19 | 0,96 | 1,19 | 6,18 | 26,96 | 1,41 |
| 45 | 224,79 | 5,42 | 0,98 | 1,43 | 7,74 | 29,32 | 2,04 |
| Total | 2463,74 | 167,76 | 22,50 | -25,18 | -62,54 | 647,21 | 79,24 |
| <i>Index Of fit</i> | | | | | | 0,831 | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi weibull diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* untuk komponen sensor sensitif adalah 0,831.

Berikut adalah contoh perhitungannya.

$$- X_i = \ln t_i = \ln(22,60) = 3,03$$

$$- F(t_i) = \frac{i-0.3}{n+0.4} = \frac{1-0.3}{45+0.4} = 0,02$$

$$- Y_i = \ln \left[-\ln \left[\frac{1}{1-F(t_i)} \right] \right] = \ln \left[\ln \left[\frac{1}{(1-0,02)} \right] \right] = -4,16$$

$$- r = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} = \frac{45(-62,54) - (167,76)(-25,18)}{\sqrt{[45(647,21) - (167,76)^2][45(79,24) - (-25,18)^2]}}$$

$$= \frac{1410,02}{1696,82} = 0,831$$

2. Distribusi Lognormal

Tahap ini menghitung *index of fit* untuk komponen sensor sensitif menggunakan distribusi Lognormal. Rekapitulasi perhitungan *index of fit* dengan distribusi Lognormal dapat dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4. 10 Rekapitulasi perhitungan *Index of fit distribusi Lognormal*

| <i>i</i> | <i>t_i</i> | <i>x_i = ln t_i</i> | <i>F(t_i)</i> | <i>y_i</i> | <i>x_i * y_i</i> | <i>x²</i> | <i>y²</i> |
|----------|----------------------|---|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 20,61 | 3,03 | 0,02 | -2,16 | -6,53 | 9,16 | 4,66 |
| 2 | 21,49 | 3,07 | 0,04 | -1,78 | -5,46 | 9,41 | 3,17 |
| 3 | 22,12 | 3,10 | 0,06 | -1,56 | -4,83 | 9,59 | 2,43 |
| 4 | 22,14 | 3,10 | 0,08 | -1,40 | -4,32 | 9,59 | 1,95 |

| | | | | | | | |
|---|-------|------|------|-------|-------|------|------|
| 5 | 22,17 | 3,10 | 0,10 | -1,26 | -3,91 | 9,60 | 1,59 |
| 6 | 22,20 | 3,10 | 0,13 | -1,15 | -3,56 | 9,61 | 1,32 |
| 7 | 22,25 | 3,10 | 0,15 | -1,05 | -3,25 | 9,62 | 1,10 |
| 8 | 22,25 | 3,10 | 0,17 | -0,96 | -2,97 | 9,62 | 0,91 |

Lanjutan Tabel 4. 10 Rekapitulasi perhitungan *Index of fit* distribusi Lognormal

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|--------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 9 | 22,30 | 3,10 | 0,19 | -0,87 | -2,71 | 9,64 | 0,76 |
| 10 | 22,31 | 3,11 | 0,21 | -0,79 | -2,46 | 9,64 | 0,63 |
| 11 | 22,32 | 3,11 | 0,24 | -0,72 | -2,24 | 9,64 | 0,52 |
| 12 | 22,32 | 3,11 | 0,26 | -0,65 | -2,02 | 9,64 | 0,42 |
| 13 | 22,33 | 3,11 | 0,28 | -0,58 | -1,81 | 9,65 | 0,34 |
| 14 | 22,35 | 3,11 | 0,30 | -0,52 | -1,61 | 9,65 | 0,27 |
| 15 | 22,36 | 3,11 | 0,32 | -0,46 | -1,42 | 9,66 | 0,21 |
| 16 | 22,37 | 3,11 | 0,35 | -0,40 | -1,23 | 9,66 | 0,16 |
| 17 | 22,38 | 3,11 | 0,37 | -0,34 | -1,05 | 9,66 | 0,11 |
| 18 | 22,40 | 3,11 | 0,39 | -0,28 | -0,87 | 9,67 | 0,08 |
| 19 | 22,43 | 3,11 | 0,41 | -0,22 | -0,69 | 9,68 | 0,05 |
| 20 | 22,43 | 3,11 | 0,43 | -0,17 | -0,52 | 9,68 | 0,03 |
| 21 | 22,43 | 3,11 | 0,46 | -0,11 | -0,34 | 9,68 | 0,01 |
| 22 | 44,05 | 3,79 | 0,48 | -0,06 | -0,21 | 14,33 | 0,00 |
| 23 | 44,85 | 3,80 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 14,47 | 0,00 |
| 24 | 44,87 | 3,80 | 0,52 | 0,06 | 0,21 | 14,47 | 0,00 |
| 25 | 44,90 | 3,80 | 0,54 | 0,11 | 0,42 | 14,47 | 0,01 |
| 26 | 44,90 | 3,80 | 0,57 | 0,17 | 0,63 | 14,47 | 0,03 |
| 27 | 44,90 | 3,80 | 0,59 | 0,22 | 0,85 | 14,47 | 0,05 |
| 28 | 44,93 | 3,81 | 0,61 | 0,28 | 1,06 | 14,48 | 0,08 |
| 29 | 44,93 | 3,81 | 0,63 | 0,34 | 1,28 | 14,48 | 0,11 |
| 30 | 44,95 | 3,81 | 0,65 | 0,40 | 1,51 | 14,48 | 0,16 |
| 31 | 44,96 | 3,81 | 0,68 | 0,46 | 1,74 | 14,48 | 0,21 |
| 32 | 67,27 | 4,21 | 0,70 | 0,52 | 2,19 | 17,71 | 0,27 |
| 33 | 67,35 | 4,21 | 0,72 | 0,58 | 2,46 | 17,72 | 0,34 |
| 34 | 67,41 | 4,21 | 0,74 | 0,65 | 2,74 | 17,73 | 0,42 |
| 35 | 67,42 | 4,21 | 0,76 | 0,72 | 3,03 | 17,73 | 0,52 |
| 36 | 67,42 | 4,21 | 0,79 | 0,79 | 3,34 | 17,73 | 0,63 |
| 37 | 67,43 | 4,21 | 0,81 | 0,87 | 3,67 | 17,73 | 0,76 |
| 38 | 89,68 | 4,50 | 0,83 | 0,96 | 4,30 | 20,22 | 0,91 |
| 39 | 112,21 | 4,72 | 0,85 | 1,05 | 4,94 | 22,28 | 1,10 |
| 40 | 112,42 | 4,72 | 0,87 | 1,15 | 5,42 | 22,30 | 1,32 |
| 41 | 112,42 | 4,72 | 0,90 | 1,26 | 5,96 | 22,30 | 1,59 |
| 42 | 156,38 | 5,05 | 0,92 | 1,40 | 7,05 | 25,53 | 1,95 |
| 43 | 157,43 | 5,06 | 0,94 | 1,56 | 7,89 | 25,59 | 2,43 |
| 44 | 179,92 | 5,19 | 0,96 | 1,78 | 9,25 | 26,96 | 3,17 |
| 45 | 224,79 | 5,42 | 0,98 | 2,16 | 11,69 | 29,32 | 4,66 |

| | | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|------|------|-------|--------|-------|
| Total | 2463,74 | 167,757 | 22,5 | 0,00 | 27,62 | 647,21 | 41,45 |
| <i>Index Of fit</i> | | | | | | 0,918 | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi Lognormal diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* untuk komponen sensor sensitif adalah 0,918

Adapun perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut.

$$- X_i = \ln t_i = \ln(20,61) = 3,03$$

$$- F(t_i) = \frac{i-0.3}{n+0.4} = \frac{1-0.3}{45+0.4} = 0,02$$

$$- Y_i = Z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)] = \Phi^{-1}[0,02] = -2,16 \text{ (dari tabel Z distribusi normal)}$$

$$- r = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} = \frac{45(27,62) - (167,75)(-0,00)}{\sqrt{[45(647,21) - (167,75)^2][45(41,45) - (0,00)^2]}}$$

$$= \frac{1242,71}{1353,47} = 0,918$$

3. Distribusi Normal

Tahap ini menghitung *index of fit* untuk komponen sensor sensitif menggunakan distribusi normal. Rekapitulasi perhitungan *index of fit* dengan distribusi normal dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4. 11 Rekapitulasi perhitungan *Index of fit* distribusi normal

| <i>i</i> | <i>t_i</i> | <i>x_i = t_i</i> | <i>F(t_i)</i> | <i>y_i</i> | <i>x_i * y_i</i> | <i>x²</i> | <i>y²</i> |
|----------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| 1 | 20,61 | 20,61 | 0,02 | -2,16 | -44,50 | 424,85 | 4,66 |
| 2 | 21,49 | 21,49 | 0,04 | -1,78 | -38,27 | 461,70 | 3,17 |
| 3 | 22,12 | 22,12 | 0,06 | -1,56 | -34,48 | 489,15 | 2,43 |
| 4 | 22,14 | 22,14 | 0,08 | -1,40 | -30,89 | 490,15 | 1,95 |
| 5 | 22,17 | 22,17 | 0,10 | -1,26 | -27,97 | 491,36 | 1,59 |
| 6 | 22,20 | 22,20 | 0,13 | -1,15 | -25,48 | 492,84 | 1,32 |
| 7 | 22,25 | 22,25 | 0,15 | -1,05 | -23,29 | 494,94 | 1,10 |
| 8 | 22,25 | 22,25 | 0,17 | -0,96 | -21,27 | 495,06 | 0,91 |
| 9 | 22,30 | 22,30 | 0,19 | -0,87 | -19,44 | 497,29 | 0,76 |
| 10 | 22,31 | 22,31 | 0,21 | -0,79 | -17,71 | 497,85 | 0,63 |
| 11 | 22,32 | 22,32 | 0,24 | -0,72 | -16,07 | 498,03 | 0,52 |
| 12 | 22,32 | 22,32 | 0,26 | -0,65 | -14,52 | 498,06 | 0,42 |
| 13 | 22,33 | 22,33 | 0,28 | -0,58 | -13,03 | 498,82 | 0,34 |
| 14 | 22,35 | 22,35 | 0,30 | -0,52 | -11,61 | 499,63 | 0,27 |
| 15 | 22,36 | 22,36 | 0,32 | -0,46 | -10,22 | 499,95 | 0,21 |
| 16 | 22,37 | 22,37 | 0,35 | -0,40 | -8,87 | 500,27 | 0,16 |
| 17 | 22,38 | 22,38 | 0,37 | -0,34 | -7,56 | 501,01 | 0,11 |
| 18 | 22,40 | 22,40 | 0,39 | -0,28 | -6,26 | 501,59 | 0,08 |
| 19 | 22,43 | 22,43 | 0,41 | -0,22 | -5,00 | 503,25 | 0,05 |
| 20 | 22,43 | 22,43 | 0,43 | -0,17 | -3,73 | 503,25 | 0,03 |

| | | | | | | | |
|----|-------|-------|------|-------|-------|---------|------|
| 21 | 22,43 | 22,43 | 0,46 | -0,11 | -2,48 | 503,25 | 0,01 |
| 22 | 44,05 | 44,05 | 0,48 | -0,06 | -2,43 | 1940,39 | 0,00 |
| 23 | 44,85 | 44,85 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 2011,52 | 0,00 |
| 24 | 44,87 | 44,87 | 0,52 | 0,06 | 2,48 | 2013,02 | 0,00 |
| 25 | 44,90 | 44,90 | 0,54 | 0,11 | 4,97 | 2016,01 | 0,01 |

Lanjutan Tabel 4. 11 Rekapitulasi perhitungan *Index of fit* distribusi normal

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|----------|-------------|----------|-------|-------------|-----------|-------|
| 26 | 44,90 | 44,90 | 0,57 | 0,17 | 7,47 | 2016,01 | 0,03 |
| 27 | 44,90 | 44,90 | 0,59 | 0,22 | 10,00 | 2016,32 | 0,05 |
| 28 | 44,93 | 44,93 | 0,61 | 0,28 | 12,57 | 2019,00 | 0,08 |
| 29 | 44,93 | 44,93 | 0,63 | 0,34 | 15,17 | 2019,00 | 0,11 |
| 30 | 44,95 | 44,95 | 0,65 | 0,40 | 17,83 | 2020,50 | 0,16 |
| 31 | 44,96 | 44,96 | 0,68 | 0,46 | 20,55 | 2021,54 | 0,21 |
| 32 | 67,27 | 67,27 | 0,70 | 0,52 | 34,93 | 4524,65 | 0,27 |
| 33 | 67,35 | 67,35 | 0,72 | 0,58 | 39,31 | 4536,11 | 0,34 |
| 34 | 67,41 | 67,41 | 0,74 | 0,65 | 43,84 | 4543,86 | 0,42 |
| 35 | 67,42 | 67,42 | 0,76 | 0,72 | 48,56 | 4545,01 | 0,52 |
| 36 | 67,42 | 67,42 | 0,79 | 0,79 | 53,52 | 4545,01 | 0,63 |
| 37 | 67,43 | 67,43 | 0,81 | 0,87 | 58,80 | 4547,25 | 0,76 |
| 38 | 89,68 | 89,68 | 0,83 | 0,96 | 85,71 | 8043,10 | 0,91 |
| 39 | 112,21 | 112,21 | 0,85 | 1,05 | 117,47 | 12590,11 | 1,10 |
| 40 | 112,42 | 112,42 | 0,87 | 1,15 | 129,02 | 12637,51 | 1,32 |
| 41 | 112,42 | 112,42 | 0,90 | 1,26 | 141,84 | 12637,51 | 1,59 |
| 42 | 156,38 | 156,38 | 0,92 | 1,40 | 218,16 | 24453,45 | 1,95 |
| 43 | 157,43 | 157,43 | 0,94 | 1,56 | 245,47 | 24785,25 | 2,43 |
| 44 | 179,92 | 179,92 | 0,96 | 1,78 | 320,46 | 32370,01 | 3,17 |
| 45 | 224,79 | 224,79 | 0,98 | 2,16 | 485,36 | 50531,52 | 4,66 |
| Total | 2463,738 | 2463,74 | 22,50 | 0,00 | 1728,38 | 235726,00 | 41,45 |
| <i>Index Of fit</i> | | | | | 0,845 | | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi normal diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* untuk komponen sensor sensitif adalah 0,845.

Berikut adalah contoh perhitungannya.

$$- X_i = t_i = 20,61$$

$$- F(t_i) = \frac{i-0.3}{n+0.4} = \frac{1-0.3}{45+0.4} = 0,02$$

$$- Y_i = Z_i = \Phi^{-1}[F(t_i)] = \Phi^{-1}[0,02] = -2,16 \text{ (dari tabel Z distribusi normal)}$$

$$-r = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} = \frac{45(1728,28) - (2463,74)(-0,00)}{\sqrt{[45(235726) - (2463,74)^2][45(41,45) - (0,00)^2]}}$$

$$= \frac{77777,13}{91996,89} = 0,845$$

4. Distribusi Eksponensial

Rekapitulasi perhitungan *index of fit* dengan distribusi Eksponensial dapat dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4. 12 Rekapitulasi perhitungan *Index of fit* distribusi Eksponensial

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-------------|----------|-------|-------------|---------|-------|
| 1 | 20,61 | 20,61 | 0,02 | 0,02 | 0,32 | 424,85 | 0,00 |
| 2 | 21,49 | 21,49 | 0,04 | 0,04 | 0,82 | 461,70 | 0,00 |
| 3 | 22,12 | 22,12 | 0,06 | 0,06 | 1,36 | 489,15 | 0,00 |
| 4 | 22,14 | 22,14 | 0,08 | 0,09 | 1,88 | 490,15 | 0,01 |
| 5 | 22,17 | 22,17 | 0,10 | 0,11 | 2,42 | 491,36 | 0,01 |
| 6 | 22,20 | 22,20 | 0,13 | 0,13 | 2,98 | 492,84 | 0,02 |
| 7 | 22,25 | 22,25 | 0,15 | 0,16 | 3,55 | 494,94 | 0,03 |
| 8 | 22,25 | 22,25 | 0,17 | 0,19 | 4,14 | 495,06 | 0,03 |
| 9 | 22,30 | 22,30 | 0,19 | 0,21 | 4,74 | 497,29 | 0,05 |
| 10 | 22,31 | 22,31 | 0,21 | 0,24 | 5,36 | 497,85 | 0,06 |
| 11 | 22,32 | 22,32 | 0,24 | 0,27 | 6,00 | 498,03 | 0,07 |
| 12 | 22,32 | 22,32 | 0,26 | 0,30 | 6,65 | 498,06 | 0,09 |
| 13 | 22,33 | 22,33 | 0,28 | 0,33 | 7,33 | 498,82 | 0,11 |
| 14 | 22,35 | 22,35 | 0,30 | 0,36 | 8,03 | 499,63 | 0,13 |
| 15 | 22,36 | 22,36 | 0,32 | 0,39 | 8,75 | 499,95 | 0,15 |
| 16 | 22,37 | 22,37 | 0,35 | 0,42 | 9,49 | 500,27 | 0,18 |
| 17 | 22,38 | 22,38 | 0,37 | 0,46 | 10,27 | 501,01 | 0,21 |
| 18 | 22,40 | 22,40 | 0,39 | 0,49 | 11,07 | 501,59 | 0,24 |
| 19 | 22,43 | 22,43 | 0,41 | 0,53 | 11,91 | 503,25 | 0,28 |
| 20 | 22,43 | 22,43 | 0,43 | 0,57 | 12,77 | 503,25 | 0,32 |
| 21 | 22,43 | 22,43 | 0,46 | 0,61 | 13,66 | 503,25 | 0,37 |
| 22 | 44,05 | 44,05 | 0,48 | 0,65 | 28,63 | 1940,39 | 0,42 |
| 23 | 44,85 | 44,85 | 0,50 | 0,69 | 31,09 | 2011,52 | 0,48 |
| 24 | 44,87 | 44,87 | 0,52 | 0,74 | 33,12 | 2013,02 | 0,54 |
| 25 | 44,90 | 44,90 | 0,54 | 0,79 | 35,26 | 2016,01 | 0,62 |
| 26 | 44,90 | 44,90 | 0,57 | 0,83 | 37,49 | 2016,01 | 0,70 |
| 27 | 44,90 | 44,90 | 0,59 | 0,89 | 39,83 | 2016,32 | 0,79 |
| 28 | 44,93 | 44,93 | 0,61 | 0,94 | 42,32 | 2019,00 | 0,89 |
| 29 | 44,93 | 44,93 | 0,63 | 1,00 | 44,94 | 2019,00 | 1,00 |
| 30 | 44,95 | 44,95 | 0,65 | 1,06 | 47,73 | 2020,50 | 1,13 |
| 31 | 44,96 | 44,96 | 0,68 | 1,13 | 50,70 | 2021,54 | 1,27 |
| 32 | 67,27 | 67,27 | 0,70 | 1,20 | 80,59 | 4524,65 | 1,44 |

| | | | | | | | |
|----|-------|-------|------|------|--------|---------|------|
| 33 | 67,35 | 67,35 | 0,72 | 1,27 | 85,80 | 4536,11 | 1,62 |
| 34 | 67,41 | 67,41 | 0,74 | 1,36 | 91,40 | 4543,86 | 1,84 |
| 35 | 67,42 | 67,42 | 0,76 | 1,45 | 97,44 | 4545,01 | 2,09 |
| 36 | 67,42 | 67,42 | 0,79 | 1,54 | 104,05 | 4545,01 | 2,38 |
| 37 | 67,43 | 67,43 | 0,81 | 1,65 | 111,41 | 4547,25 | 2,73 |

Lanjutan Tabel 4. 12 Perhitungan *Index of fit* distribusi Ekspensial

| <i>i</i> | <i>t_i</i> | <i>x_i = t_i</i> | <i>F(t_i)</i> | <i>y_i</i> | <i>x_i * y_i</i> | <i>x²</i> | <i>y²</i> |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| 38 | 89,68 | 89,68 | 0,83 | 1,77 | 159,12 | 8043,10 | 3,15 |
| 39 | 112,21 | 112,21 | 0,85 | 1,91 | 214,69 | 12590,11 | 3,66 |
| 40 | 112,42 | 112,42 | 0,87 | 2,08 | 233,27 | 12637,51 | 4,31 |
| 41 | 112,42 | 112,42 | 0,90 | 2,27 | 254,96 | 12637,51 | 5,14 |
| 42 | 156,38 | 156,38 | 0,92 | 2,51 | 392,06 | 24453,45 | 6,29 |
| 43 | 157,43 | 157,43 | 0,94 | 2,82 | 444,32 | 24785,25 | 7,97 |
| 44 | 179,92 | 179,92 | 0,96 | 3,28 | 591,01 | 32370,01 | 10,79 |
| 45 | 224,79 | 224,79 | 0,98 | 4,17 | 937,87 | 50531,52 | 17,41 |
| Total | 2463,74 | 2463,74 | 22,5 | 43,98 | 4322,59 | 235726,00 | 81,01 |
| <i>index of fit</i> | | | | 0,029775189 | | | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi eksponensial diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* untuk komponen sensor sensitif adalah 0,298.

Adapun perhitungannya dapat dilihat sebagai berikut.

$$- X_i = t_i = 20,61$$

$$- F(t_i) = \frac{i-0.3}{n+0.4} = \frac{1-0.3}{45+0.4} = 0,02$$

$$- Y_i = \ln\left(\frac{1}{1-F(t_i)}\right) = \ln\left(\frac{1}{(1-0,02)}\right) = 0,02$$

$$- r = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} = \frac{45(4322,59) - (2463,74)(43,98)}{\sqrt{[45(235726) - (2463,74)^2][45(81,01) - (43,98)^2]}}$$

$$= \frac{86163,06}{28937875,29} = 0,029$$

4.2.3.2 Perhitungan *Index of Fit* untuk TTF komponen *Rel Capper*

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan jenis distribusi. Dari hasil perhitungan ini maka dapat diketahui distribusi mana yang hendak akan di pakai dalam perhitungan keandalan dan penentuan interval waktu perawatan. Perhitungan *index of fit* untuk komponen *Rel Capper* dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Distribusi Weibull

Tahap ini menghitung *index of fit* untuk komponen *Rel Capper* menggunakan distribusi weibull. Rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* menggunakan distribusi weibull yadng dapat dilihat pada Tabel 4.13

Tabel 4. 13 Perhitungan *index of fit* untuk komponen *Reli Capper* weibull

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 22,29 | 3,10 | 0,04 | -3,25 | -10,09 | 9,64 | 10,56 |
| 2 | 22,30 | 3,10 | 0,09 | -2,33 | -7,24 | 9,64 | 5,45 |
| 3 | 22,40 | 3,11 | 0,15 | -1,84 | -5,72 | 9,67 | 3,39 |

.Lanjutan Tabel 4. 13 Perhitungan *index of fit* komponen *Reli Capper* weibull

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|----------|-----------------|----------|-------|-------------|--------|-------|
| 4 | 22,40 | 3,11 | 0,20 | -1,49 | -4,64 | 9,67 | 2,23 |
| 5 | 44,90 | 3,80 | 0,26 | -1,22 | -4,64 | 14,47 | 1,49 |
| 6 | 44,95 | 3,81 | 0,31 | -0,99 | -3,78 | 14,48 | 0,98 |
| 7 | 44,95 | 3,81 | 0,36 | -0,79 | -3,02 | 14,48 | 0,63 |
| 8 | 67,37 | 4,21 | 0,42 | -0,61 | -2,58 | 17,73 | 0,37 |
| 9 | 67,40 | 4,21 | 0,47 | -0,45 | -1,88 | 17,73 | 0,20 |
| 10 | 157,30 | 5,06 | 0,53 | -0,29 | -1,46 | 25,58 | 0,08 |
| 11 | 157,42 | 5,06 | 0,58 | -0,14 | -0,70 | 25,59 | 0,02 |
| 12 | 157,45 | 5,06 | 0,64 | 0,01 | 0,05 | 25,59 | 0,00 |
| 13 | 157,47 | 5,06 | 0,69 | 0,16 | 0,80 | 25,60 | 0,03 |
| 14 | 179,95 | 5,19 | 0,74 | 0,31 | 1,61 | 26,96 | 0,10 |
| 15 | 179,98 | 5,19 | 0,80 | 0,47 | 2,45 | 26,97 | 0,22 |
| 16 | 202,47 | 5,31 | 0,85 | 0,65 | 3,46 | 28,20 | 0,42 |
| 17 | 314,77 | 5,75 | 0,91 | 0,87 | 4,99 | 33,08 | 0,75 |
| 18 | 607,37 | 6,41 | 0,96 | 1,18 | 7,59 | 41,08 | 1,40 |
| Total | 2473,143 | 80,36 | 9,00 | -9,75 | -24,78 | 376,16 | 28,33 |
| <i>index of fit</i> | | | | | 0,935 | | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi weibull diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* untuk komponen *Reli Capper* adalah 0,935

2. Distribusi Lognormal

Tahap ini menghitung *index of fit* untuk komponen *Reli Capper* menggunakan distribusi Lognormal. Rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* untuk *Reli Capper* dapat dilihat pada tabel 4.14

Tabel 4. 14 Rekapitulasi perhitungan *index of fit* untuk komponen *Reli Capper* Lognormal

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 22,29 | 3,10 | 0,04 | -1,77 | -5,51 | 9,64 | 3,15 |
| 2 | 22,30 | 3,10 | 0,09 | -1,33 | -4,12 | 9,64 | 1,76 |
| 3 | 22,40 | 3,11 | 0,15 | -1,05 | -3,27 | 9,67 | 1,10 |
| 4 | 22,40 | 3,11 | 0,20 | -0,84 | -2,60 | 9,67 | 0,70 |
| 5 | 44,90 | 3,80 | 0,26 | -0,66 | -2,50 | 14,47 | 0,43 |
| 6 | 44,95 | 3,81 | 0,31 | -0,50 | -1,89 | 14,48 | 0,25 |
| 7 | 44,95 | 3,81 | 0,36 | -0,35 | -1,32 | 14,48 | 0,12 |
| 8 | 67,37 | 4,21 | 0,42 | -0,21 | -0,87 | 17,73 | 0,04 |

| | | | | | | | |
|----|--------|------|------|-------|-------|-------|------|
| 9 | 67,40 | 4,21 | 0,47 | -0,07 | -0,29 | 17,73 | 0,00 |
| 10 | 157,30 | 5,06 | 0,53 | 0,07 | 0,34 | 25,58 | 0,00 |
| 11 | 157,42 | 5,06 | 0,58 | 0,21 | 1,04 | 25,59 | 0,04 |
| 12 | 157,45 | 5,06 | 0,64 | 0,35 | 1,76 | 25,59 | 0,12 |

Lanjutan Tabel 4. 14 Rekapitulasi perhitungan *index of fit* komponen *Rell Capper* Lognormal

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|---------|-----------------|----------|-------|-------------|--------|-------|
| 13 | 157,47 | 5,06 | 0,69 | 0,50 | 2,51 | 25,60 | 0,25 |
| 14 | 179,95 | 5,19 | 0,74 | 0,66 | 3,41 | 26,96 | 0,43 |
| 15 | 179,98 | 5,19 | 0,80 | 0,84 | 4,35 | 26,97 | 0,70 |
| 16 | 202,47 | 5,31 | 0,85 | 1,05 | 5,58 | 28,20 | 1,10 |
| 17 | 314,77 | 5,75 | 0,91 | 1,33 | 7,63 | 33,08 | 1,76 |
| 18 | 607,37 | 6,41 | 0,96 | 1,77 | 11,37 | 41,08 | 3,15 |
| Total | 2473,14 | 80,36 | 9 | 0 | 15,63 | 376,16 | 15,11 |
| <i>index of fit</i> | | | | | 0,963 | | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi Lognormal diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* untuk komponen *Rell Capper* adalah 0,963.

3. Distribusi Normal

Tahap ini menghitung *index of fit* untuk komponen *Rell Capper* menggunakan distribusi normal. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15 Perhitungan *index of fit* untuk komponen *Rell Capper* Normal

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|--------|-------------|----------|-------|-------------|-----------|-------|
| 1 | 22,29 | 22,29 | 0,04 | -1,77 | -39,54 | 496,93 | 3,15 |
| 2 | 22,30 | 22,30 | 0,09 | -1,33 | -29,57 | 497,29 | 1,76 |
| 3 | 22,40 | 22,40 | 0,15 | -1,05 | -23,53 | 501,60 | 1,10 |
| 4 | 22,40 | 22,40 | 0,20 | -0,84 | -18,77 | 501,86 | 0,70 |
| 5 | 44,90 | 44,90 | 0,26 | -0,66 | -29,52 | 2016,01 | 0,43 |
| 6 | 44,95 | 44,95 | 0,31 | -0,50 | -22,32 | 2020,50 | 0,25 |
| 7 | 44,95 | 44,95 | 0,36 | -0,35 | -15,62 | 2020,77 | 0,12 |
| 8 | 67,37 | 67,37 | 0,42 | -0,21 | -13,86 | 4538,27 | 0,04 |
| 9 | 67,40 | 67,40 | 0,47 | -0,07 | -4,59 | 4542,76 | 0,00 |
| 10 | 157,30 | 157,30 | 0,53 | 0,07 | 10,72 | 24743,29 | 0,00 |
| 11 | 157,42 | 157,42 | 0,58 | 0,21 | 32,40 | 24782,53 | 0,04 |
| 12 | 157,45 | 157,45 | 0,64 | 0,35 | 54,70 | 24790,55 | 0,12 |
| 13 | 157,47 | 157,47 | 0,69 | 0,50 | 78,18 | 24798,06 | 0,25 |
| 14 | 179,95 | 179,95 | 0,74 | 0,66 | 118,31 | 32382,00 | 0,43 |
| 15 | 179,98 | 179,98 | 0,80 | 0,84 | 150,78 | 32394,00 | 0,70 |
| 16 | 202,47 | 202,47 | 0,85 | 1,05 | 212,70 | 40992,75 | 1,10 |
| 17 | 314,77 | 314,77 | 0,91 | 1,33 | 417,44 | 99078,26 | 1,76 |
| 18 | 607,37 | 607,37 | 0,96 | 1,77 | 1077,38 | 368894,27 | 3,15 |

| | | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|---|-------|---------|-----------|-------|
| Total | 2473,14 | 2473,14 | 9 | 0 | 1955,29 | 689991,71 | 15,11 |
| <i>index of fit</i> | | | | 0,850 | | | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi normal diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* untuk komponen *Rell Capper* adalah 0,850.

4. Distribusi Eksponensial

Rekapitulasi perhitungan *index of fit* dengan distribusi Eksponensial yang dapat dilihat pada Tabel 4.16

Tabel 4. 16 Rekapitulasi perhitungan *index of fit* untuk komponen *Rell Capper* Eksponensial

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|---------|-------------|----------|-------|-------------|-----------|-------|
| 1 | 22,60 | 22,60 | 0,04 | 0,04 | 0,88 | 510,65 | 0,00 |
| 2 | 22,60 | 22,60 | 0,09 | 0,10 | 2,19 | 510,93 | 0,01 |
| 3 | 22,70 | 22,70 | 0,15 | 0,16 | 3,60 | 515,29 | 0,03 |
| 4 | 22,71 | 22,71 | 0,20 | 0,22 | 5,10 | 515,66 | 0,05 |
| 5 | 45,05 | 45,05 | 0,26 | 0,29 | 13,29 | 2029,23 | 0,09 |
| 6 | 45,05 | 45,05 | 0,31 | 0,37 | 16,70 | 2029,50 | 0,14 |
| 7 | 45,10 | 45,10 | 0,36 | 0,45 | 20,42 | 2034,01 | 0,20 |
| 8 | 67,60 | 67,60 | 0,42 | 0,54 | 36,65 | 4569,76 | 0,29 |
| 9 | 67,63 | 67,63 | 0,47 | 0,64 | 43,30 | 4574,27 | 0,41 |
| 10 | 157,53 | 157,53 | 0,53 | 0,75 | 117,99 | 24814,44 | 0,56 |
| 11 | 157,55 | 157,55 | 0,58 | 0,87 | 137,25 | 24821,95 | 0,76 |
| 12 | 157,58 | 157,58 | 0,64 | 1,01 | 159,19 | 24829,99 | 1,02 |
| 13 | 157,70 | 157,70 | 0,69 | 1,17 | 184,81 | 24869,29 | 1,37 |
| 14 | 180,02 | 180,02 | 0,74 | 1,36 | 245,68 | 32406,00 | 1,86 |
| 15 | 180,05 | 180,05 | 0,80 | 1,60 | 288,80 | 32418,00 | 2,57 |
| 16 | 202,53 | 202,53 | 0,85 | 1,92 | 388,68 | 41019,75 | 3,68 |
| 17 | 315,23 | 315,23 | 0,91 | 2,38 | 750,80 | 99371,84 | 5,67 |
| 18 | 607,63 | 607,63 | 0,96 | 3,27 | 1986,37 | 369218,27 | 10,69 |
| Total | 2476,86 | 2476,86 | 9 | 17,16 | 4401,69 | 691058,84 | 29,41 |
| <i>index of fit</i> | | | | 0,954 | | | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi eksponensial diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* untuk komponen *Rell Capper* adalah 0,954.

4.2.3.3 Perhitungan *Index of Fit* Untuk TTR Komponen Sensor sensitif

1. Distribusi Weibull

Rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* untuk data TTR menggunakan distribusi weibull dapat dilihat pada Tabel 4.17

Tabel 4. 17 Perhitungan *index of fit* untuk komponen Sensor sensitif

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
|-----|-------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|

| | | | | | | | |
|---|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,04 | -3,26 | 0,02 | -4,16 | 13,56 | 10,61 | 17,34 |
| 2 | 0,05 | -3,00 | 0,04 | -3,27 | 9,78 | 8,97 | 10,67 |
| 3 | 0,07 | -2,71 | 0,06 | -2,79 | 7,56 | 7,33 | 7,79 |
| 4 | 0,07 | -2,71 | 0,08 | -2,46 | 6,68 | 7,33 | 6,08 |
| 5 | 0,07 | -2,71 | 0,10 | -2,21 | 6,00 | 7,33 | 4,90 |
| 6 | 0,07 | -2,71 | 0,13 | -2,01 | 5,44 | 7,33 | 4,03 |

Tabel 4. 17 Perhitungan *index of fit* untuk komponen Sensor sensitif

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 7 | 0,07 | -2,71 | 0,15 | -1,83 | 4,97 | 7,33 | 3,37 |
| 8 | 0,07 | -2,71 | 0,17 | -1,68 | 4,56 | 7,33 | 2,83 |
| 9 | 0,07 | -2,71 | 0,19 | -1,55 | 4,19 | 7,33 | 2,40 |
| 10 | 0,08 | -2,48 | 0,21 | -1,43 | 3,54 | 6,17 | 2,03 |
| 11 | 0,08 | -2,48 | 0,24 | -1,31 | 3,26 | 6,17 | 1,73 |
| 12 | 0,08 | -2,48 | 0,26 | -1,21 | 3,01 | 6,17 | 1,47 |
| 13 | 0,08 | -2,48 | 0,28 | -1,11 | 2,77 | 6,17 | 1,24 |
| 14 | 0,08 | -2,48 | 0,30 | -1,02 | 2,54 | 6,17 | 1,05 |
| 15 | 0,09 | -2,39 | 0,32 | -0,94 | 2,24 | 5,70 | 0,88 |
| 16 | 0,10 | -2,34 | 0,35 | -0,86 | 2,00 | 5,47 | 0,73 |
| 17 | 0,10 | -2,30 | 0,37 | -0,78 | 1,79 | 5,30 | 0,61 |
| 18 | 0,10 | -2,30 | 0,39 | -0,71 | 1,62 | 5,30 | 0,50 |
| 19 | 0,10 | -2,26 | 0,41 | -0,63 | 1,43 | 5,13 | 0,40 |
| 20 | 0,12 | -2,15 | 0,43 | -0,56 | 1,21 | 4,62 | 0,32 |
| 21 | 0,13 | -2,01 | 0,46 | -0,50 | 1,00 | 4,06 | 0,25 |
| 22 | 0,13 | -2,01 | 0,48 | -0,43 | 0,87 | 4,06 | 0,19 |
| 23 | 0,14 | -1,96 | 0,50 | -0,37 | 0,72 | 3,86 | 0,13 |
| 24 | 0,15 | -1,91 | 0,52 | -0,30 | 0,58 | 3,66 | 0,09 |
| 25 | 0,15 | -1,90 | 0,54 | -0,24 | 0,46 | 3,62 | 0,06 |
| 26 | 0,15 | -1,90 | 0,57 | -0,18 | 0,34 | 3,60 | 0,03 |
| 27 | 0,17 | -1,80 | 0,59 | -0,12 | 0,22 | 3,23 | 0,01 |
| 28 | 0,18 | -1,70 | 0,61 | -0,06 | 0,10 | 2,89 | 0,00 |
| 29 | 0,18 | -1,70 | 0,63 | 0,00 | 0,00 | 2,88 | 0,00 |
| 30 | 0,19 | -1,67 | 0,65 | 0,06 | -0,10 | 2,80 | 0,00 |
| 31 | 0,20 | -1,61 | 0,68 | 0,12 | -0,19 | 2,59 | 0,01 |
| 32 | 0,21 | -1,57 | 0,70 | 0,18 | -0,28 | 2,47 | 0,03 |
| 33 | 0,23 | -1,45 | 0,72 | 0,24 | -0,35 | 2,10 | 0,06 |
| 34 | 0,25 | -1,39 | 0,74 | 0,30 | -0,42 | 1,92 | 0,09 |
| 35 | 0,25 | -1,38 | 0,76 | 0,37 | -0,51 | 1,89 | 0,14 |
| 36 | 0,29 | -1,22 | 0,79 | 0,43 | -0,53 | 1,50 | 0,19 |
| 37 | 0,30 | -1,20 | 0,81 | 0,50 | -0,60 | 1,45 | 0,25 |
| 38 | 0,32 | -1,15 | 0,83 | 0,57 | -0,66 | 1,32 | 0,33 |
| 39 | 0,33 | -1,10 | 0,85 | 0,65 | -0,71 | 1,21 | 0,42 |
| 40 | 0,36 | -1,02 | 0,87 | 0,73 | -0,74 | 1,04 | 0,53 |
| 41 | 0,38 | -0,96 | 0,90 | 0,82 | -0,79 | 0,92 | 0,67 |
| 42 | 0,95 | -0,05 | 0,92 | 0,92 | -0,05 | 0,00 | 0,84 |
| 43 | 1,01 | 0,01 | 0,94 | 1,04 | 0,01 | 0,00 | 1,08 |
| 44 | 1,12 | 0,12 | 0,96 | 1,19 | 0,14 | 0,01 | 1,41 |

| | | | | | | | |
|---------------------|-----------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 45 | 1,89 | 0,64 | 0,98 | 1,43 | 0,91 | 0,40 | 2,04 |
| Total | 11,262167 | -83,29 | 22,50 | -25,18 | 87,58 | 186,80 | 79,24 |
| <i>Index of fit</i> | | | | | | 0,888 | |

Berdasarkan hasil perhitungan distribusi weibull diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai *index of fit* dari data TTR untuk komponen sensor sensitif adalah 0,888.

2. Distribusi Lognormal

Tahap ini menghitung *index of fit* dari data TTR untuk komponen sensor sensitif menggunakan distribusi Lognormal. Rekapitulasi perhitungan *index of fit* dapat dilihat pada table 4.18

Tabel 4. 18 rekapitulasi perhitungan index of fit menggunakan distribusi Lognormal

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 0,04 | -3,26 | 0,02 | -2,16 | 7,03 | 10,61 | 4,66 |
| 2 | 0,05 | -3,00 | 0,04 | -1,78 | 5,34 | 8,97 | 3,17 |
| 3 | 0,07 | -2,71 | 0,06 | -1,56 | 4,22 | 7,33 | 2,43 |
| 4 | 0,07 | -2,71 | 0,08 | -1,40 | 3,78 | 7,33 | 1,95 |
| 5 | 0,07 | -2,71 | 0,10 | -1,26 | 3,42 | 7,33 | 1,59 |
| 6 | 0,07 | -2,71 | 0,13 | -1,15 | 3,11 | 7,33 | 1,32 |
| 7 | 0,07 | -2,71 | 0,15 | -1,05 | 2,84 | 7,33 | 1,10 |
| 8 | 0,07 | -2,71 | 0,17 | -0,96 | 2,59 | 7,33 | 0,91 |
| 9 | 0,07 | -2,71 | 0,19 | -0,87 | 2,36 | 7,33 | 0,76 |
| 10 | 0,08 | -2,48 | 0,21 | -0,79 | 1,97 | 6,17 | 0,63 |
| 11 | 0,08 | -2,48 | 0,24 | -0,72 | 1,79 | 6,17 | 0,52 |
| 12 | 0,08 | -2,48 | 0,26 | -0,65 | 1,62 | 6,17 | 0,42 |
| 13 | 0,08 | -2,48 | 0,28 | -0,58 | 1,45 | 6,17 | 0,34 |
| 14 | 0,08 | -2,48 | 0,30 | -0,52 | 1,29 | 6,17 | 0,27 |
| 15 | 0,09 | -2,39 | 0,32 | -0,46 | 1,09 | 5,70 | 0,21 |
| 16 | 0,10 | -2,34 | 0,35 | -0,40 | 0,93 | 5,47 | 0,16 |
| 17 | 0,10 | -2,30 | 0,37 | -0,34 | 0,78 | 5,30 | 0,11 |
| 18 | 0,10 | -2,30 | 0,39 | -0,28 | 0,64 | 5,30 | 0,08 |
| 19 | 0,10 | -2,26 | 0,41 | -0,22 | 0,50 | 5,13 | 0,05 |
| 20 | 0,12 | -2,15 | 0,43 | -0,17 | 0,36 | 4,62 | 0,03 |
| 21 | 0,13 | -2,01 | 0,46 | -0,11 | 0,22 | 4,06 | 0,01 |
| 22 | 0,13 | -2,01 | 0,48 | -0,06 | 0,11 | 4,06 | 0,00 |
| 23 | 0,14 | -1,96 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 3,86 | 0,00 |
| 24 | 0,15 | -1,91 | 0,52 | 0,06 | -0,11 | 3,66 | 0,00 |
| 25 | 0,15 | -1,90 | 0,54 | 0,11 | -0,21 | 3,62 | 0,01 |
| 26 | 0,15 | -1,90 | 0,57 | 0,17 | -0,32 | 3,60 | 0,03 |
| 27 | 0,17 | -1,80 | 0,59 | 0,22 | -0,40 | 3,23 | 0,05 |
| 28 | 0,18 | -1,70 | 0,61 | 0,28 | -0,48 | 2,89 | 0,08 |
| 29 | 0,18 | -1,70 | 0,63 | 0,34 | -0,57 | 2,88 | 0,11 |
| 30 | 0,19 | -1,67 | 0,65 | 0,40 | -0,66 | 2,80 | 0,16 |

| | | | | | | | |
|----|------|-------|------|------|-------|------|------|
| 31 | 0,20 | -1,61 | 0,68 | 0,46 | -0,74 | 2,59 | 0,21 |
| 32 | 0,21 | -1,57 | 0,70 | 0,52 | -0,82 | 2,47 | 0,27 |
| 33 | 0,23 | -1,45 | 0,72 | 0,58 | -0,85 | 2,10 | 0,34 |
| 34 | 0,25 | -1,39 | 0,74 | 0,65 | -0,90 | 1,92 | 0,42 |
| 35 | 0,25 | -1,38 | 0,76 | 0,72 | -0,99 | 1,89 | 0,52 |
| 36 | 0,29 | -1,22 | 0,79 | 0,79 | -0,97 | 1,50 | 0,63 |

Lanjutan Tabel 4. 18 Rekapitulasi perhitungan *index of fit* distribusi Lognormal

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|---------|-----------------|----------|-------|-------------|--------|-------|
| 37 | 0,30 | -1,20 | 0,81 | 0,87 | -1,05 | 1,45 | 0,76 |
| 38 | 0,32 | -1,15 | 0,83 | 0,96 | -1,10 | 1,32 | 0,91 |
| 39 | 0,33 | -1,10 | 0,85 | 1,05 | -1,15 | 1,21 | 1,10 |
| 40 | 0,36 | -1,02 | 0,87 | 1,15 | -1,17 | 1,04 | 1,32 |
| 41 | 0,38 | -0,96 | 0,90 | 1,26 | -1,21 | 0,92 | 1,59 |
| 42 | 0,95 | -0,05 | 0,92 | 1,40 | -0,07 | 0,00 | 1,95 |
| 43 | 1,01 | 0,01 | 0,94 | 1,56 | 0,02 | 0,00 | 2,43 |
| 44 | 1,12 | 0,12 | 0,96 | 1,78 | 0,21 | 0,01 | 3,17 |
| 45 | 1,89 | 0,64 | 0,98 | 2,16 | 1,37 | 0,40 | 4,66 |
| Total | 11,2622 | -83,286 | 22,5 | 0,00 | 35,28 | 186,80 | 41,45 |
| <i>Index Of fit</i> | | | | | | 0,959 | |

3. Distribusi Normal

Tahap ini menghitung *index of fit* dari data TTR untuk komponen sensor sensitif menggunakan distribusi normal. Berikut adalah hasil rekapitulasi perhitungan *index of fit* distribusi normal yang dapat dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4. 19 Rekapitulasi perhitungan *index of fit* distribusi normal

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | -2,16 | -0,08 | 0,00 | 4,66 |
| 2 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | -1,78 | -0,09 | 0,00 | 3,17 |
| 3 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | -1,56 | -0,10 | 0,00 | 2,43 |
| 4 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | -1,40 | -0,09 | 0,00 | 1,95 |
| 5 | 0,07 | 0,07 | 0,10 | -1,26 | -0,08 | 0,00 | 1,59 |
| 6 | 0,07 | 0,07 | 0,13 | -1,15 | -0,08 | 0,00 | 1,32 |
| 7 | 0,07 | 0,07 | 0,15 | -1,05 | -0,07 | 0,00 | 1,10 |
| 8 | 0,07 | 0,07 | 0,17 | -0,96 | -0,06 | 0,00 | 0,91 |
| 9 | 0,07 | 0,07 | 0,19 | -0,87 | -0,06 | 0,00 | 0,76 |
| 10 | 0,08 | 0,08 | 0,21 | -0,79 | -0,07 | 0,01 | 0,63 |
| 11 | 0,08 | 0,08 | 0,24 | -0,72 | -0,06 | 0,01 | 0,52 |
| 12 | 0,08 | 0,08 | 0,26 | -0,65 | -0,05 | 0,01 | 0,42 |
| 13 | 0,08 | 0,08 | 0,28 | -0,58 | -0,05 | 0,01 | 0,34 |
| 14 | 0,08 | 0,08 | 0,30 | -0,52 | -0,04 | 0,01 | 0,27 |
| 15 | 0,09 | 0,09 | 0,32 | -0,46 | -0,04 | 0,01 | 0,21 |
| 16 | 0,10 | 0,10 | 0,35 | -0,40 | -0,04 | 0,01 | 0,16 |

| | | | | | | | |
|----|------|------|------|-------|-------|------|------|
| 17 | 0,10 | 0,10 | 0,37 | -0,34 | -0,03 | 0,01 | 0,11 |
| 18 | 0,10 | 0,10 | 0,39 | -0,28 | -0,03 | 0,01 | 0,08 |
| 19 | 0,10 | 0,10 | 0,41 | -0,22 | -0,02 | 0,01 | 0,05 |
| 20 | 0,12 | 0,12 | 0,43 | -0,17 | -0,02 | 0,01 | 0,03 |
| 21 | 0,13 | 0,13 | 0,46 | -0,11 | -0,01 | 0,02 | 0,01 |
| 22 | 0,13 | 0,13 | 0,48 | -0,06 | -0,01 | 0,02 | 0,00 |

Lanjutan Tabel 4. 19 Rekapitulasi perhitungan *index of fit* distribusi normal

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|----------|-------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 23 | 0,14 | 0,14 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| 24 | 0,15 | 0,15 | 0,52 | 0,06 | 0,01 | 0,02 | 0,00 |
| 25 | 0,15 | 0,15 | 0,54 | 0,11 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 26 | 0,15 | 0,15 | 0,57 | 0,17 | 0,02 | 0,02 | 0,03 |
| 27 | 0,17 | 0,17 | 0,59 | 0,22 | 0,04 | 0,03 | 0,05 |
| 28 | 0,18 | 0,18 | 0,61 | 0,28 | 0,05 | 0,03 | 0,08 |
| 29 | 0,18 | 0,18 | 0,63 | 0,34 | 0,06 | 0,03 | 0,11 |
| 30 | 0,19 | 0,19 | 0,65 | 0,40 | 0,07 | 0,04 | 0,16 |
| 31 | 0,20 | 0,20 | 0,68 | 0,46 | 0,09 | 0,04 | 0,21 |
| 32 | 0,21 | 0,21 | 0,70 | 0,52 | 0,11 | 0,04 | 0,27 |
| 33 | 0,23 | 0,23 | 0,72 | 0,58 | 0,14 | 0,05 | 0,34 |
| 34 | 0,25 | 0,25 | 0,74 | 0,65 | 0,16 | 0,06 | 0,42 |
| 35 | 0,25 | 0,25 | 0,76 | 0,72 | 0,18 | 0,06 | 0,52 |
| 36 | 0,29 | 0,29 | 0,79 | 0,79 | 0,23 | 0,09 | 0,63 |
| 37 | 0,30 | 0,30 | 0,81 | 0,87 | 0,26 | 0,09 | 0,76 |
| 38 | 0,32 | 0,32 | 0,83 | 0,96 | 0,30 | 0,10 | 0,91 |
| 39 | 0,33 | 0,33 | 0,85 | 1,05 | 0,35 | 0,11 | 1,10 |
| 40 | 0,36 | 0,36 | 0,87 | 1,15 | 0,41 | 0,13 | 1,32 |
| 41 | 0,38 | 0,38 | 0,90 | 1,26 | 0,48 | 0,15 | 1,59 |
| 42 | 0,95 | 0,95 | 0,92 | 1,40 | 1,33 | 0,90 | 1,95 |
| 43 | 1,01 | 1,01 | 0,94 | 1,56 | 1,58 | 1,03 | 2,43 |
| 44 | 1,12 | 1,12 | 0,96 | 1,78 | 2,00 | 1,26 | 3,17 |
| 45 | 1,89 | 1,89 | 0,98 | 2,16 | 4,08 | 3,57 | 4,66 |
| Total | 11,26217 | 11,26 | 22,50 | 0,00 | 10,78 | 8,07 | 41,45 |
| <i>Index of fit</i> | | | | | | 0,731 | |

4. Distribusi Eksponensial

Berikut ini adalah rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* pada data TTR komponen sensor sensitive menggunakan distribusi eksponensial yang dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Hasil perhitungan nilai *Index of fit* distribusi eksponensial

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| 2 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| 5 | 0,07 | 0,07 | 0,10 | 0,11 | 0,01 | 0,00 | 0,01 |
| 6 | 0,07 | 0,07 | 0,13 | 0,13 | 0,01 | 0,00 | 0,02 |
| 7 | 0,07 | 0,07 | 0,15 | 0,16 | 0,01 | 0,00 | 0,03 |

Lanjutan Tabel 4. 20 Perhitungan nilai *Index of fit* distribusi eksponensial

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 8 | 0,07 | 0,07 | 0,17 | 0,19 | 0,01 | 0,00 | 0,03 |
| 9 | 0,07 | 0,07 | 0,19 | 0,21 | 0,01 | 0,00 | 0,05 |
| 10 | 0,08 | 0,08 | 0,21 | 0,24 | 0,02 | 0,01 | 0,06 |
| 11 | 0,08 | 0,08 | 0,24 | 0,27 | 0,02 | 0,01 | 0,07 |
| 12 | 0,08 | 0,08 | 0,26 | 0,30 | 0,02 | 0,01 | 0,09 |
| 13 | 0,08 | 0,08 | 0,28 | 0,33 | 0,03 | 0,01 | 0,11 |
| 14 | 0,08 | 0,08 | 0,30 | 0,36 | 0,03 | 0,01 | 0,13 |
| 15 | 0,09 | 0,09 | 0,32 | 0,39 | 0,04 | 0,01 | 0,15 |
| 16 | 0,10 | 0,10 | 0,35 | 0,42 | 0,04 | 0,01 | 0,18 |
| 17 | 0,10 | 0,10 | 0,37 | 0,46 | 0,05 | 0,01 | 0,21 |
| 18 | 0,10 | 0,10 | 0,39 | 0,49 | 0,05 | 0,01 | 0,24 |
| 19 | 0,10 | 0,10 | 0,41 | 0,53 | 0,06 | 0,01 | 0,28 |
| 20 | 0,12 | 0,12 | 0,43 | 0,57 | 0,07 | 0,01 | 0,32 |
| 21 | 0,13 | 0,13 | 0,46 | 0,61 | 0,08 | 0,02 | 0,37 |
| 22 | 0,13 | 0,13 | 0,48 | 0,65 | 0,09 | 0,02 | 0,42 |
| 23 | 0,14 | 0,14 | 0,50 | 0,69 | 0,10 | 0,02 | 0,48 |
| 24 | 0,15 | 0,15 | 0,52 | 0,74 | 0,11 | 0,02 | 0,54 |
| 25 | 0,15 | 0,15 | 0,54 | 0,79 | 0,12 | 0,02 | 0,62 |
| 26 | 0,15 | 0,15 | 0,57 | 0,83 | 0,13 | 0,02 | 0,70 |
| 27 | 0,17 | 0,17 | 0,59 | 0,89 | 0,15 | 0,03 | 0,79 |
| 28 | 0,18 | 0,18 | 0,61 | 0,94 | 0,17 | 0,03 | 0,89 |
| 29 | 0,18 | 0,18 | 0,63 | 1,00 | 0,18 | 0,03 | 1,00 |
| 30 | 0,19 | 0,19 | 0,65 | 1,06 | 0,20 | 0,04 | 1,13 |
| 31 | 0,20 | 0,20 | 0,68 | 1,13 | 0,23 | 0,04 | 1,27 |
| 32 | 0,21 | 0,21 | 0,70 | 1,20 | 0,25 | 0,04 | 1,44 |
| 33 | 0,23 | 0,23 | 0,72 | 1,27 | 0,30 | 0,05 | 1,62 |
| 34 | 0,25 | 0,25 | 0,74 | 1,36 | 0,34 | 0,06 | 1,84 |
| 35 | 0,25 | 0,25 | 0,76 | 1,45 | 0,37 | 0,06 | 2,09 |
| 36 | 0,29 | 0,29 | 0,79 | 1,54 | 0,45 | 0,09 | 2,38 |
| 37 | 0,30 | 0,30 | 0,81 | 1,65 | 0,50 | 0,09 | 2,73 |
| 38 | 0,32 | 0,32 | 0,83 | 1,77 | 0,56 | 0,10 | 3,15 |
| 39 | 0,33 | 0,33 | 0,85 | 1,91 | 0,64 | 0,11 | 3,66 |
| 40 | 0,36 | 0,36 | 0,87 | 2,08 | 0,75 | 0,13 | 4,31 |
| 41 | 0,38 | 0,38 | 0,90 | 2,27 | 0,87 | 0,15 | 5,14 |

| | | | | | | | |
|---------------------|---------|---------|------|-------|-------|------|-------|
| 42 | 0,95 | 0,95 | 0,92 | 2,51 | 2,38 | 0,90 | 6,29 |
| 43 | 1,01 | 1,01 | 0,94 | 2,82 | 2,86 | 1,03 | 7,97 |
| 44 | 1,12 | 1,12 | 0,96 | 3,28 | 3,69 | 1,26 | 10,79 |
| 45 | 1,89 | 1,89 | 0,98 | 4,17 | 7,88 | 3,57 | 17,41 |
| Total | 11,2622 | 11,2622 | 22,5 | 43,98 | 23,86 | 8,07 | 81,01 |
| <i>index of fit</i> | | | | 0,027 | | | |

4.2.3.4 Perhitungan *Index of Fit* Untuk TTR Komponen *Rell Capper*

1. Distribusi Weibull

Tahap ini menghitung *index of fit* data TTR untuk komponen *Rell Capper* menggunakan distribusi weibull. Rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* menggunakan distribusi weibull yadng dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4. 21 Rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* TTR distribusi Weibull

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|----------|-----------------|----------|-------|-------------|--------|-------|
| 1 | 0,02 | -4,09 | 0,04 | -3,25 | 13,31 | 16,76 | 10,56 |
| 2 | 0,03 | -3,65 | 0,09 | -2,33 | 8,52 | 13,32 | 5,45 |
| 3 | 0,03 | -3,40 | 0,15 | -1,84 | 6,26 | 11,57 | 3,39 |
| 4 | 0,05 | -3,06 | 0,20 | -1,49 | 4,57 | 9,35 | 2,23 |
| 5 | 0,05 | -3,00 | 0,26 | -1,22 | 3,66 | 8,99 | 1,49 |
| 6 | 0,05 | -3,00 | 0,31 | -0,99 | 2,97 | 8,97 | 0,98 |
| 7 | 0,05 | -3,00 | 0,36 | -0,79 | 2,37 | 8,97 | 0,63 |
| 8 | 0,08 | -2,59 | 0,42 | -0,61 | 1,58 | 6,69 | 0,37 |
| 9 | 0,10 | -2,33 | 0,47 | -0,45 | 1,04 | 5,41 | 0,20 |
| 10 | 0,10 | -2,30 | 0,53 | -0,29 | 0,67 | 5,30 | 0,08 |
| 11 | 0,10 | -2,30 | 0,58 | -0,14 | 0,32 | 5,30 | 0,02 |
| 12 | 0,10 | -2,27 | 0,64 | 0,01 | -0,02 | 5,14 | 0,00 |
| 13 | 0,13 | -2,01 | 0,69 | 0,16 | -0,32 | 4,06 | 0,03 |
| 14 | 0,13 | -2,01 | 0,74 | 0,31 | -0,63 | 4,06 | 0,10 |
| 15 | 0,20 | -1,61 | 0,80 | 0,47 | -0,76 | 2,59 | 0,22 |
| 16 | 0,20 | -1,61 | 0,85 | 0,65 | -1,05 | 2,59 | 0,42 |
| 17 | 0,21 | -1,57 | 0,91 | 0,87 | -1,36 | 2,46 | 0,75 |
| 18 | 0,23 | -1,46 | 0,96 | 1,18 | -1,73 | 2,12 | 1,40 |
| Total | 1,857333 | -45,25 | 9,00 | -9,75 | 39,40 | 123,67 | 28,33 |
| <i>index of fit</i> | | | | 0,985 | | | |

2. Distribusi Lognormal

Tahap ini menghitung *index of fit* data TTR untuk komponen *Rell Capper* menggunakan distribusi Lognormal. Berikut ini adalah rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* untuk *Rell Capper* yang dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* distribusi Lognormal

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-----------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 0,02 | -4,09 | 0,04 | -1,77 | 7,26 | 16,76 | 3,15 |

| | | | | | | | |
|---|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 2 | 0,03 | -3,65 | 0,09 | -1,33 | 4,84 | 13,32 | 1,76 |
| 3 | 0,03 | -3,40 | 0,15 | -1,05 | 3,57 | 11,57 | 1,10 |
| 4 | 0,05 | -3,06 | 0,20 | -0,84 | 2,56 | 9,35 | 0,70 |
| 5 | 0,05 | -3,00 | 0,26 | -0,66 | 1,97 | 8,99 | 0,43 |
| 6 | 0,05 | -3,00 | 0,31 | -0,50 | 1,49 | 8,97 | 0,25 |

Lanjutan Tabel 4. 22 Rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* distribusi Lognormal

| i | t_i | $x_i = \ln t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|-------|-----------------|----------|-------|-------------|--------|-------|
| 7 | 0,05 | -3,00 | 0,36 | -0,35 | 1,04 | 8,97 | 0,12 |
| 8 | 0,08 | -2,59 | 0,42 | -0,21 | 0,53 | 6,69 | 0,04 |
| 9 | 0,10 | -2,33 | 0,47 | -0,07 | 0,16 | 5,41 | 0,00 |
| 10 | 0,10 | -2,30 | 0,53 | 0,07 | -0,16 | 5,30 | 0,00 |
| 11 | 0,10 | -2,30 | 0,58 | 0,21 | -0,47 | 5,30 | 0,04 |
| 12 | 0,10 | -2,27 | 0,64 | 0,35 | -0,79 | 5,14 | 0,12 |
| 13 | 0,13 | -2,01 | 0,69 | 0,50 | -1,00 | 4,06 | 0,25 |
| 14 | 0,13 | -2,01 | 0,74 | 0,66 | -1,32 | 4,06 | 0,43 |
| 15 | 0,20 | -1,61 | 0,80 | 0,84 | -1,35 | 2,59 | 0,70 |
| 16 | 0,20 | -1,61 | 0,85 | 1,05 | -1,69 | 2,59 | 1,10 |
| 17 | 0,21 | -1,57 | 0,91 | 1,33 | -2,08 | 2,46 | 1,76 |
| 18 | 0,23 | -1,46 | 0,96 | 1,77 | -2,58 | 2,12 | 3,15 |
| Total | 1,85 | -45,25 | 9 | 0 | 11,98 | 123,66 | 15,11 |
| <i>index of fit</i> | | | | 0,979 | | | |

3. Distribusi Normal

Tahap ini menghitung *index of fit* untuk komponen *Rel Capper* menggunakan distribusi normal. Rekapitulasi hasil perhitungan yang dapat dilihat pada tabel 4.23

Tabel 4. 23 Rekapitulasi hasil perhitungan *index of fit* distribusi normal

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|-----|-------|-------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | -1,77 | -0,03 | 0,00 | 3,15 |
| 2 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | -1,33 | -0,03 | 0,00 | 1,76 |
| 3 | 0,03 | 0,03 | 0,15 | -1,05 | -0,04 | 0,00 | 1,10 |
| 4 | 0,05 | 0,05 | 0,20 | -0,84 | -0,04 | 0,00 | 0,70 |
| 5 | 0,05 | 0,05 | 0,26 | -0,66 | -0,03 | 0,00 | 0,43 |
| 6 | 0,05 | 0,05 | 0,31 | -0,50 | -0,02 | 0,00 | 0,25 |
| 7 | 0,05 | 0,05 | 0,36 | -0,35 | -0,02 | 0,00 | 0,12 |
| 8 | 0,08 | 0,08 | 0,42 | -0,21 | -0,02 | 0,01 | 0,04 |
| 9 | 0,10 | 0,10 | 0,47 | -0,07 | -0,01 | 0,01 | 0,00 |
| 10 | 0,10 | 0,10 | 0,53 | 0,07 | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| 11 | 0,10 | 0,10 | 0,58 | 0,21 | 0,02 | 0,01 | 0,04 |
| 12 | 0,10 | 0,10 | 0,64 | 0,35 | 0,04 | 0,01 | 0,12 |
| 13 | 0,13 | 0,13 | 0,69 | 0,50 | 0,07 | 0,02 | 0,25 |

| | | | | | | | |
|---------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 14 | 0,13 | 0,13 | 0,74 | 0,66 | 0,09 | 0,02 | 0,43 |
| 15 | 0,20 | 0,20 | 0,80 | 0,84 | 0,17 | 0,04 | 0,70 |
| 16 | 0,20 | 0,20 | 0,85 | 1,05 | 0,21 | 0,04 | 1,10 |
| 17 | 0,21 | 0,21 | 0,91 | 1,33 | 0,28 | 0,04 | 1,76 |
| 18 | 0,23 | 0,23 | 0,96 | 1,77 | 0,41 | 0,05 | 3,15 |
| Total | 1,85 | 1,85 | 9 | 0 | 1,048 | 0,270 | 15,11 |
| <i>index of fit</i> | | | | 0,958 | | | |

4. Distribusi Eksponensial

Rekapitulasi perhitungan *index of fit* data TTR komponen *Rell Capper* dengan distribusi Eksponensial yang dapat dilihat pada Tabel 4.24

Tabel 4. 24 Rekapitulasi perhitungan *index of fit* data TTR dengan distribusi Eksponensial

| i | t_i | $x_i = t_i$ | $F(t_i)$ | y_i | $x_i * y_i$ | x^2 | y^2 |
|---------------------|-------|-------------|----------|-------|-------------|-------|-------|
| 1 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 0,03 | 0,03 | 0,09 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,01 |
| 3 | 0,03 | 0,03 | 0,15 | 0,16 | 0,01 | 0,00 | 0,03 |
| 4 | 0,05 | 0,05 | 0,20 | 0,22 | 0,01 | 0,00 | 0,05 |
| 5 | 0,05 | 0,05 | 0,26 | 0,29 | 0,01 | 0,00 | 0,09 |
| 6 | 0,05 | 0,05 | 0,31 | 0,37 | 0,02 | 0,00 | 0,14 |
| 7 | 0,05 | 0,05 | 0,36 | 0,45 | 0,02 | 0,00 | 0,20 |
| 8 | 0,08 | 0,08 | 0,42 | 0,54 | 0,04 | 0,01 | 0,29 |
| 9 | 0,10 | 0,10 | 0,47 | 0,64 | 0,06 | 0,01 | 0,41 |
| 10 | 0,10 | 0,10 | 0,53 | 0,75 | 0,07 | 0,01 | 0,56 |
| 11 | 0,10 | 0,10 | 0,58 | 0,87 | 0,09 | 0,01 | 0,76 |
| 12 | 0,10 | 0,10 | 0,64 | 1,01 | 0,10 | 0,01 | 1,02 |
| 13 | 0,13 | 0,13 | 0,69 | 1,17 | 0,16 | 0,02 | 1,37 |
| 14 | 0,13 | 0,13 | 0,74 | 1,36 | 0,18 | 0,02 | 1,86 |
| 15 | 0,20 | 0,20 | 0,80 | 1,60 | 0,32 | 0,04 | 2,57 |
| 16 | 0,20 | 0,20 | 0,85 | 1,92 | 0,38 | 0,04 | 3,68 |
| 17 | 0,21 | 0,21 | 0,91 | 2,38 | 0,50 | 0,04 | 5,67 |
| 18 | 0,23 | 0,23 | 0,96 | 3,27 | 0,76 | 0,05 | 10,69 |
| Total | 1,85 | 1,85 | 9 | 17,16 | 2,74 | 0,27 | 29,41 |
| <i>index of fit</i> | | | | 0,958 | | | |

Hasil perhitungan dari masing-masing distribusi yang disajikan pada tabel 4.9 sampai dengan tabel 4.24, Selanjutnya akan direkapitulasi untuk membandingkan nilai *index of fit*.

Tabel 4. 25 Rekapitulasi nilai *index of fit* dari masing-masing distribusi

| MESIN | Komponen | Data | Nilai <i>Index of fit</i> | | | |
|----------------|--------------------|------|---------------------------|----------------------|-------------------|-------------------------|
| | | | Distribusi Weibull | Distribusi Lognormal | Distribusi Normal | Distribusi Eksponensial |
| <i>Blowing</i> | Sensor | TTR | 0,888 | 0,959 | 0,731 | 0,027 |
| | | TTF | 0,831 | 0,918 | 0,845 | 0,029 |
| <i>Filler</i> | <i>Rell Capper</i> | TTR | 0,985 | 0,979 | 0,958 | 0,958 |
| | | TTF | 0,935 | 0,963 | 0,85 | 0,954 |

Berdasarkan tabel 4.25, dapat diketahui bahwa distribusi yang memiliki nilai *index of fit* paling besar untuk data TTF adalah distribusi Lognormal yaitu sebesar 0,959 untuk komponen sensor sensitif dan 0,963 untuk komponen *Rell Capper*. Nilai *index of fit* terbesar dari TTR untuk komponen sensor sensitif adalah distribusi lognormal yaitu sebesar 0,959 dan untuk komponen *Rell Capper* berdistribusi Weibull dengan nilai *index of fit* sebesar 0,985.

4.2.4 Uji Kecocokan Distribusi

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah distribusi terpilih sudah sesuai dengan pola distribusi tertentu untuk diolah lebih lanjut. Uji kecocokan distribusi menggunakan uji *goodness of fit* terhadap data *time to failure* (TTF) dan data *time to repair* (TTR) . Terdapat tiga uji kecocokan distribusi untuk masing-masing pola yaitu, uji Mann untuk distribusi Weibull, Uji Kolmogorov-Smirnov untuk distribusi Normal dan Lognormal serta uji Bartlett's untuk distribusi Eksponensial.

4.2.4.1 Kolmogorov-smirnov Test

Untuk menguji distribusi lognormal, pengujian dilakukan dengan menggunakan Kolmogorov-smirnov *test*. uji Kolmogorov smirnov membandingkan fungsi distribusi kumulatif empiris dengan fungsi distribusi normal.

1. Uji Kecocokan Distribusi Untuk Data TTF Komponen Sensor Sensitif

Rekapitulasi uji kecocokan data yang dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Perhitungan uji Kolmogorov-smirnov komponen sensor sensitif

| i | t_i | $t_i - \bar{t}$ | $t_i - \bar{t}^2$ | Zi | Φ | i/n | i-1/n | D_1 | D_2 |
|----|-------|-----------------|-------------------|-------|--------|------|-------|-------|-------|
| 1 | 20,61 | -34,14 | 1165,40 | -0,71 | 0,24 | 0,02 | 0,00 | 0,24 | -0,22 |
| 2 | 21,49 | -33,26 | 1106,40 | -0,69 | 0,24 | 0,04 | 0,02 | 0,22 | -0,20 |
| 3 | 22,12 | -32,63 | 1064,92 | -0,68 | 0,25 | 0,07 | 0,04 | 0,20 | -0,18 |
| 4 | 22,14 | -32,61 | 1063,44 | -0,68 | 0,25 | 0,09 | 0,07 | 0,18 | -0,16 |
| 5 | 22,17 | -32,58 | 1061,66 | -0,68 | 0,25 | 0,11 | 0,09 | 0,16 | -0,14 |
| 6 | 22,20 | -32,55 | 1059,48 | -0,68 | 0,25 | 0,13 | 0,11 | 0,14 | -0,11 |
| 7 | 22,25 | -32,50 | 1056,41 | -0,68 | 0,25 | 0,16 | 0,13 | 0,12 | -0,09 |
| 8 | 22,25 | -32,50 | 1056,23 | -0,68 | 0,25 | 0,18 | 0,16 | 0,09 | -0,07 |
| 9 | 22,30 | -32,45 | 1052,98 | -0,68 | 0,25 | 0,20 | 0,18 | 0,07 | -0,05 |
| 10 | 22,31 | -32,44 | 1052,17 | -0,68 | 0,25 | 0,22 | 0,20 | 0,05 | -0,03 |
| 11 | 22,32 | -32,43 | 1051,90 | -0,68 | 0,25 | 0,24 | 0,22 | 0,03 | 0,00 |
| 12 | 22,32 | -32,43 | 1051,86 | -0,68 | 0,25 | 0,27 | 0,24 | 0,00 | 0,02 |
| 13 | 22,33 | -32,42 | 1050,76 | -0,68 | 0,25 | 0,29 | 0,27 | -0,02 | 0,04 |

| | | | | | | | | | |
|----|-------|--------|---------|-------|------|------|------|-------|------|
| 14 | 22,35 | -32,40 | 1049,58 | -0,68 | 0,25 | 0,31 | 0,29 | -0,04 | 0,06 |
| 15 | 22,36 | -32,39 | 1049,12 | -0,68 | 0,25 | 0,33 | 0,31 | -0,06 | 0,08 |
| 16 | 22,37 | -32,38 | 1048,66 | -0,68 | 0,25 | 0,36 | 0,33 | -0,08 | 0,11 |
| 17 | 22,38 | -32,37 | 1047,58 | -0,68 | 0,25 | 0,38 | 0,36 | -0,11 | 0,13 |
| 18 | 22,40 | -32,35 | 1046,75 | -0,68 | 0,25 | 0,40 | 0,38 | -0,13 | 0,15 |
| 19 | 22,43 | -32,32 | 1044,35 | -0,68 | 0,25 | 0,42 | 0,40 | -0,15 | 0,17 |
| 20 | 22,43 | -32,32 | 1044,35 | -0,68 | 0,25 | 0,44 | 0,42 | -0,17 | 0,19 |

Lanjutan Tabel 4. 26 Perhitungan uji Kolmogorov-smirnov komponen sensor sensitif

| i | t_i | $t_i - \bar{t}$ | $t_i - \bar{t}^2$ | Zi | Φ | i/n | i-1/n | D_1 | D_2 |
|----|---------|-----------------|-------------------|-------|--------|------|-------|-------|-------|
| 21 | 22,43 | -32,32 | 1044,35 | -0,68 | 0,25 | 0,47 | 0,44 | -0,19 | 0,22 |
| 22 | 44,05 | -10,70 | 114,49 | -0,22 | 0,41 | 0,49 | 0,47 | -0,06 | 0,08 |
| 23 | 44,85 | -9,90 | 98,00 | -0,21 | 0,42 | 0,51 | 0,49 | -0,07 | 0,09 |
| 24 | 44,87 | -9,88 | 97,67 | -0,21 | 0,42 | 0,53 | 0,51 | -0,09 | 0,12 |
| 25 | 44,90 | -9,85 | 97,02 | -0,21 | 0,42 | 0,56 | 0,53 | -0,11 | 0,14 |
| 26 | 44,90 | -9,85 | 97,02 | -0,21 | 0,42 | 0,58 | 0,56 | -0,14 | 0,16 |
| 27 | 44,90 | -9,85 | 96,95 | -0,21 | 0,42 | 0,60 | 0,58 | -0,16 | 0,18 |
| 28 | 44,93 | -9,82 | 96,36 | -0,21 | 0,42 | 0,62 | 0,60 | -0,18 | 0,20 |
| 29 | 44,93 | -9,82 | 96,36 | -0,21 | 0,42 | 0,64 | 0,62 | -0,20 | 0,23 |
| 30 | 44,95 | -9,80 | 96,03 | -0,20 | 0,42 | 0,67 | 0,64 | -0,23 | 0,25 |
| 31 | 44,96 | -9,79 | 95,81 | -0,20 | 0,42 | 0,69 | 0,67 | -0,25 | 0,27 |
| 32 | 67,27 | 12,52 | 156,64 | 0,26 | 0,60 | 0,71 | 0,69 | -0,09 | 0,11 |
| 33 | 67,35 | 12,60 | 158,78 | 0,26 | 0,60 | 0,73 | 0,71 | -0,11 | 0,13 |
| 34 | 67,41 | 12,66 | 160,24 | 0,26 | 0,60 | 0,76 | 0,73 | -0,13 | 0,15 |
| 35 | 67,42 | 12,67 | 160,45 | 0,26 | 0,60 | 0,78 | 0,76 | -0,15 | 0,17 |
| 36 | 67,42 | 12,67 | 160,45 | 0,26 | 0,60 | 0,80 | 0,78 | -0,17 | 0,20 |
| 37 | 67,43 | 12,68 | 160,87 | 0,26 | 0,60 | 0,82 | 0,80 | -0,20 | 0,22 |
| 38 | 89,68 | 34,93 | 1220,36 | 0,73 | 0,77 | 0,84 | 0,82 | -0,06 | 0,08 |
| 39 | 112,21 | 57,46 | 3301,18 | 1,20 | 0,88 | 0,87 | 0,84 | 0,04 | -0,02 |
| 40 | 112,42 | 57,67 | 3325,48 | 1,20 | 0,89 | 0,89 | 0,87 | 0,02 | 0,00 |
| 41 | 112,42 | 57,67 | 3325,48 | 1,20 | 0,89 | 0,91 | 0,89 | 0,00 | 0,03 |
| 42 | 156,38 | 101,63 | 10327,90 | 2,12 | 0,98 | 0,93 | 0,91 | 0,07 | -0,05 |
| 43 | 157,43 | 102,68 | 10543,92 | 2,14 | 0,98 | 0,96 | 0,93 | 0,05 | -0,03 |
| 44 | 179,92 | 125,17 | 15666,76 | 2,61 | 1,00 | 0,98 | 0,96 | 0,04 | -0,02 |
| 45 | 224,79 | 170,04 | 28914,43 | 3,55 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,02 | 0,00 |
| | 2463,74 | 0,00 | 100837,02 | | | | | 0,24 | 0,27 |

Adapun untuk uraian perhitungan dapat dilihat sebagai berikut :

Diketahui :

$$\alpha = 0,05$$

dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 = data berdistribusi Lognormal

H_1 = data tidak berdistribusi normal

Wilayah kritis : tolak H_0 jika $D_n > D_{\text{tabel}}$

Dengan menggunakan tabel Kolmogorov-smirnov maka di dapat D_{tabel} sebagai berikut:

$\alpha = 0,05$ $n = 45$, maka $D_{\text{tabel}} = 0,198$ (dari tabel Kolmogorov smirnov)

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n} = \frac{2463,74}{45} = 54,74$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{100837,02}{45 - 1}} = 47,87$$

$$Z = \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) = \left(\frac{20,61 - 54,74}{47,87} \right) = -0,71$$

$\Phi(Z) = \Phi(-0,71) = 0,24$ (dari tabel distribusi normal)

$$D_1 = \left\{ \Phi \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) - \frac{i - 1}{n} \right\} = 0,24$$

$$D_2 = \left\{ \frac{i}{n} - \Phi \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) \right\} = -0,22$$

$$D_n = \max(D_1, D_2) = 0,27$$

Karena $D_n > D_{\text{tabel}}$, maka tolak H_0 yang dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi tidak berdistribusi Lognormal.

2. Uji Kecocokan Distribusi Untuk Data TTR Komponen sensor sensitif

Hasil perhitungan uji kecocokan data menggunakan Kolmogorov-smirnov pada data TTR dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Perhitungan uji Kolmogorov-smirnov pada data TTR komponen sensor

| i | t_i | $t_i - \bar{t}$ | $t_i - \bar{t}^2$ | Z_i | Φ | i/n | $i-1/n$ | D_1 | D_2 |
|----|-------|-----------------|-------------------|-------|--------|-------|---------|-------|-------|
| 1 | 0,04 | -0,21 | 0,04 | -0,61 | 0,27 | 0,02 | 0,00 | 0,27 | -0,25 |
| 2 | 0,05 | -0,20 | 0,04 | -0,58 | 0,28 | 0,04 | 0,02 | 0,26 | -0,24 |
| 3 | 0,07 | -0,18 | 0,03 | -0,53 | 0,30 | 0,07 | 0,04 | 0,25 | -0,23 |
| 4 | 0,07 | -0,18 | 0,03 | -0,53 | 0,30 | 0,09 | 0,07 | 0,23 | -0,21 |
| 5 | 0,07 | -0,18 | 0,03 | -0,53 | 0,30 | 0,11 | 0,09 | 0,21 | -0,19 |
| 6 | 0,07 | -0,18 | 0,03 | -0,53 | 0,30 | 0,13 | 0,11 | 0,19 | -0,16 |
| 7 | 0,07 | -0,18 | 0,03 | -0,53 | 0,30 | 0,16 | 0,13 | 0,16 | -0,14 |
| 8 | 0,07 | -0,18 | 0,03 | -0,53 | 0,30 | 0,18 | 0,16 | 0,14 | -0,12 |
| 9 | 0,07 | -0,18 | 0,03 | -0,53 | 0,30 | 0,20 | 0,18 | 0,12 | -0,10 |
| 10 | 0,08 | -0,17 | 0,03 | -0,48 | 0,31 | 0,22 | 0,20 | 0,11 | -0,09 |
| 11 | 0,08 | -0,17 | 0,03 | -0,48 | 0,31 | 0,24 | 0,22 | 0,09 | -0,07 |
| 12 | 0,08 | -0,17 | 0,03 | -0,48 | 0,31 | 0,27 | 0,24 | 0,07 | -0,05 |
| 13 | 0,08 | -0,17 | 0,03 | -0,48 | 0,31 | 0,29 | 0,27 | 0,05 | -0,03 |
| 14 | 0,08 | -0,17 | 0,03 | -0,48 | 0,31 | 0,31 | 0,29 | 0,03 | 0,00 |
| 15 | 0,09 | -0,16 | 0,03 | -0,46 | 0,32 | 0,33 | 0,31 | 0,01 | 0,01 |

| | | | | | | | | | |
|----|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|------|
| 16 | 0,10 | -0,15 | 0,02 | -0,45 | 0,33 | 0,36 | 0,33 | -0,01 | 0,03 |
| 17 | 0,10 | -0,15 | 0,02 | -0,43 | 0,33 | 0,38 | 0,36 | -0,02 | 0,05 |
| 18 | 0,10 | -0,15 | 0,02 | -0,43 | 0,33 | 0,40 | 0,38 | -0,05 | 0,07 |
| 19 | 0,10 | -0,15 | 0,02 | -0,42 | 0,34 | 0,42 | 0,40 | -0,06 | 0,09 |
| 20 | 0,12 | -0,13 | 0,02 | -0,39 | 0,35 | 0,44 | 0,42 | -0,07 | 0,09 |
| 21 | 0,13 | -0,12 | 0,01 | -0,34 | 0,37 | 0,47 | 0,44 | -0,08 | 0,10 |
| 22 | 0,13 | -0,12 | 0,01 | -0,34 | 0,37 | 0,49 | 0,47 | -0,10 | 0,12 |

Lanjutan Tabel 4. 27 Perhitungan uji Kolmogorov-smirnov data TTR komponen sensor

| i | t_i | $t_i - \bar{t}$ | $t_i - \bar{t}^2$ | Z_i | Φ | i/n | i-1/n | D_1 | D_2 |
|----|-------|-----------------|-------------------|-------|--------|------|-------|-------|-------|
| 23 | 0,14 | -0,11 | 0,01 | -0,32 | 0,38 | 0,51 | 0,49 | -0,11 | 0,14 |
| 24 | 0,15 | -0,10 | 0,01 | -0,30 | 0,38 | 0,53 | 0,51 | -0,13 | 0,15 |
| 25 | 0,15 | -0,10 | 0,01 | -0,29 | 0,39 | 0,56 | 0,53 | -0,15 | 0,17 |
| 26 | 0,15 | -0,10 | 0,01 | -0,29 | 0,39 | 0,58 | 0,56 | -0,17 | 0,19 |
| 27 | 0,17 | -0,08 | 0,01 | -0,24 | 0,40 | 0,60 | 0,58 | -0,17 | 0,20 |
| 28 | 0,18 | -0,07 | 0,00 | -0,20 | 0,42 | 0,62 | 0,60 | -0,18 | 0,20 |
| 29 | 0,18 | -0,07 | 0,00 | -0,19 | 0,42 | 0,64 | 0,62 | -0,20 | 0,22 |
| 30 | 0,19 | -0,06 | 0,00 | -0,18 | 0,43 | 0,67 | 0,64 | -0,22 | 0,24 |
| 31 | 0,20 | -0,05 | 0,00 | -0,15 | 0,44 | 0,69 | 0,67 | -0,22 | 0,25 |
| 32 | 0,21 | -0,04 | 0,00 | -0,12 | 0,45 | 0,71 | 0,69 | -0,24 | 0,26 |
| 33 | 0,23 | -0,02 | 0,00 | -0,05 | 0,48 | 0,73 | 0,71 | -0,23 | 0,25 |
| 34 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,76 | 0,73 | -0,23 | 0,26 |
| 35 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,50 | 0,78 | 0,76 | -0,25 | 0,28 |
| 36 | 0,29 | 0,04 | 0,00 | 0,13 | 0,55 | 0,80 | 0,78 | -0,23 | 0,25 |
| 37 | 0,30 | 0,05 | 0,00 | 0,14 | 0,56 | 0,82 | 0,80 | -0,24 | 0,26 |
| 38 | 0,32 | 0,07 | 0,00 | 0,19 | 0,58 | 0,84 | 0,82 | -0,25 | 0,27 |
| 39 | 0,33 | 0,08 | 0,01 | 0,24 | 0,60 | 0,87 | 0,84 | -0,25 | 0,27 |
| 40 | 0,36 | 0,11 | 0,01 | 0,32 | 0,63 | 0,89 | 0,87 | -0,24 | 0,26 |
| 41 | 0,38 | 0,13 | 0,02 | 0,39 | 0,65 | 0,91 | 0,89 | -0,24 | 0,26 |
| 42 | 0,95 | 0,70 | 0,49 | 2,03 | 0,98 | 0,93 | 0,91 | 0,07 | -0,05 |
| 43 | 1,01 | 0,76 | 0,58 | 2,21 | 0,99 | 0,96 | 0,93 | 0,05 | -0,03 |
| 44 | 1,12 | 0,87 | 0,76 | 2,53 | 0,99 | 0,98 | 0,96 | 0,04 | -0,02 |
| 45 | 1,89 | 1,64 | 2,68 | 4,74 | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,02 | 0,00 |
| | 11,26 | 0,00 | 5,25 | | | | | 0,27 | 0,28 |

Adapun uraian perhitungannya sebagai berikut:

$$\alpha = 0,05$$

dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 = data berdistribusi Lognormal

H_1 = data tidak berdistribusi normal

Wilayah kritik : tolak H_0 jika $D_n > D_{tabel}$

Dengan menggunakan tabel Kolmogorov-smirnov maka di dapat D_{tabel} sebagai berikut:

$\alpha = 0,05$ $n = 45$, maka $D_{\text{tabel}} = 0,198$ (dari tabel Kolmogorov smirnov)

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n} = \frac{11,26}{45} = 0,25$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{5,25}{45-1}} = 0,34$$

$$Z = \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) = \left(\frac{0,04 - 0,25}{0,34} \right) = -0,61$$

$\Phi(Z) = \Phi(-0,61) = 0,27$ (dari tabel distribusi normal)

$$D_1 = \left\{ \Phi \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) - \frac{i-1}{n} \right\} = 0,27$$

$$D_2 = \left\{ \frac{i}{n} - \Phi \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) \right\} = -0,28$$

$$D_n = \max(D_1, D_2) = 0,27$$

Karena $D_n > D_{\text{tabel}}$, maka tolak H_0 yang dapat disimpulkan bahwa data berdistribusi tidak berdistribusi Lognormal.

3. Uji Kecocokan Distribusi Untuk Data TTF Komponen *Rell Capper*

Berikut adalah hasil perhitungan uji kecocokan data menggunakan Kolmogorov-smirnov pada data TTR komponen *Rell Capper* yang dapat dilihat pada Tabel 4.28

Tabel 4. 28 Perhitungan uji Kolmogorov-smirnov data TTF Komponen *Rell Capper*

| i | t_i | $t_i - \bar{t}$ | $t_i - \bar{t}^2$ | Zi | Φ | i/n | i-1/n | D_1 | D_2 |
|----|--------|-----------------|-------------------|-------|-----------------|------|-------|-------|-------|
| 1 | 22,29 | -115,10 | 13249,16 | -0,19 | $\frac{0,4}{2}$ | 0,06 | 0,00 | 0,42 | -0,37 |
| 2 | 22,30 | -115,10 | 13247,28 | -0,19 | $\frac{0,4}{2}$ | 0,11 | 0,06 | 0,37 | -0,31 |
| 3 | 22,40 | -115,00 | 13225,11 | -0,19 | $\frac{0,4}{2}$ | 0,17 | 0,11 | 0,31 | -0,26 |
| 4 | 22,40 | -114,99 | 13223,73 | -0,19 | $\frac{0,4}{2}$ | 0,22 | 0,17 | 0,26 | -0,20 |
| 5 | 44,90 | -92,50 | 8555,66 | -0,15 | $\frac{0,4}{4}$ | 0,28 | 0,22 | 0,22 | -0,16 |
| 6 | 44,95 | -92,45 | 8546,41 | -0,15 | $\frac{0,4}{4}$ | 0,33 | 0,28 | 0,16 | -0,11 |
| 7 | 44,95 | -92,44 | 8545,86 | -0,15 | $\frac{0,4}{4}$ | 0,39 | 0,33 | 0,11 | -0,05 |
| 8 | 67,37 | -70,03 | 4904,22 | -0,12 | $\frac{0,4}{5}$ | 0,44 | 0,39 | 0,06 | -0,01 |
| 9 | 67,40 | -70,00 | 4899,55 | -0,12 | $\frac{0,4}{5}$ | 0,50 | 0,44 | 0,01 | 0,05 |
| 10 | 157,30 | 19,90 | 396,14 | 0,03 | $\frac{0,5}{1}$ | 0,56 | 0,50 | 0,01 | 0,04 |
| 11 | 157,42 | 20,03 | 401,11 | 0,03 | $\frac{0,5}{1}$ | 0,61 | 0,56 | -0,04 | 0,10 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|-------------|----------------|------|-----------------|------|------|-------|------|
| 12 | 157,45 | 20,05 | 402,14 | 0,03 | $\frac{0,5}{1}$ | 0,67 | 0,61 | -0,10 | 0,15 |
| 13 | 157,47 | 20,08 | 403,09 | 0,03 | $\frac{0,5}{1}$ | 0,72 | 0,67 | -0,15 | 0,21 |
| 14 | 179,95 | 42,55 | 1810,77 | 0,07 | $\frac{0,5}{3}$ | 0,78 | 0,72 | -0,19 | 0,25 |
| 15 | 179,98 | 42,59 | 1813,61 | 0,07 | $\frac{0,5}{3}$ | 0,83 | 0,78 | -0,25 | 0,31 |
| 16 | 202,47 | 65,07 | 4234,09 | 0,11 | $\frac{0,5}{4}$ | 0,89 | 0,83 | -0,29 | 0,35 |
| 17 | 314,77 | 177,37 | 31460,18 | 0,30 | $\frac{0,6}{2}$ | 0,94 | 0,89 | -0,27 | 0,33 |
| 18 | 607,37 | 469,97 | 220871,66 | 0,78 | $\frac{0,7}{8}$ | 1,00 | 0,94 | -0,16 | 0,22 |
| Tota 1 | 2473,1 4 | 2473,1 4 | 6116434,6 5 | | | | | 0,42 | 0,35 |

Adapun uraian perhitungan dapat dilihat sebagai berikut :

$$\alpha = 0,05$$

dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 = data berdistribusi Lognormal

H_1 = data tidak berdistribusi normal

Wilayah kritik : tolak H_0 jika $D_n > D_{tabel}$

Dengan menggunakan tabel Kolmogorov-smirnov maka di dapat D_{tabel} sebagai berikut:

$$\alpha = 0,05 \quad n = 18, \text{ maka } D_{tabel} = 0,309$$

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n} = \frac{2473,14}{18} = 137,39$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{6116434,65}{18 - 1}} = 599,82$$

$$Z = \left(\frac{t_i - \bar{t}}{s} \right) = \left(\frac{20,61 - 137,39}{599,92} \right) = -0,19$$

$$\Phi(Z) = \Phi(-0,19) = 0,42 \text{ (dari tabel distribusi normal)}$$

$$D_1 = \left\{ \Phi \left(\frac{t_i - t}{s} \right) - \frac{i - 1}{n} \right\} = 0,42$$

$$D_2 = \left\{ \frac{i}{n} - \Phi \left(\frac{t_i - t}{s} \right) \right\} = -0,37$$

$$D_n = \max(D_1, D_2) = 0,42$$

Karena $D_n > D_{tabel}$, maka terima H_1 yang dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi Lognormal

Berikut ini adalah hasil rekapitulasi uji kecocokan data menggunakan Kolmogorov-smirnov yang dapat dilihat pada Tabel 4.29

Tabel 4. 29 Rekapitulasi uji kecocokan data menggunakan Kolmogorov-Smirnov

| MESIN | Komponen | Data | kolmogorov smirnov | | | | |
|----------------|--------------------|------|--------------------|-------|-------|---------------|------------|
| | | | Dtabel | D1 | D2 | kesimpulan | Keterangan |
| <i>Blowing</i> | Sensor Sensitif | TTR | 0,198 | 0,269 | 0,275 | Dmax > Dtabel | Tolak H0 |
| | | TTF | 0,198 | 0,237 | 0,269 | Dmax > Dtabel | Tolak H0 |
| <i>Filler</i> | <i>Rell Capper</i> | TTR | | | | | |
| | | TTF | 0,309 | 0,423 | 0,345 | Dmax > Dtabel | Tolak H0 |

Berdasarkan hasil uji kecocokan distribusi yang menyatakan bahwa data tidak berdistribusi lognormal, maka selanjutnya akan dilakukan uji kecocokan data kembali dengan menggunakan data yang memiliki nilai *index of fit* terbesar ke dua, adapun data yang memiliki nilai *index of fit* terbesar kedua pada data TTR mesin *blowing* adalah distribusi Weibull dan pada TTF mesin *blowing* distribusi normal. sementara nilai *index of fit* terbesar kedua pada data TTF mesin *Filler* adalah ekponensial dan pada pada TTR mesin *Filler* berdistribusi Weibull. Nilai *index of fit* terbesar ke dua pada TTF merupakan distribusi normal yang pengujiannya menggunakan uji Kolmogorov smirnov, hasil uji tersebut tentu akan sama dengan sebelumnya, dengan demikian pengujian akan dilakukan pada TTF mesin *blowing* yang memiliki nilai *index of fit* terbesar selanjutnya yaitu distribusi Weibull. Uji kecocokan data selanjutnya akan dilakukan menggunakan Mann test untuk Weibull dan Bartlett's test untuk distribusi eksponensial.

4.2.4.2 Mann Test Untuk Distribusi Weibull

Setelah didapat hasil uji kecocokan data dengan uji Kolmogorov smirnov diketahui bahwa data tidak berdistribusi Lognormal dan normal. Tahap selanjutnya adalah uji kecocokan data menggunakan Mann test pada data berdistribusi Weibull.

1. Uji Kecocokan Distribusi Untuk Data TTF Komponen Sensor Sensitif

uji kecocokan data menggunakan Mann test pada data TTF komponen sensor sensitif yang dapat dilihat pada Tabel 4.30

Tabel 4. 30 Uji Mann test data TTF komponen sensor sensitif

| t_i | $\ln t_i$ | Z_i | M_i | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ |
|-------|-----------|-------|-------|----------------------------------|----------------------------------|
|-------|-----------|-------|-------|----------------------------------|----------------------------------|

| | | | | | |
|-------|------|-------|------|------|-------|
| 20,61 | 3,03 | -4,50 | 1,11 | 0,04 | 0,04 |
| 21,49 | 3,07 | -3,39 | 0,52 | 0,03 | 0,06 |
| 22,12 | 3,10 | -2,87 | 0,35 | 0,00 | 0,00 |
| 22,14 | 3,10 | -2,52 | 0,26 | 0,00 | 0,00 |
| 22,17 | 3,10 | -2,26 | 0,21 | 0,00 | 0,01 |
| 22,20 | 3,10 | -2,04 | 0,18 | 0,00 | 0,01 |
| 22,25 | 3,10 | -1,86 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| 22,25 | 3,10 | -1,71 | 0,14 | 0,00 | 0,02 |
| 22,30 | 3,10 | -1,57 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| 22,31 | 3,11 | -1,45 | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| 22,32 | 3,11 | -1,33 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 22,32 | 3,11 | -1,23 | 0,10 | 0,00 | 0,01 |
| 22,33 | 3,11 | -1,13 | 0,09 | 0,00 | 0,01 |
| 22,35 | 3,11 | -1,04 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| 22,36 | 3,11 | -0,95 | 0,08 | 0,00 | 0,00 |
| 22,37 | 3,11 | -0,87 | 0,08 | 0,00 | 0,01 |
| 22,38 | 3,11 | -0,79 | 0,08 | 0,00 | 0,01 |
| 22,40 | 3,11 | -0,72 | 0,07 | 0,00 | 0,02 |
| 22,43 | 3,11 | -0,64 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 22,43 | 3,11 | -0,57 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 22,43 | 3,11 | -0,51 | 0,07 | 0,67 | 10,21 |
| 44,05 | 3,79 | -0,44 | 0,06 | 0,02 | 0,28 |
| 44,85 | 3,80 | -0,37 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |

Lanjutan Tabel 4.30 Uji Mann test data TTF komponen sensor sensitif

| t_i | $\ln t_i$ | Z_i | M_i | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ |
|--------|-----------|-------|-------|----------------------------------|----------------------------------|
| 44,87 | 3,80 | -0,31 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 44,90 | 3,80 | -0,25 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 44,90 | 3,80 | -0,19 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 44,90 | 3,80 | -0,13 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 44,93 | 3,81 | -0,07 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 44,93 | 3,81 | -0,01 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 44,95 | 3,81 | 0,05 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 44,96 | 3,81 | 0,11 | 0,06 | 0,40 | 6,63 |
| 67,27 | 4,21 | 0,17 | 0,06 | 0,00 | 0,02 |
| 67,35 | 4,21 | 0,24 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 67,41 | 4,21 | 0,30 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 67,42 | 4,21 | 0,36 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 67,42 | 4,21 | 0,43 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 67,43 | 4,21 | 0,50 | 0,07 | 0,29 | 4,00 |
| 89,68 | 4,50 | 0,57 | 0,08 | 0,22 | 2,97 |
| 112,21 | 4,72 | 0,64 | 0,08 | 0,00 | 0,02 |
| 112,42 | 4,72 | 0,72 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| 112,42 | 4,72 | 0,81 | 0,10 | 0,33 | 3,31 |
| 156,38 | 5,05 | 0,91 | 0,12 | 0,01 | 0,06 |
| 157,43 | 5,06 | 1,03 | 0,15 | 0,13 | 0,89 |
| 179,92 | 5,19 | 1,18 | 0,23 | 0,22 | 0,96 |
| 224,79 | 5,42 | 1,41 | | | |

| | | | | | |
|---------|--|--------|------|------|-------|
| 2463,74 | | -26,25 | 5,91 | 2,39 | 29,62 |
|---------|--|--------|------|------|-------|

Untuk menguji distribusi Weibull menggunakan Mann test dapat diuraikan

sebagai berikut:

Dengan hipotesis

H_0 = data berdistribusi Weibull

H_1 = data tidak berdistribusi

Wilayah kritik : tolak H_0 jika $M > M_{table}$

$\alpha = 0,05$ $n = 45$ $M_{table} = 1,64$ (dari table distribusi F)

$$K_1 = \left\lfloor \frac{r}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{45}{2} \right\rfloor = 22,5 \sim 23 \quad K_2 = \left\lfloor \frac{r-1}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{45-1}{2} \right\rfloor = 22$$

$$\ln t_i = \ln 20,61 = 3,03$$

$$Z_1 = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1-0,5}{45+0,25} \right) \right] = -4,50$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z = -3,39 - (-4,50) = 1,11$$

$$M = \frac{K_1 \sum_{k=1}^{K_1+1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)}{K_2 \sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)} = \frac{23(29,62)}{22(29,62)} = 1,02$$

Karena $M < M_{table}$ ($1,02 < 1,64$) terima H_0 yang menyatakan bahwa data berdistribusi weibull.

2. Uji Kecocokan Distribusi Untuk Data TTR Komponen Sensor Sensitif

Perhitungan uji kecocokan data menggunakan Mann test pada data TTR komponen sensor sensitif yang dapat dilihat pada Tabel 4.31

Tabel 4. 31 Uji Mann test pada data TTR komponen Sensor

| t_i | $\ln t_i$ | Z_i | M_i | $\ln(i+1) - \ln t_i$ | $\ln(i+1) - \ln t_i / M_i$ | $\ln(i+1) - \ln t_i / M_i$ |
|-------|-----------|-------|-------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 20,61 | 3,03 | -4,50 | 1,11 | 0,04 | 0,04 |
| 2 | 21,49 | 3,07 | -3,39 | 0,52 | 0,03 | 0,06 |
| 3 | 22,12 | 3,10 | -2,87 | 0,35 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 22,14 | 3,10 | -2,52 | 0,26 | 0,00 | 0,00 |
| 5 | 22,17 | 3,10 | -2,26 | 0,21 | 0,00 | 0,01 |
| 6 | 22,20 | 3,10 | -2,04 | 0,18 | 0,00 | 0,01 |
| 7 | 22,25 | 3,10 | -1,86 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | 22,25 | 3,10 | -1,71 | 0,14 | 0,00 | 0,02 |
| 9 | 22,30 | 3,10 | -1,57 | 0,12 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | 22,31 | 3,11 | -1,45 | 0,11 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 22,32 | 3,11 | -1,33 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 12 | 22,32 | 3,11 | -1,23 | 0,10 | 0,00 | 0,01 |
| 13 | 22,33 | 3,11 | -1,13 | 0,09 | 0,00 | 0,01 |
| 14 | 22,35 | 3,11 | -1,04 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 22,36 | 3,11 | -0,95 | 0,08 | 0,00 | 0,00 |
| 16 | 22,37 | 3,11 | -0,87 | 0,08 | 0,00 | 0,01 |

| | | | | | | |
|----|--------|------|-------|------|------|-------|
| 17 | 22,38 | 3,11 | -0,79 | 0,08 | 0,00 | 0,01 |
| 18 | 22,40 | 3,11 | -0,72 | 0,07 | 0,00 | 0,02 |
| 19 | 22,43 | 3,11 | -0,64 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 20 | 22,43 | 3,11 | -0,57 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 21 | 22,43 | 3,11 | -0,51 | 0,07 | 0,67 | 10,21 |
| 22 | 44,05 | 3,79 | -0,44 | 0,06 | 0,02 | 0,28 |
| 23 | 44,85 | 3,80 | -0,37 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 24 | 44,87 | 3,80 | -0,31 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 25 | 44,90 | 3,80 | -0,25 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 26 | 44,90 | 3,80 | -0,19 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 27 | 44,90 | 3,80 | -0,13 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 28 | 44,93 | 3,81 | -0,07 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 29 | 44,93 | 3,81 | -0,01 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 30 | 44,95 | 3,81 | 0,05 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 31 | 44,96 | 3,81 | 0,11 | 0,06 | 0,40 | 6,63 |
| 32 | 67,27 | 4,21 | 0,17 | 0,06 | 0,00 | 0,02 |
| 33 | 67,35 | 4,21 | 0,24 | 0,06 | 0,00 | 0,01 |
| 34 | 67,41 | 4,21 | 0,30 | 0,06 | 0,00 | 0,00 |
| 35 | 67,42 | 4,21 | 0,36 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 36 | 67,42 | 4,21 | 0,43 | 0,07 | 0,00 | 0,00 |
| 37 | 67,43 | 4,21 | 0,50 | 0,07 | 0,29 | 4,00 |
| 38 | 89,68 | 4,50 | 0,57 | 0,08 | 0,22 | 2,97 |
| 39 | 112,21 | 4,72 | 0,64 | 0,08 | 0,00 | 0,02 |
| 40 | 112,42 | 4,72 | 0,72 | 0,09 | 0,00 | 0,00 |

Lanjutan Tabel 4. 31 Uji Mann test pada data TTR komponen Sensor

| t_i | $\ln t_i$ | Z_i | M_i | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ |
|-------|-----------|-------|--------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 41 | 112,42 | 4,72 | 0,81 | 0,10 | 0,33 | 3,31 |
| 42 | 156,38 | 5,05 | 0,91 | 0,12 | 0,01 | 0,06 |
| 43 | 157,43 | 5,06 | 1,03 | 0,15 | 0,13 | 0,89 |
| 44 | 179,92 | 5,19 | 1,18 | 0,23 | 0,22 | 0,96 |
| 45 | 224,79 | 5,42 | 1,41 | | | |
| | 2463,74 | | -26,25 | 5,91 | 2,39 | 29,62 |

Untuk menguji distribusi Weibull menggunakan Mann test dapat diuraikan sebagai berikut:

Dengan hipotesis

H_0 = data berdistribusi Weibull

H_1 = data tidak berdistribusi

Wilayah kritik : tolak H_0 jika $M > M_{table}$

$\alpha = 0,05$ $n = 45$ $M_{table} = 1,64$ (dari table distribusi F)

$$K_1 = \left\lfloor \frac{r}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{45}{2} \right\rfloor = 22,5 \sim 23 \quad K_2 = \left\lceil \frac{r-1}{2} \right\rceil = \left\lceil \frac{45-1}{2} \right\rceil = 22$$

$$\ln t_i = \ln 20,61 = 3,03$$

$$Z_1 = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1-0,5}{45+0,25} \right) \right] = -4,50$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z = -3,39 - (-4,50) = 1,11$$

$$M = \frac{K_1 \sum_{k=1}^k \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_1} \right)}{K_2 \sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)} = \frac{23(29,62)}{22(29,62)} = 1,02$$

Karena $M < M_{\text{tabel}}$ ($1,02 < 1,64$) terima H_0 yang menyatakan bahwa data berdistribusi weibull.

3. Uji Kecocokan Distribusi Untuk Data TTF Komponen *Rell Capper*

Berikut adalah hasil perhitungan uji kecocokan data menggunakan Mann test pada data TTF komponen *Rell Capper* yang dapat dilihat pada Tabel 4.32

Tabel 4. 32 Perhitungan Uji kecocokan distribusi untuk komponen *Rell Capper*

| t_i | $\ln t_i$ | Z_i | M_i | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ |
|-------|-----------|-------|-------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 22,29 | 3,10 | -3,58 | 1,13 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 22,30 | 3,10 | -2,46 | 0,54 | 0,00 | 0,01 |
| 3 | 22,40 | 3,11 | -1,92 | 0,37 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | 22,40 | 3,11 | -1,55 | 0,28 | 0,70 | 2,44 |
| 5 | 44,90 | 3,80 | -1,26 | 0,24 | 0,00 | 0,00 |
| 6 | 44,95 | 3,81 | -1,03 | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 44,95 | 3,81 | -0,82 | 0,18 | 0,40 | 2,20 |

Lanjutan Tabel 4. 32 Perhitungan Uji kecocokan distribusi untuk komponen *Rell Capper*

| t_i | $\ln t_i$ | Z_i | M_i | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ |
|-------|-----------|-------|--------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 8 | 67,37 | 4,21 | -0,64 | 0,17 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | 67,40 | 4,21 | -0,47 | 0,16 | 0,85 | 5,32 |
| 10 | 157,30 | 5,06 | -0,31 | 0,15 | 0,00 | 0,01 |
| 11 | 157,42 | 5,06 | -0,15 | 0,15 | 0,00 | 0,00 |
| 12 | 157,45 | 5,06 | -0,01 | 0,15 | 0,00 | 0,00 |
| 13 | 157,47 | 5,06 | 0,14 | 0,15 | 0,13 | 0,87 |
| 14 | 179,95 | 5,19 | 0,30 | 0,16 | 0,00 | 0,00 |
| 15 | 179,98 | 5,19 | 0,46 | 0,18 | 0,12 | 0,66 |
| 16 | 202,47 | 5,31 | 0,64 | 0,21 | 0,44 | 2,06 |
| 17 | 314,77 | 5,75 | 0,85 | 0,31 | 0,66 | 2,13 |
| 18 | 607,37 | 6,41 | 1,16 | | | |
| | 2473,14 | 80,36 | -10,63 | 4,74 | 3,30 | 15,71 |

Untuk menguji distribusi Weibull menggunakan Mann test dapat diuraikan sebagai berikut:

Dengan hipotesis

H_0 = data berdistribusi Weibull

H1 = data tidak berdistribusi

Wilayah kritik : tolak H0 jika $M > M_{table}$

$\alpha = 0,05$ $n = 18$ $M_{table} = 2,25$ (dari table distribusi F)

$$K_1 = \left\lfloor \frac{r}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{18}{2} \right\rfloor = 9 \quad K_2 = \left\lfloor \frac{r-1}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{18-1}{2} \right\rfloor = 8,5 \sim 8$$

$$\ln t_i = \ln 20,61 = 3,03$$

$$Z_1 = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1-0.5}{19+0.25} \right) \right] = -3,58$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z = -2,45 - (-3,58) = 1,12$$

$$M = \frac{K_1 \sum_{i=1}^{K_1+1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)}{K_2 \sum_{i=1}^{r-1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)} = \frac{9(15,71)}{8(15,71)} = 1,125$$

Karena $M < M_{table}$ ($1,12 < 2,64$) maka tolak H1 terima H0 yang menyatakan bahwa data berdistribusi weibull.

4. Uji Kecocokan Distribusi Untuk Data TTR Komponen *Rel Capper*

Hasil perhitungan uji kecocokan data menggunakan Mann test pada data TTR komponen *Rel Capper* dapat dilihat pada Tabel 4.33

Tabel 4. 33 Uji Mann test pada data TTR Komponen *Rel Capper*

| t_i | $\ln t_i$ | Z_i | M_i | $\ln(i+1) - \ln t_i$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ | $\frac{\ln(i+1) - \ln t_i}{M_i}$ |
|-------|-----------|-------|-------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 0,02 | -4,09 | -3,58 | 1,13 | 0,44 | 0,39 |
| 2 | 0,03 | -3,65 | -2,46 | 0,54 | 0,25 | 0,46 |
| 3 | 0,03 | -3,40 | -1,92 | 0,37 | 0,34 | 0,93 |
| 4 | 0,05 | -3,06 | -1,55 | 0,28 | 0,06 | 0,21 |
| 5 | 0,05 | -3,00 | -1,26 | 0,24 | 0,00 | 0,01 |
| 6 | 0,05 | -3,00 | -1,03 | 0,21 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | 0,05 | -3,00 | -0,82 | 0,18 | 0,41 | 2,23 |
| 8 | 0,08 | -2,59 | -0,64 | 0,17 | 0,26 | 1,53 |
| 9 | 0,10 | -2,33 | -0,47 | 0,16 | 0,02 | 0,15 |
| 10 | 0,10 | -2,30 | -0,31 | 0,15 | 0,00 | 0,00 |
| 11 | 0,10 | -2,30 | -0,15 | 0,15 | 0,04 | 0,24 |
| 12 | 0,10 | -2,27 | -0,01 | 0,15 | 0,25 | 1,68 |
| 13 | 0,13 | -2,01 | 0,14 | 0,15 | 0,00 | 0,00 |
| 14 | 0,13 | -2,01 | 0,30 | 0,16 | 0,41 | 2,51 |
| 15 | 0,20 | -1,61 | 0,46 | 0,18 | 0,00 | 0,00 |
| 16 | 0,20 | -1,61 | 0,64 | 0,21 | 0,04 | 0,19 |
| 17 | 0,21 | -1,57 | 0,85 | 0,31 | 0,11 | 0,37 |
| 18 | 0,23 | -1,46 | 1,16 | | | |

| | | | | | | |
|--|------|--------|--------|------|------|-------|
| | 1,86 | -45,25 | -10,63 | 4,74 | 2,64 | 10,90 |
|--|------|--------|--------|------|------|-------|

Untuk menguji distribusi Weibull menggunakan Mann test dapat diuraikan sebagai berikut:

Dengan hipotesis

H0 = data berdistribusi Weibull

H1 = data tidak berdistribusi

Wilayah kritik : tolak H0 jika $M > M_{table}$

$\alpha = 0,05$ $n = 18$ $M_{table} = 2,25$ (dari table distribusi F)

$$K_1 = \left\lfloor \frac{r}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{18}{2} \right\rfloor = 9 \quad K_2 = \left\lfloor \frac{r-1}{2} \right\rfloor = \left\lfloor \frac{18-1}{2} \right\rfloor = 8,5 \sim 8$$

$$\ln t_i = \ln 20,61 = 3,03$$

$$Z_1 = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1-0.5}{19+0.25} \right) \right] = -3,58$$

$$M_i = Z_{i+1} - Z = -2,45 - (-3,58) = 1,12$$

$$M = \frac{K_1 \sum_{k=1}^{K_1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)}{K_2 \sum_{i=1}^{K_2-1} \left(\frac{\ln(t_{i+1}) - \ln(t_i)}{M_i} \right)} = \frac{9(15,71)}{8(15,71)} = 1,125$$

Karena $M < M_{table}$ ($1,12 < 2,64$) maka tolak H1 terima H0 yang menyatakan bahwa data berdistribusi weibull.

Rekapitulasi hasil uji kecocokan data menggunakan Mann test dapat dilihat pada Tabel 4.34

Tabel 4. 34 Rekapitulasi hasil uji Mann Test

| MESIN | Komponen | Data | Mann Test | | | |
|----------------|--------------------|------|-----------|----------|--------------------|-----------------------|
| | | | M tabel | M Hitung | Kesimpulan | Keterangan |
| <i>Blowing</i> | Sensor sensitif | TTR | 1,647 | 1,022 | M hitung < M tabel | Terima H0 Tolak H1 |
| | | TTF | 1,647 | 1,022 | Mhitung < Mtabel | Terima H0 Tolak H1 |
| <i>Filler</i> | <i>Rell Capper</i> | TTR | 2,25 | 1,125 | Mhitung < Mtabel | Terima H0 Tolak H1 |
| | | TTF | 2,25 | 1,125 | Mhitung < Mtabel | Terima H0 Tolak H1 |

Berdasarkan Tabel 4.34 dapat diketahui bahwa data berdistribusi Weibull.

4.2.4.3 Bartlett's Test

Bartlett's test digunakan untuk menguji kecocokan data yang memiliki pola distribusi eksponensial. Adapun data yang memiliki nilai *index of fit* terbesar kedua dan memiliki pola distribusi eksponensial adalah data pada TTF komponen *Rell*

Capper. Berikut adalah hasil uji kecocokan data menggunakan Bartlett's test yang dapat dilihat pada tabel 4.35

Tabel 4. 35 Perhitungan uji Bartlett's test pada data TTF komponen *Rell Capper*

| i | t_i | $\text{Ln } t_i$ |
|-------|---------|------------------|
| 1 | 22,29 | 3,10 |
| 2 | 22,30 | 3,10 |
| 3 | 22,40 | 3,11 |
| 4 | 22,40 | 3,11 |
| 5 | 44,90 | 3,80 |
| 6 | 44,95 | 3,81 |
| 7 | 44,95 | 3,81 |
| 8 | 67,37 | 4,21 |
| 9 | 67,40 | 4,21 |
| 10 | 157,30 | 5,06 |
| 11 | 157,42 | 5,06 |
| 12 | 157,45 | 5,06 |
| 13 | 157,47 | 5,06 |
| 14 | 179,95 | 5,19 |
| 15 | 179,98 | 5,19 |
| 16 | 202,47 | 5,31 |
| 17 | 314,77 | 5,75 |
| 18 | 607,37 | 6,41 |
| Total | 2473,14 | 80,36 |

Berikut adalah uraian dalam uji kecocokan data menggunakan Bartlett's Test

Hipotesis :

H_0 = data berdistribusi Eksponensial

H_1 = data tidak berdistribusi Eksponensial

$$B = \frac{2r \left[\ln \left(\left(\frac{1}{r} \right) \sum_{i=1}^r t_i \right) - \left(\frac{1}{r} \right) \sum_{i=1}^r \ln t_i \right]}{1 + (r + 1)/(6r)}$$

$$= \frac{2(18) \left[\ln \left(\left(\frac{1}{18} \right) 2473,14 \right) - \left(\frac{1}{18} \right) 80,36 \right]}{1 + (18 + 1)/(6(18))} = 14,14$$

Kriteria Uji :

$$\chi_{(0,975;18)}^2 = 16,70 \text{ dan } \chi_{(0,025;18)}^2 = 30,19$$

Didapat bahwa nilai $B (14,14) < \chi_{(0,975;18)}^2 = 16,70$, yang berarti tolak H_0 .

Data tidak berdistribusi Eksponensial.

4.2.5 Estimasi Parameter Distribusi

Setelah dilakukan identifikasi distribusi dan uji kecocokan distribusi, maka selanjutnya dilakukan estimasi parameter distribusi terpilih. Berdasarkan hasil

identifikasi dan uji kecocokan distribusi, seluruh data berdistribusi Weibull. Adapun perhitungan parameternya adalah β dan θ .

4.2.5.1 Estimasi Parameter untuk Data TTF komponen Sensor Sensitif

Estimasi parameter untuk data komponen sensor sensitif yang berdistribusi Weibull dapat diuraikan sebagai berikut:

Data terdapat pada tabel 4.9

$$\bar{x} = 3,73 \quad \bar{y} = -0,56 \quad e = 2,718$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} = \frac{45 \cdot (-65,54) - (167,76) \cdot (-25,18)}{45(647,21) - (167,76)^2} = 1,44$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -0,56 - (1,44)(3,73) = -5,91$$

$$\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)} = e^{-\left(\frac{-5,91}{1,44}\right)} = 61,42$$

$$MTTF = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 61,42 \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,44}\right) = 55,77 \text{ Jam}$$

4.2.5.2 Estimasi Parameter untuk Data TTF komponen Rell Capper

Estimasi parameter untuk data komponen Rell Capper yang berdistribusi Weibull dapat diuraikan sebagai berikut:

Data terdapat pada tabel 4.13

$$\bar{x} = 4,46 \quad \bar{y} = -0,54 \quad e = 2,718$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} = \frac{18 \cdot (-24,78) - (80,36) \cdot (-9,75)}{18(376,16) - (80,36)^2} = 1,07$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -0,54 - (1,07)(4,46) = -5,34$$

$$\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)} = e^{-\left(\frac{-5,34}{1,07}\right)} = 143,73$$

$$MTTF = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 143,73 \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,07}\right) = 139,76 \text{ Jam}$$

4.2.5.3 Estimasi Parameter untuk Data TTR komponen Sensor Sensitif

Estimasi parameter untuk data komponen sensor sensitif yang berdistribusi Weibull dapat diuraikan sebagai berikut:

Data terdapat pada tabel 4.17

$$\bar{x} = -1,85 \quad \bar{y} = -0,56 \quad e = 2,718$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} = \frac{45 \cdot (87,58) - (11,26) \cdot (22,50)}{45(186,80) - (11,26)^2} = 0,44$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -0,56 - (0,44)(-1,85) = 0,26$$

$$\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)} = e^{-\left(\frac{0,26}{0,44}\right)} = 0,55$$

$$MTTR = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 0,55 \Gamma\left(1 + \frac{1}{0,44}\right) = 1,4 \text{ Jam}$$

4.2.5.4 Estimasi Parameter untuk Data TTR komponen Rell Capper

Estimasi parameter untuk data komponen sensor sensitif yang berdistribusi Weibull dapat diuraikan sebagai berikut: Data terdapat pada tabel 4.21

$$\bar{x} = -2,51 \quad \bar{y} = -0,54 \quad e = 2,718$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} = \frac{18 \cdot (39,40) - (-45,25) \cdot (-9,75)}{18(123,67) - (-45,25)^2} = 1,5$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} = -0,54 - (1,5)(-2,51) = 3,23$$

$$\theta = e^{-\left(\frac{a}{b}\right)} = e^{-\left(\frac{3,23}{1,5}\right)} = 0,11$$

$$MTTR = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 0,11 \Gamma\left(1 + \frac{1}{1,5}\right) = 0,10 \text{ Jam}$$

Hasil rekapitulasi perhitungan parameter distribusi dan MTTF/MTTR dapat dilihat pada Tabel 4.36

Tabel 4. 36 Rekapitulasi hasil perhitungan parameter distribusi dan MTTF/MTTR

| MESIN | Komponen | Hasil Estimasi Parameter | |
|----------------|--------------------|--------------------------|--------|
| <i>Blowing</i> | Sensor | MTTR | 1,40 |
| | | MTTF | 55,77 |
| <i>Filler</i> | <i>Rell Capper</i> | MTTR | 0,10 |
| | | MTTF | 139,76 |

4.2.6 Penentuan Interval waktu perawatan

Penentuan interval waktu perawatan menggunakan model *age replacement* untuk mencari nilai *downtime* per satuan waktu terkecil. *Downtime* per satuan waktu didapat dari hasil pembagian antara total *downtime* yang diharapkan per siklus dibagi panjang siklus. Sebelum mencari interval waktu perawatan, tahapan sebelumnya adalah mencari nilai keandalan. Nilai keandalan didapat dari hasil perhitungan menggunakan persamaan berdasarkan distribusi terpilih. Berdasarkan hasil perhitungan nilai *index of fit* dan uji kecocokan data diketahui bahwa data

berdistribusi Weibull, dengan demikian penentuan nilai keandalan menggunakan persamaan distribusi Weibull. Persamaan yang dipakai untuk mencari nilai keandalan terdapat pada persamaan II.2. untuk mencari nilai *downtime* per satuan waktu menggunakan persamaan II.44.

4.2.6.1 Penentuan Interval Waktu Perawatan *Preventive Mesin Blowing*

Berikut ini adalah penentuan interval waktu perawatan untuk mesin *blowing* dengan ketentuan sebagai berikut :

$$\beta = 1,44 \quad \theta = 61,42 = 3685,17 \text{ menit}$$

$$MTTF = 55,77 \text{ jam} = 3346,10 \text{ menit} \quad T_p = 60 \text{ menit}$$

$$T_f = MTTR = 1,40 \text{ jam} = 84 \text{ menit} \quad (\text{data pada tabel 4.34})$$

Nilai keandalan :

$$R_{(t_p)} = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} = e^{-\left(\frac{1860}{3685,17}\right)^{1,44}} = 0,687$$

$$M_{(t_p)} = \frac{MTTF}{1 - R_{(t_p)}} = \frac{3346,10}{0,312} = 10707$$

Downtime per satuan waktu $D_{(t_p)}$

$$D_{(t_p)} = \frac{T_p(R_{(t_p)}) + T_f[1 - R_{(t_p)}]}{(t_p + T_p) + [M(t_p) + T_f][1 - R_{(t_p)}]}$$

$$\frac{60(0,687) + 84[0,312]}{(1860 + 60) + [0,312 + 84][0,312]} = 0,01438526$$

Hasil rekapitulasi penentuan interval waktu perawatan mesin *Blowing* dengan model *Age replacement* dapat dilihat pada tabel 4.37.

Tabel 4. 37 Penentuan interval waktu perawatan preventive mesin *Blowing*

| t | $R(t_p)$ | $1 - R(t_p)$ | M | $D(t_p)$ |
|-----|------------|--------------|-----------|------------|
| 60 | 0,99729554 | 0,00270446 | 1237253,4 | 0,01732972 |
| 120 | 0,99270132 | 0,00729868 | 458453,4 | 0,01706902 |
| 180 | 0,98697462 | 0,01302538 | 256891,0 | 0,01682796 |
| 240 | 0,9803798 | 0,0196202 | 170543,8 | 0,01660437 |
| 300 | 0,97307157 | 0,02692843 | 124259,1 | 0,01639678 |
| 360 | 0,96515655 | 0,03484345 | 96032,5 | 0,016204 |
| 780 | 0,89797388 | 0,10202612 | 32796,5 | 0,01519812 |
| 840 | 0,88719123 | 0,11280877 | 29661,7 | 0,01509548 |
| 900 | 0,87620323 | 0,12379677 | 27029,0 | 0,01500149 |

| | | | | |
|------|------------|------------|---------|------------|
| 960 | 0,8650334 | 0,1349666 | 24792,1 | 0,0149157 |
| 1020 | 0,85370345 | 0,14629655 | 22872,1 | 0,01483769 |
| 1080 | 0,8422335 | 0,1577665 | 21209,2 | 0,01476707 |
| 1140 | 0,83064226 | 0,16935774 | 19757,6 | 0,01470349 |
| 1200 | 0,81894719 | 0,18105281 | 18481,4 | 0,01464661 |
| 1260 | 0,80716463 | 0,19283537 | 17352,1 | 0,01459611 |
| 1320 | 0,79530991 | 0,20469009 | 16347,2 | 0,01455169 |
| 1380 | 0,78339739 | 0,21660261 | 15448,1 | 0,01451309 |
| 1440 | 0,77144061 | 0,22855939 | 14640,0 | 0,01448003 |
| 1500 | 0,75945229 | 0,24054771 | 13910,4 | 0,01445228 |
| 1560 | 0,74744443 | 0,25255557 | 13249,0 | 0,01442961 |
| 1620 | 0,73542833 | 0,26457167 | 12647,2 | 0,0144118 |
| 1680 | 0,72341464 | 0,27658536 | 12097,9 | 0,01439864 |
| 1740 | 0,71141343 | 0,28858657 | 11594,8 | 0,01438995 |
| 1800 | 0,69943418 | 0,30056582 | 11132,7 | 0,01438555 |
| 1860 | 0,68748583 | 0,31251417 | 10707,0 | 0,01438526 |
| 1920 | 0,67557682 | 0,32442318 | 10314,0 | 0,01438892 |
| 1980 | 0,6637151 | 0,3362849 | 9950,2 | 0,01439638 |
| 2040 | 0,65190816 | 0,34809184 | 9612,7 | 0,01440749 |
| 2100 | 0,64016305 | 0,35983695 | 9298,9 | 0,01442213 |

Lanjutan Tabel 4.37 Penentuan interval waktu perawatan preventive mesin *Blowing*

| t | $R(t_p)$ | $1 - R(t_p)$ | M | $D(t_p)$ |
|------|------------|--------------|--------|------------|
| 2160 | 0,62848642 | 0,37151358 | 9006,7 | 0,01444015 |
| 2220 | 0,61688448 | 0,38311552 | 8733,9 | 0,01446143 |
| 2280 | 0,60536311 | 0,39463689 | 8478,9 | 0,01448585 |
| 2340 | 0,59392779 | 0,40607221 | 8240,2 | 0,01451331 |
| 2400 | 0,58258367 | 0,41741633 | 8016,2 | 0,01454369 |
| 2580 | 0,54914495 | 0,45085505 | 7421,7 | 0,01465136 |
| 2640 | 0,53821056 | 0,46178944 | 7246,0 | 0,01469244 |
| 2700 | 0,52738832 | 0,47261168 | 7080,0 | 0,01473598 |
| 2760 | 0,5166816 | 0,4833184 | 6923,2 | 0,01478188 |
| 2820 | 0,50609345 | 0,49390655 | 6774,8 | 0,01483007 |
| 2880 | 0,4956267 | 0,5043733 | 6634,2 | 0,01488046 |
| 2940 | 0,48528395 | 0,51471605 | 6500,9 | 0,01493299 |
| 3000 | 0,47506756 | 0,52493244 | 6374,4 | 0,01498757 |
| 3060 | 0,46497966 | 0,53502034 | 6254,2 | 0,01504415 |
| 3120 | 0,45502218 | 0,54497782 | 6139,9 | 0,01510264 |
| 3180 | 0,44519686 | 0,55480314 | 6031,2 | 0,01516299 |
| 3240 | 0,43550522 | 0,56449478 | 5927,6 | 0,01522513 |
| 3300 | 0,42594862 | 0,57405138 | 5828,9 | 0,01528900 |
| 3346 | 0,41871407 | 0,58128593 | 5756,4 | 0,01533909 |

4.2.6.2 Penentuan Interval Waktu Perawatan *Preventive Mesin Filler*

Berikut ini adalah penentuan interval waktu perawatan untuk mesin *Filler* dengan ketentuan sebagai berikut :

$$\beta = 1,08 \quad \theta = 143,74 = 8624,27 \text{ menit} \quad (\text{data pada tabel 4.34})$$

$$MTTF = 139,76 \text{ jam} = 8385,7 \text{ menit}$$

$$T_p = 6,19 \text{ menit}$$

$$T_f = MTTR = 0,10 \text{ jam} = 6 \text{ menit}$$

Nilai keandalan :

$$R_{(tp)} = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^\beta} = e^{-\left[\left(\frac{7920}{8624,27}\right)^{1,08}\right]} = 0,398$$

$$M_{(tp)} = \frac{MTTF}{1 - R_{(tp)}} = \frac{8385}{0,601} = 13942,8$$

Downtime per satuan waktu $D_{(tp)}$

$$D_{(tp)} = \frac{T_p(R_{(tp)}) + T_f[1 - R_{(tp)}]}{(t_p + T_p) + [M(t_p) + T_f][1 - R_{(tp)}]}$$

$$= \frac{6,19(0,398) + 6[0,601]}{(8624,27 + 6) + [0,601 + 6,19][0,601]} = 0,00053988$$

Rekapitulasi penentuan interval waktu perawatan mesin *Filler* dapat dilihat pada Tabel 4.38.

Tabel 4. 38 Penentuan interval waktu perawatan preventive mesin *Filler*

| t | $R(t_p)$ | $1 - R(t_p)$ | M | $D(t_p)$ |
|------|----------|--------------|-----------|------------|
| 60 | 0,995229 | 0,004771 | 1757718,9 | 0,00073259 |
| 120 | 0,989973 | 0,010027 | 836283,5 | 0,00072756 |
| 180 | 0,984534 | 0,015466 | 542211,6 | 0,00072267 |
| 240 | 0,978986 | 0,021014 | 399049,0 | 0,00071789 |
| 300 | 0,973363 | 0,026637 | 314810,8 | 0,00071324 |
| 360 | 0,967687 | 0,032313 | 259512,0 | 0,00070870 |
| 420 | 0,961972 | 0,038028 | 220514,7 | 0,00070428 |
| 480 | 0,95623 | 0,04377 | 191584,7 | 0,00069997 |
| 540 | 0,950468 | 0,049532 | 169297,5 | 0,00069576 |
| 600 | 0,944692 | 0,055308 | 151618,5 | 0,00069167 |
| 660 | 0,938908 | 0,061092 | 137263,9 | 0,00068767 |
| 720 | 0,93312 | 0,06688 | 125384,6 | 0,00068377 |
| 780 | 0,927332 | 0,072668 | 115396,9 | 0,00067997 |
| 840 | 0,921546 | 0,078454 | 106886,4 | 0,00067627 |
| 900 | 0,915765 | 0,084235 | 99550,9 | 0,00067265 |
| 960 | 0,909991 | 0,090009 | 93165,3 | 0,00066912 |
| 1140 | 0,892733 | 0,107267 | 78176,2 | 0,00065905 |
| 1200 | 0,887007 | 0,112993 | 74214,3 | 0,00065586 |

| | | | | |
|------|----------|----------|---------|------------|
| 1260 | 0,881296 | 0,118704 | 70643,7 | 0,00065274 |
| 1320 | 0,875601 | 0,124399 | 67409,8 | 0,00064969 |
| 1380 | 0,869924 | 0,130076 | 64467,6 | 0,00064672 |
| 1440 | 0,864265 | 0,135735 | 61779,9 | 0,00064382 |
| 1500 | 0,858625 | 0,141375 | 59315,3 | 0,00064099 |
| 1560 | 0,853005 | 0,146995 | 57047,6 | 0,00063823 |
| 1620 | 0,847406 | 0,152594 | 54954,3 | 0,00063553 |
| 1680 | 0,841828 | 0,158172 | 53016,3 | 0,00063290 |
| 1740 | 0,836272 | 0,163728 | 51217,1 | 0,00063033 |
| 1800 | 0,830738 | 0,169262 | 49542,6 | 0,00062782 |
| 1860 | 0,825227 | 0,174773 | 47980,4 | 0,00062537 |
| 1920 | 0,819739 | 0,180261 | 46519,7 | 0,00062297 |
| 1980 | 0,814275 | 0,185725 | 45151,1 | 0,00062064 |
| 2040 | 0,808834 | 0,191166 | 43866,2 | 0,00061836 |
| 2100 | 0,803419 | 0,196581 | 42657,7 | 0,00061613 |
| 2160 | 0,798028 | 0,201972 | 41519,1 | 0,00061395 |
| 2220 | 0,792662 | 0,207338 | 40444,5 | 0,00061183 |
| 2280 | 0,787321 | 0,212679 | 39428,9 | 0,00060975 |
| 2340 | 0,782005 | 0,217995 | 38467,5 | 0,00060773 |
| 2400 | 0,776716 | 0,223284 | 37556,2 | 0,00060575 |

Lanjutan Tabel 4.37 Penentuan interval waktu perawatan preventive mesin *Filler*

| t | $R(t_p)$ | $1 - R(t_p)$ | M | $D(t_p)$ |
|------|----------|--------------|---------|------------|
| 2460 | 0,771452 | 0,228548 | 36691,2 | 0,00060382 |
| 2520 | 0,766214 | 0,233786 | 35869,2 | 0,00060193 |
| 2580 | 0,761003 | 0,238997 | 35087,0 | 0,00060009 |
| 7740 | 0,410585 | 0,589415 | 14227,2 | 0,00054001 |
| 7800 | 0,407549 | 0,592451 | 14154,2 | 0,00053999 |
| 7860 | 0,404533 | 0,595467 | 14082,6 | 0,00053998 |
| 7920 | 0,401537 | 0,598463 | 14012,1 | 0,00053998 |
| 7980 | 0,398563 | 0,601437 | 13942,8 | 0,00053998 |
| 8040 | 0,395608 | 0,604392 | 13874,6 | 0,00054000 |
| 8100 | 0,392674 | 0,607326 | 13807,6 | 0,00054003 |
| 8160 | 0,38976 | 0,61024 | 13741,6 | 0,00054006 |
| 8220 | 0,386866 | 0,613134 | 13676,8 | 0,00054010 |
| 8280 | 0,383992 | 0,616008 | 13613,0 | 0,00054016 |
| 8340 | 0,381137 | 0,618863 | 13550,2 | 0,00054022 |
| 8400 | 0,378303 | 0,621697 | 13488,4 | 0,00054028 |
| 8460 | 0,375487 | 0,624513 | 13427,6 | 0,00054036 |
| 8520 | 0,372692 | 0,627308 | 13367,8 | 0,00054044 |

| | | | | |
|------|----------|----------|---------|------------|
| 8580 | 0,369916 | 0,630084 | 13308,9 | 0,00054053 |
| 8624 | 0,367892 | 0,632108 | 13266,2 | 0,00054060 |

Berdasarkan hasil perhitungan nilai *downtime* per satuan waktu untuk masing-masing didapat waktu perawatan preventive untuk mesin *blowing* adalah setiap 1860 menit atau setiap 31 jam. Interval waktu perawatan preventive untuk mesin *Filler* adalah setiap 7980 menit atau setiap 133 jam.

4.2.7 Perhitungan Biaya Perawatan

Biaya merupakan faktor yang sangat dipertimbangkan dalam hal membuat keputusan. Upaya menentukan interval waktu perawatan mesin juga harus mempertimbangkan faktor biaya. Perhitungan biaya perawatan meliputi biaya tenaga kerja, biaya kerugian produksi, dan biaya komponen.

1. Biaya Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan biaya yang dikeluarkan untuk para teknisi yang melakukan kegiatan perawatan. Biaya ini di asumsikan dari besaran upah per bulan yang di terima dari perusahaan dengan jam kerja 8 jam selama 6 hari/minggu.

Berikut perhitungannya :

1. Jumlah tenaga kerja : 7 orang
2. Biaya tenaga kerja/bulan : Rp. 49.000.000
3. Biaya tenaga kerja/ hari : Rp. 2.041.666
4. Biaya tenaga kerja/jam/orang : Rp. 255.208

2. Biaya Kerugian Produksi

Biaya kerugian produksi adalah biaya yang disebabkan karena berhentinya kegiatan produksi. Terhentinya kegiatan produksi dapat diakibatkan karena adanya kerusakan mesin, kegiatan perawatan atau hal yang tidak terduga. Berikut adalah perhitungan kerugian produksi yang diakibatkan oleh adanya kegiatan perawatan mesin.

Kapasitas produksi/jam = 28.000 botol/jam (dari tabel 4.2)

Jika diasumsikan biaya produksi per botol Rp. 700. Maka kerugian produksi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kerugian produksi} &= \text{kapasitas produksi} \times \text{biaya produksi/botol} \\ &= 28.000 \times 700 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 19.600.000/\text{jam}$$

3. Biaya Komponen

Biaya komponen adalah biaya yang mesti dikeluarkan jika komponen pada mesin harus dilakukan pergantian. Biaya komponen untuk masing-masing mesin diasumsikan sebagai berikut.

Tabel 4. 39 Biaya komponen masing-masing mesin

| No | Mesin | Komponen | Harga |
|----|----------------|-------------------|---------------|
| 1 | <i>Blowing</i> | Sensor sensitif | Rp. 8.500.000 |
| 2 | <i>Filler</i> | <i>Rel Capper</i> | Rp. 6.000.000 |

4.2.7.1 Perhitungan Biaya Perawatan Mesin *Blowing*

Berikut adalah perhitungan biaya perawatan pada mesin *blowing* dengan menggunakan persamaan II.46 dan II.47

Diketahui:

Biaya komponen : Rp. 8.500.000

Biaya teknisi : Rp. 255.208,33 / jam

Biaya produksi : Rp. 19.600.000/jam

T_f : 84 menit = 1,40 jam

T_p : 60 menit = 1 jam

$$C_f = [\text{Biaya komponen} + (\text{Biaya tenaga teknisi} + \text{biaya kerugian produksi}) \times T_f]$$

$$= 8.500.000 + (255.208 + 19.600.000) \times 1.40$$

$$= \text{Rp. } 36.297.291,66$$

$$C_p = [\text{Biaya komponen} + (\text{Biaya tenaga teknisi} + \text{Biaya kerugian produksi}) \times T_p]$$

$$= 8.500.000 + (255.208 + 19.600.000) \times 1)$$

$$= \text{Rp. } 28.355.208$$

Biaya komponen hanya berlaku jika saat terjadi kerusakan atau pada saat kegiatan perawatan memerlukan adanya pergantian komponen. Jika hanya dilakukan perbaikan atau perawatan mesin tanpa adanya pergantian komponen maka biaya komponen dianggap tidak ada sehingga :

$$C_f = \text{Rp. } 36.297.291,66 - \text{Rp. } 8.500.000 = \text{Rp. } 27.797.291$$

$$C_p = \text{Rp. } 28.355.208,33 - \text{Rp. } 8.500.000 = \text{Rp. } 19.855.208$$

4.2.7.2 Perhitungan Biaya Perawatan Mesin *Filler*

Berikut adalah perhitungan biaya perawatan pada mesin *blowing* dengan menggunakan persamaan II.46 dan II.47

Diketahui :

Biaya komponen : Rp. 6.000.000

Biaya teknisi : Rp. 255.208 / jam (7 orang)

Biaya kerugian produksi : Rp. 19.600.000

T_f : 6 menit = 0,10 jam

T_p : 6.19 menit = 0,103 jam

$$\begin{aligned} C_f &= [\text{Biaya komponen} + (\text{Biaya tenaga teknisi} + \text{biaya kerugian produksi}) \times T_f] \\ &= 6.000.000 + (255.208 + 19.600.00) \times 0,10 \\ &= \text{Rp. 7.985.520,833} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_p &= [\text{Biaya komponen} + (\text{Biaya tenaga teknisi} + \text{Biaya kerugian produksi}) \times T_p] \\ &= 6.000.000 + (255.208,33 + 19.600.00) \times 0,103 \\ &= \text{Rp. 8.045.086,46} \end{aligned}$$

Sama halnya dengan mesin *blowing*, biaya komponen hanya berlaku jika saat terjadi kerusakan atau pada saat kegiatan perawatan memerlukan adanya pergantian komponen. Jika hanya dilakukan perbaikan atau perawatan mesin tanpa adanya pergantian komponen maka biaya komponen dianggap tidak ada sehingga :

$$C_f = \text{Rp. 7.985.520} - \text{Rp. 6.000.000} = \text{Rp. 1.985.520}$$

$$C_p = \text{Rp. 8.045.086} - \text{Rp. 6.000.000} = \text{Rp. 2.045.086}$$

4.2.8 Pemilihan Interval waktu perawatan terbaik

Interval waktu perawatan setiap mesin berbeda, sama halnya dengan biaya perawatan itu sendiri. Jika kegiatan perawatan dilakukan berdasarkan interval perawatan masing-masing mesin maka akan menimbulkan waktu yang lebih lama dan juga biaya yang lebih mahal. Tahap ini merupakan upaya mencari alternatif terbaik untuk menentukan interval waktu perawatan. Berikut ini adalah pemilihan interval waktu perawatan terbaik untuk kedua mesin.

Berdasarkan hasil uji *trial* dan *error* dengan model *age replacement* didapat hasil bahwa interval waktu perawatan mesin *blowing* adalah setiap 1860 menit atau

setiap 31 jam. Interval waktu perawatan preventive untuk mesin *Filler* adalah setiap 7980 menit atau setiap 133 jam.

Untuk mesin *blowing* yang memiliki interval waktu perawatan setiap 31 jam sekali, maka dalam sebulan dilakukan perawatan sebanyak 23 kali dengan sekali perawatan memakan waktu 1 jam. Berikut adalah hasil pemetaan interval waktu perawatan ke dalam bentuk jadwal yang dapat dilihat pada Tabel 4.39

Tabel 4. 40 Waktu perawatan untuk mesin *Blowing*

| No | Tanggal | Interval & lama waktu perawatan (jam) | waktu perawatan |
|----|------------|---------------------------------------|-----------------|
| | 01/01/2019 | 0:00:00 | |
| | 02/01/2019 | 31:00:00 | 07:00 |
| 1 | 02/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 03/01/2019 | 31:00:00 | 15:00 |
| 2 | 03/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 04/01/2019 | 31:00:00 | 23:00 |
| 3 | 05/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 06/01/2019 | 31:00:00 | 07:00 |
| 4 | 06/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 07/01/2019 | 31:00:00 | 15:00 |

Lanjutan Tabel 4.40 Waktu perawatan untuk mesin *Blowing*

| No | Tanggal | Interval & lama waktu perawatan (jam) | waktu perawatan |
|----|------------|---------------------------------------|-----------------|
| 5 | 07/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 08/01/2019 | 31:00:00 | 23:00 |
| 6 | 09/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 10/01/2019 | 31:00:00 | 07:00 |
| 7 | 10/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 11/01/2019 | 31:00:00 | 15:00 |
| 8 | 11/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 12/01/2019 | 31:00:00 | 23:00 |
| 9 | 13/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 14/01/2019 | 31:00:00 | 07:00 |
| 10 | 14/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 15/01/2019 | 31:00:00 | 15:00 |
| 11 | 15/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 16/01/2019 | 31:00:00 | 23:00 |
| 12 | 17/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 18/01/2019 | 31:00:00 | 07:00 |
| 13 | 18/01/2019 | 1:00:00 | |

| | | | |
|----|------------|----------|-------|
| | 19/01/2019 | 31:00:00 | 15:00 |
| 14 | 19/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 20/01/2019 | 31:00:00 | 23:00 |
| 15 | 21/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 22/01/2019 | 31:00:00 | 07:00 |
| 16 | 22/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 23/01/2019 | 31:00:00 | 15:00 |
| 17 | 23/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 24/01/2019 | 31:00:00 | 23:00 |
| 18 | 25/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 26/01/2019 | 31:00:00 | 07:00 |
| 19 | 26/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 27/01/2019 | 31:00:00 | 15:00 |
| 20 | 27/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 28/01/2019 | 31:00:00 | 23:00 |
| 21 | 29/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 30/01/2019 | 31:00:00 | 07:00 |
| 22 | 30/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 31/01/2019 | 31:00:00 | 15:00 |
| 23 | 31/01/2019 | 1:00:00 | |

*Waktu diasumsikan pada bulan januari 2019

Pada mesin *Filler* yang memiliki interval waktu perawatan setiap 133 jam maka dalam sebulan dilakukan perawatan sebanyak 5 kali dengan sekali perawatan memakan waktu 1 jam. Hasil pemetaan interval waktu perawatan ke dalam bentuk jadwal dapat dilihat pada Tabel 4.41

Tabel 4. 41 Waktu perawatan untuk mesin *Filler*

| No | Tanggal | Interval & waktu perawatan (jam) | waktu perawatan |
|----|------------|----------------------------------|-----------------|
| | 01/01/2019 | 0:00:00 | |
| | 06/01/2019 | 133:00:00 | 13:00:00 |
| 1 | 06/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 12/01/2019 | 133:00:00 | 03:00:00 |
| 2 | 12/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 17/01/2019 | 133:00:00 | 17:00:00 |
| 3 | 17/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 23/01/2019 | 133:00:00 | 07:00:00 |
| 4 | 23/01/2019 | 1:00:00 | |
| | 28/01/2019 | 133:00:00 | 21:00:00 |
| 5 | 28/01/2019 | 1:00:00 | |

*Waktu diasumsikan pada bulan januari 2019

Berdasarkan hasil penentuan interval waktu perawatan maka didapat tiga alternatif yang dapat dipilih, yaitu :

1. Alternatif 1: Perawatan mesin *filler* dimajukan dan dilakukan bersamaan dengan perawatan mesin *blowing*, maka akan ada lima kali kegiatan perawatan dalam satu minggu. Adapun untuk perhitungan biaya berdasarkan alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 4.43

Tabel 4. 42 Perhitungan biaya alternatif 1

| Biaya teknisi/jam (Rp) | Biaya produksi/jam (Rp) | estimasi lama perawatan /minggu (jam) | Total Biaya (Rp) | Nilai keandalan | |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------|-----------------|--------------|
| | | | | Mesin Blowing | Mesin Filler |
| 255.208 | 19.600.000 | 5 | 99.276.041 | 68% | 82% |

2. Alternatif 2: Perawatan dilakukan secara masing-masing sesuai dengan jadwal yang telah dibuat. Penerapan alternatif ini akan membuat frekuensi perawatan akan bertambah karena adanya perbedaan waktu perawatan. Perhitungan biaya berdasarkan alternatif 2 dapat dilihat pada tabel 4.43

Tabel 4. 43 Perhitungan biaya alternatif 2

| Biaya teknisi/jam (Rp) | Biaya produksi/jam (Rp) | estimasi lama perawatan /minggu (jam) | Total Biaya (Rp) | Nilai keandalan | |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------|-----------------|--------------|
| | | | | Mesin Blowing | Mesin Filler |
| 255.208 | 19.600.000 | 6 | 119.131.250 | 68% | 39% |

3. Alternatif 3: Perawatan mesin *blowing* dimundurkan dan dilakukan bersamaan dengan mesin *filler*. Penerapan alternatif ini tidak mungkin dilakukan karena pada dasarnya mesin *blowing* memiliki rata-rata waktu antar kerusakan yang lebih pendek. Jika tetap diterapkan, maka akan menambah kemungkinan akan terjadinya kerusakan mesin yang tinggi walaupun estimasi lama perawatan akan lebih rendah. Perhitungan biaya perawatan alternatif 3 dapat dilihat pada Tabel 4.44.

Tabel 4. 44 Perhitungan biaya perawatan alternatif 3

| Biaya teknisi/jam (Rp) | Biaya produksi/jam (Rp) | estimasi lama perawatan /minggu (jam) | Total Biaya (Rp) | Nilai keandalan | |
|------------------------|-------------------------|---------------------------------------|------------------|-----------------|--------------|
| | | | | Mesin Blowing | Mesin Filler |
| 255.208,33 | 19.600.000 | 1 | 19.855.208,3 | 5% | 39% |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

Dikarenakan hasil pemetaan interval waktu perawatan berdasarkan pada tabel 4.40 dan 4.41, kegiatan perawatan terjadi pada hari yang sama dan hanya terpaut beberapa jam. Perbedaan waktu perawatan yang terpaut lima jam, jika perawatan dilakukan secara masing-masing sesuai yang dijadwalkan maka akan menambah waktu perawatan yang semakin lama, disamping itu ada kerugian produksi yang harus ditanggung karena dilakukan perawatan secara masing-masing.

Dikarenakan perawatan untuk masing-masing mesin terjadi pada hari yang sama, maka alternatif terbaik untuk mengatasi perbedaan waktu perawatan adalah alternatif 1, selain efektif dalam penggunaan waktu, juga dapat meningkatkan nilai keandalan mesin karena perawatan dilakukan lebih sering. Perawatan mesin *blowing* dijadwalkan pada pukul 07.00 sementara mesin *Filler* dijadwalkan pada pukul 13.00, maka waktu terbaik untuk dilakukannya perawatan adalah di pagi hari yaitu pukul 07.00, dengan demikian perawatan mesin *Filler* akan bersamaan dengan mesin *blowing* sehingga tidak akan terjadinya penambahan waktu perawatan.