

## BAB IV

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 4.1 Sejarah Perusahaan

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

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

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

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

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

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

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

Fasilitas dasar ini meliputi :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

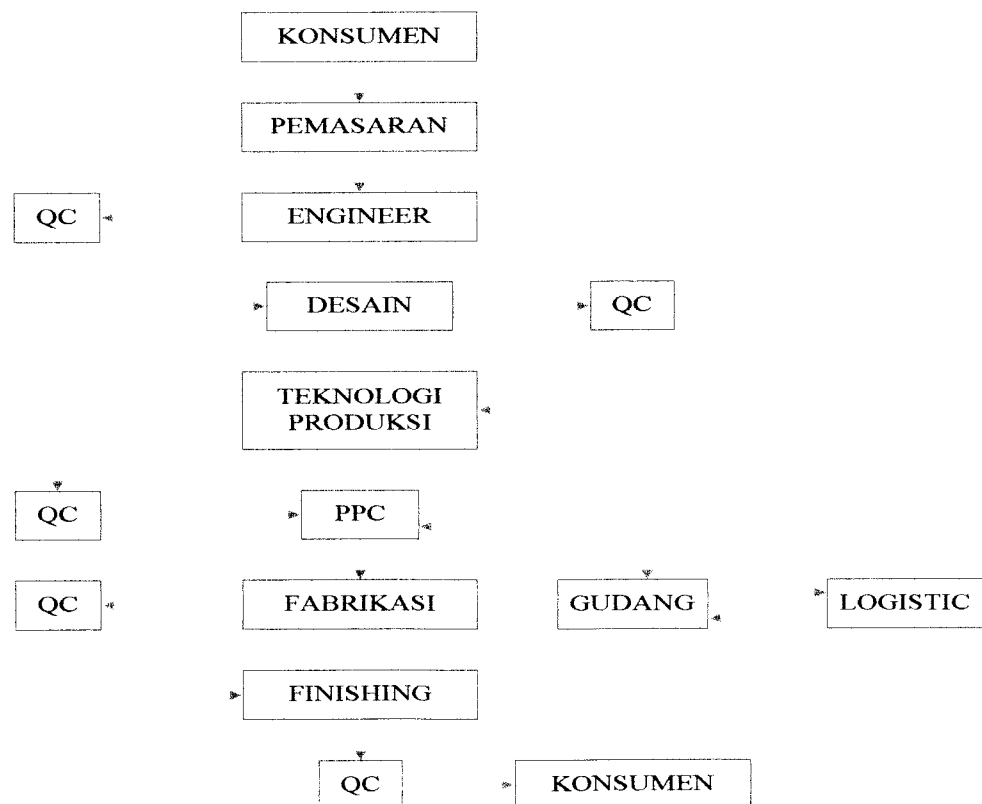
### **4.3 Proses Produksi**

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

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

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

Alur proses produksi dapat di gambarkan sebagai berikut :



Gambar 4.1. Alur Proses Produksi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabel 4.1.a Data Frekuensi Kerusakan mesin

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

Tabel 4.1.b Data stop hour mesin

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

#### 4.5 Penentuan Mesin Kritis

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



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

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

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

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

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

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

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

#### 4.7 Penentuan Komponen Kritis

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

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

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

#### 4.8 Pengolahan Data

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

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

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

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

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

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

Contoh perhitungan :

1. Perhitungan *TTR*

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

2. Perhitungan *TTF*

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

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

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

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

##### a. Index Of Fit TTF

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

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

##### 1. Distribusi Weibul

Tabel 4.4 Tabel Perhitungan Distribusi Weibull TTF

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

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

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

Contoh Perhitungan :

Banyaknya data interval kerusakan = n = 55

$$i=1$$

$$x_i = \ln t_i$$

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

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

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

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

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

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

## 2. Distribusi Normal

Tabel 4.5 Tabel Perhitungan Distribusi Normal *TTF*

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

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



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

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 55$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 7,33$$

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

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

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

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

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

### 3. Distribusi Exponensial

Tabel 4.6 Tabel Perhitungan Distribusi Exponensial *TTF*

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

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

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

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 55$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 7,33$$

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

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

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

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

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

#### 4. Distribusi Log Normal

Tabel 4.7 Tabel Perhitungan Distribusi Log Normal *TTF*

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

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

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 55$

$$x_i = \ln t_i$$

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

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

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

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

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

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

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

Tabel 4.8 Hasil perhitungan Index Of Fit *TTF*

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

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

#### b. Perhitungan *MTTF*

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

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

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

$$b = 1,580$$

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

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

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

$$a = -6,8526$$

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

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

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

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

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

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

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

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

### 4.8.3 Perhitungan Time To Repair (TTR)

#### a. Index Of Fit TTR

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

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

#### 1. Distribusi Weibul

Tabel 4.9 Tabel Perhitungan Distribusi Weibull TTR

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

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



Contoh Perhitungan :

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 56$

$i=1$

$$x_i = \ln t_i$$

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

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

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

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

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

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

## 2. Untuk Distribusi Normal

Tabel 4.10 Tabel Perhitungan Distribusi Normal *TTR*

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

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

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 56$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 0,67$$

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

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

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

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

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

### 3. Distribusi Eksponensial

Tabel 4.11 Tabel Perhitungan Distribusi Eksponensial *TTR*

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

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

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 56$

$$x_i = t_i$$

$$x_1 = 0,67$$

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

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

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

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

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

#### 4. Distribusi Log Normal

Tabel 4.12 Tabel Perhitungan Distribusi Log Normal *TTR*

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

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

Contoh Perhitungan :

$$i = 1$$

Banyaknya data interval kerusakan =  $n = 56$

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

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

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

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

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

Tabel 4.13 Hasil perhitungan *Index Of Fit TTR*

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

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

## b. Perhitungan *MTTR*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 4.8.4 Perhitungan Tingkat Keandalan Komponen Kritis

Perhitungan dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keandalan komponen mesin kritis.

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

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

#### 4.8.5 Frekuensi Dan Interval Waktu Pemeriksaan

Komponen Blade rata – rata waktu pemeriksaan adalah 60 Menit.

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

Frekuensi kerusakan komponen = 56 kali

Jangka Waktu kerusakan = 24 bulan

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



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

**Perbaikan  $\mu$**

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

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

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

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

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

**Pemeriksaan (1/i)**

Waktu untuk melakukan pemeriksaan = 60 menit atau 1 jam

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Jam kerja per bulan = 160 jam / bulan, waktu rata – rata kerusakan komponen

*Blade* adalah setiap 69,3755 Jam.

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

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

$$TC_r = B \times C_r$$

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

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

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

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

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