BAB IV
HASIL DAN ANALISIS

4.1 Data Hasil Pengujian

Pengujian yang dilakukan menguji masa hidup baterai dengan alat uji masa hidup baterai yang telah dirancang dan dimplementasikan. Pengujian dilakukan saat baterai pertama dibuka dari kemasan sampai tidak dapat menghidupkan beban menyalakan bohlam.



Gambar 4.1. Dua Jenis baterai XYZ yang diuji

Dalam penelitian ini penulis mengistilahkan baterai merek XYZ jenis *Dry cell* dengan sebutan baterai XYZ *dry cell* dan baterai merek XYZ jenis *Super power* dengan sebutan Baterai XYZ *super power*. Berikut data hasil pengujian masa hidup baterai merek XYZ *dry cell*:

Tabel 4.1.1 Data pengujian masa hidup baterai merek XYZ *dry cell*

No	Baterai	Jenis	Lifetime (jam)	Menit
1	L1	*Dry cell*	5:54:21	354,35
2	L2	*Dry cell*	5:42:52	342,87
3	L3	*Dry cell*	4:39:45	279,75
4	L4	*Dry cell*	4:59:42	299,70
5	L5	*Dry cell*	5:25:19	325,32
6	L6	*Dry cell*	5:43:43	343,72
7	L7	*Dry cell*	5:30:15	330,25

Tabel lanjutan 4.1.1 Data pengujian masa hidup baterai merek XYZ *dry cell*

No	Baterai	Jenis	Lifetime (jam)	Menit
8	L8	*Dry cell*	5:44:42	344,70
9	L9	*Dry cell*	5:26:51	326,85
10	L10	*Dry cell*	6:00:46	360,77
11	L11	*Dry cell*	5:28:12	328,20
12	L12	*Dry cell*	5:11:23	311,38
13	L13	*Dry cell*	5:12:09	312,15
14	L14	*Dry cell*	3:36:14	216,23
15	L15	*Dry cell*	4:03:39	243,65
16	L16	*Dry cell*	5:11:59	311,98
17	L17	*Dry cell*	6:03:46	363,77
18	L18	*Dry cell*	5:30:01	330,02
19	L19	*Dry cell*	5:49:16	349,27
20	L20	*Dry cell*	5:30:15	330,25

Berikut data hasil pengujian baterai XYZ *super power*:

Tabel 4.1.2 Data hasil pengujian masa hidup baterai XYZ *super power*

No	Baterai	Jenis	Lifetime (jam)	Menit
1	L1	*Super power*	5:39:51	339,85
2	L2	*Super power*	5:49:56	349,93
3	L3	*Super power*	6:40:16	400,27
4	L4	*Super power*	6:12:43	372,72
5	L5	*Super power*	5:44:02	344,03
6	L6	*Super power*	5:54:02	354,03
7	L7	*Super power*	5:55:11	355,18
8	L8	*Super power*	6:03:01	363,02
9	L9	*Super power*	5:45:44	345,73
10	L10	*Super power*	6:35:23	395,38
11	L11	*Super power*	5:11:21	311,35
12	L12	*Super power*	6:08:48	368,80

Tabel lajutan 4.1.2 data hasil pengujian masa hidup baterai XYZ *super power*

No	Baterai	Jenis	Lifetime (jam)	Menit
13	L13	*Super power*	5:24:04	324,07
14	L14	*Super power*	6:52:47	412,78
15	L15	*Super power*	5:05:41	305,68
16	L16	*Super power*	5:45:45	345,75
17	L17	*Super power*	4:16:54	256,90
18	L18	*Super power*	5:45:02	345,03
19	L19	*Super power*	5:11:02	311,03
20	L20	*Super power*	5:40:11	340,18

4.2 Analisis

Reliabilitas atau keandalan baterai diartikan sebagai peluang suatu baterai akan melaksanakan fungsinya dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi yang diberikan. Oleh karena itu, baterai dikatakan mengalami kegagalan jika baterai tersebut berhenti melakukan fungsinya.

Dalam penelitian ini memanfaat *software* Minitab untuk mengolah data dari masa hidup baterai untuk mencari apakah kumpulan data masa hidup termasuk bentuk distribusi normal, lognormal, Weibull, eksponen atau gamma. Keluaran dari *software* Minitab berupa grafik, nilai *p-value*, nilai α dan nilai β. Data yang ada dapat diketahui, dapat dilihat dari *p-value* berdasarkan *Anderson darling test* pada *software Minitab*. Jika nilai *p-value* lebih besar dari 0,05 berdasarkan *Anderson darling test* maka menerima H0 (Data mengikuti distribusi tertentu) dan jika *p-value* lebih kecil dari 0,05 maka menolak H0. Jika menerima H0 maka kumpulan data yang diolah termasuk distribusi tersebut. Nilai 0,05 merupakan tingkat *error* dalam penentuan jenis distribusi.

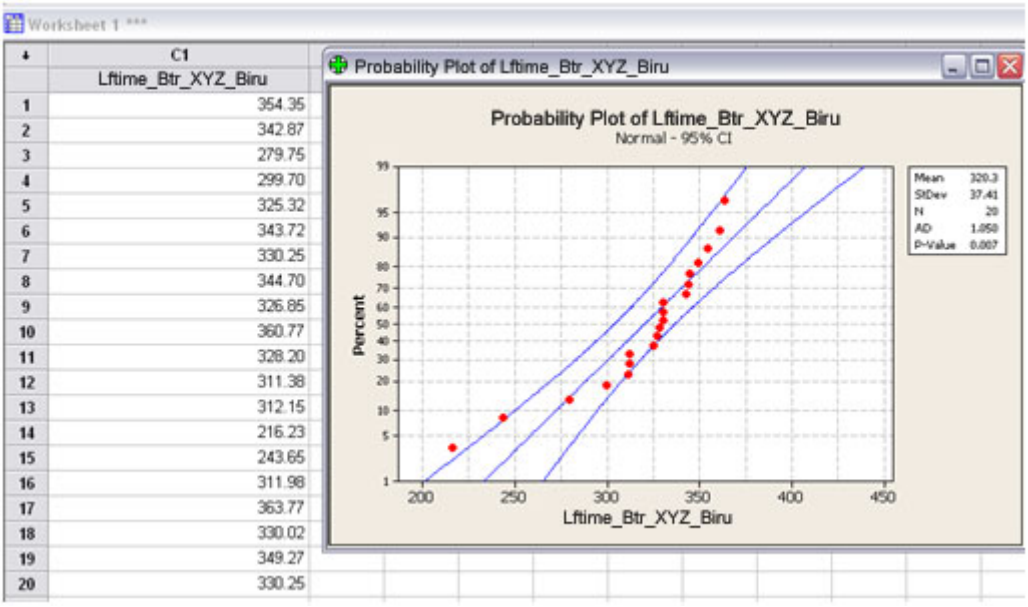
4.2.1 Keluaran Minitab Untuk Baterai XYZ *Dry cell*

Pengolahan data hasil uji coba masa hidup diolah *software Minitab16* dengan mencari berbentuk distribusinya dengan memanfaatkan *tool probality*

plots pada menu *graphs*. Nilai-nilai keluaran dari *Minitab16* diantaranya *p-value*, α dan β. Nilai *p-value* menentukan apakah data yang diuji termasuk distribusi tersebut atau tidak, seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelunya mengenai Uji Anderson darling.

4.2.1.1 Distribusi Normal

Dengan melihat keluaran dari *software minitab* dapat membuktikan apakah *p-value* melebihi nilai 0,05 atau tidak. jika nilai *p-value* melebihi 0,05 maka data masa hidup termasuk jenis distribusi Normal. Berikut hasil dari pengujiannya:

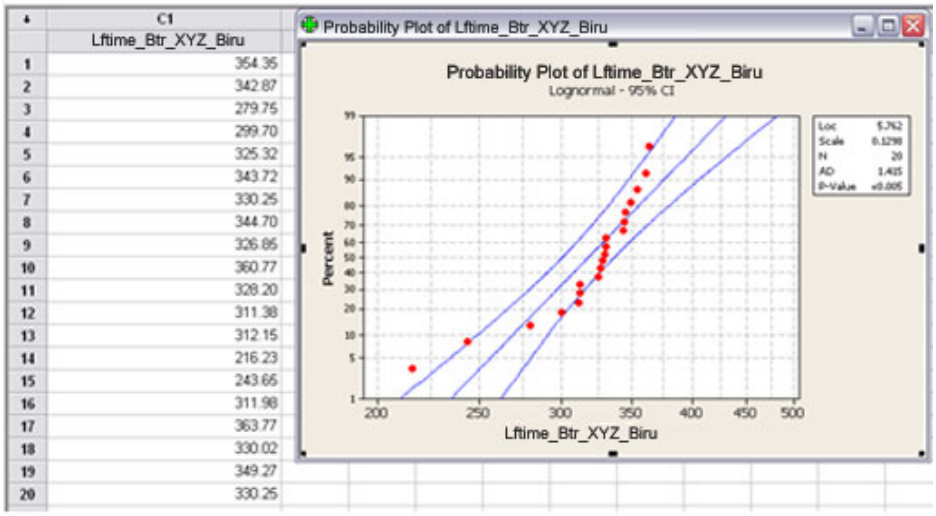


Gambar 4.2. Pengujian data baterai XYZ *dry cell* dari distribusi Normal menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar di atas terlihat *p-value* bernilai 0,007 ini menunjukan kumpulan data uji masa hidup baterai yang ada bukan termasuk distribusi Normal.

4.2.1.2 Distribusi Lognormal

Pengujian data masa hidup baterai XYZ *dry cell* pada distribusi Lognormal, berikut keluaran *software minitab* untuk distribusi Lognormal:

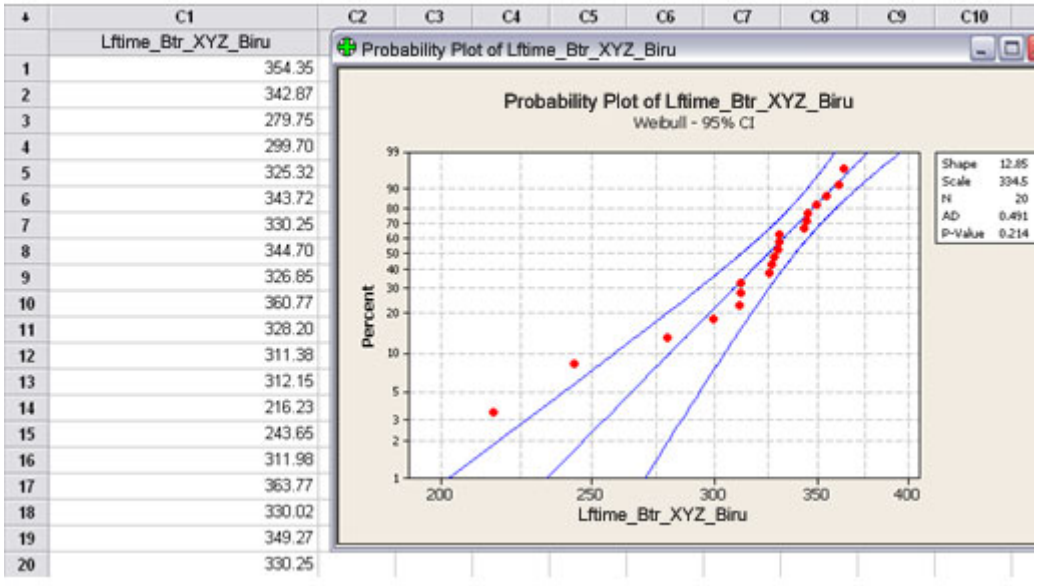


Gambar 4.3. Pengujian data baterai XYZ *dry cell* dari distribusi Lognormal menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar terlihat *p-value* bernilai 0,005 ini menunjukan data-data uji masa hidup baterai yang ada bukan termasuk distribusi Lognormal.

4.2.1.3 Distribusi Weibull

Dengan melihat keluaran dari *software minitab* dapat buktikan apakah *p-value* melebihi nilai 0,05 atau tidak. jika nilai *p-value* melebihi 0,05 maka data masa hidup termasuk jenis distribusi Weibull, berikut hasil pengujiannya:

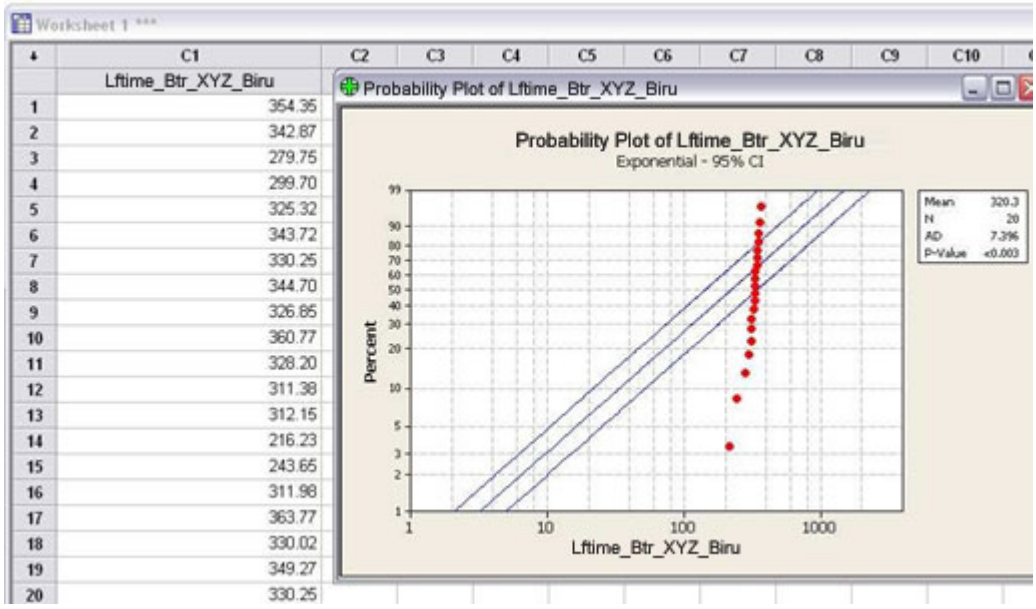


Gambar 4.4. Pengujian data baterai XYZ *dry cell* dari distribusi Weibull menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar terlihat *p-value* bernilai 0.214 ini menunjukan data uji masa hidup baterai adalah termasuk distribusi Weibull.

4.2.1.4 Distribusi Eksponen

Pengujian data masa hidup baterai XYZ *dry cell* pada distribusi Eksponen, berikut keluaran *software minitab* untuk distribusi Eksponen:

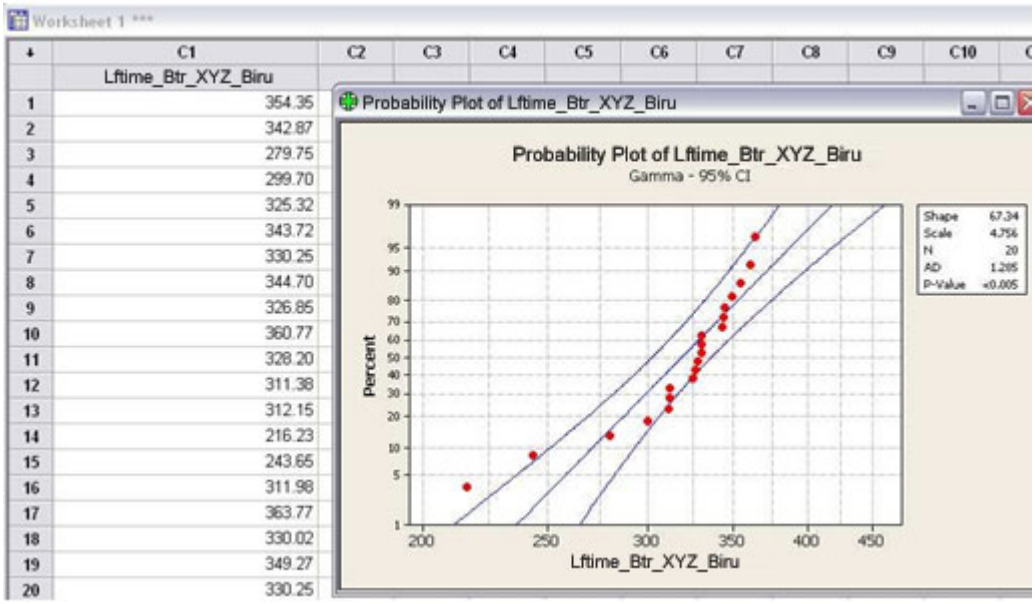


Gambar 4.5. Pengujian data baterai XYZ *dry cell* dari distribusi Eksponen menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar terlihat *p-value* bernilai 0,003 ini menunjukan data uji masa hidup baterai adalah bukan distribusi Eksponen.

4.2.1.5 Distribusi Gamma

Pengujian data masa hidup baterai XYZ *dry cell* pada distribusi Gamma, berikut keluaran *software minitab* untuk distribusi Gamma:



Gambar 4.6. Pengujian data baterai XYZ *dry cell* dari distribusi Gamma menggunakan *software* Minitab.

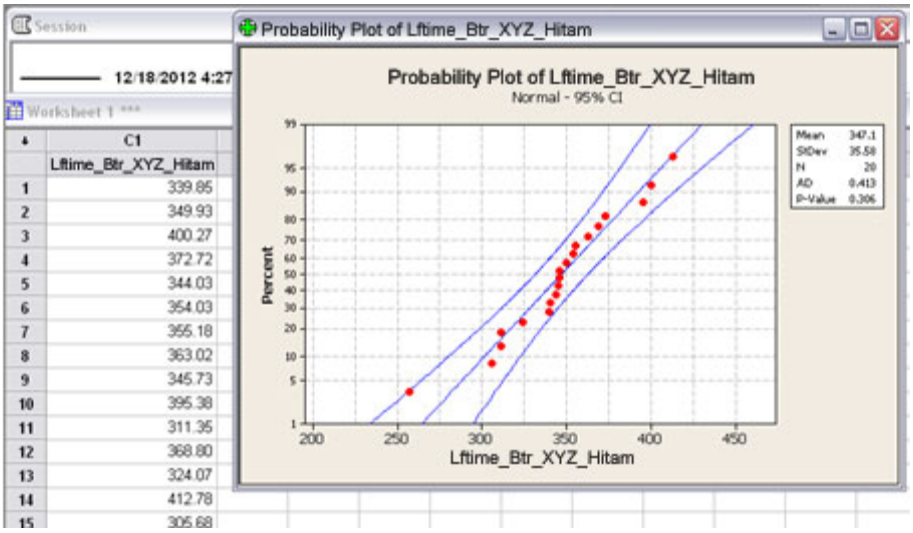
Dari data gambar terlihat *p-value* bernilai 0,005 ini menunjukan data-data uji masa hidup baterai yang ada bukan termasuk distribusi Gamma.

4.2.2 Keluaran Minitab Untuk Baterai XYZ *Super power*

Dalam pengujian pada baterai XYZ *dry cell* terlihat bahwa bentuk distribusinya hanya termasuk distribusi Weibull. Selanjut membuktikan apakah Jenis Baterai XYZ *super power* memenuhi juga distribusi Weibull atau termasuk semua jenis distribusi.

4.2.2.1 Distribusi Normal

Seperti pada pengujian sebelumnya dengan melihat keluaran dari *software minitab* dapat membuktikan jenis distribusinya dengan melihat nilai *p-value*. Berikut hasil pengujian untuk distribusi Normal:



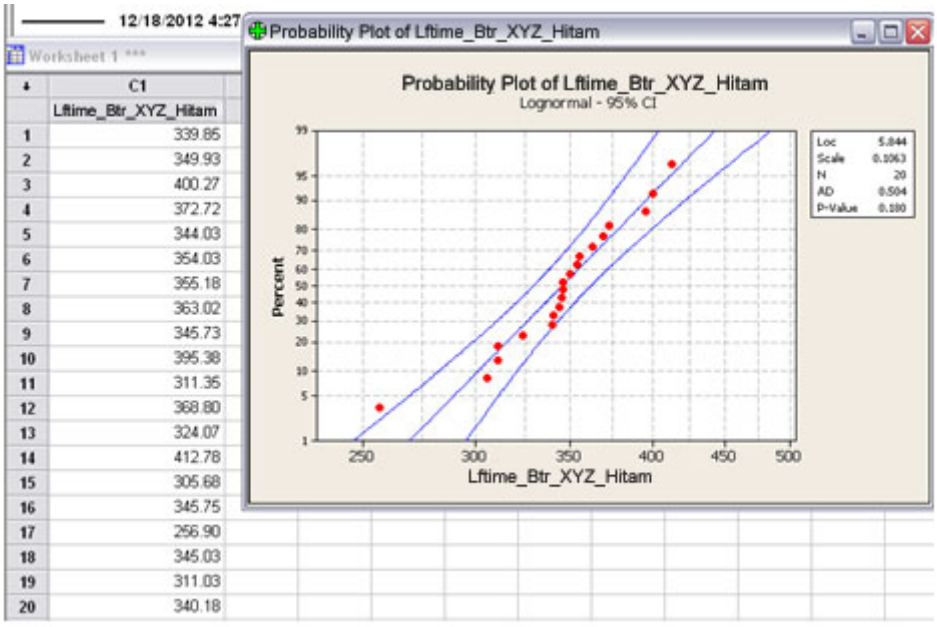
	C1
	Lftime_Btr_XYZ_Hitam
1	339.85
2	349.93
3	400.27
4	372.72
5	344.03
6	354.03
7	355.18
8	363.02
9	345.73
10	395.38
11	311.35
12	368.80
13	324.07
14	412.78
15	305.68

Gambar 4.7. Pengujian data baterai XYZ *super power* dari distribusi Normal menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar diatas terlihat *p-value* bernilai 0,306 ini menunjukan data-data uji masa hidup baterai yang ada termasuk distribusi Normal.

4.2.2.2 Distribusi Lognormal

Pengujian data masa hidup baterai XYZ *super power* pada distribusi Lognormal, berikut keluaran *software minitab* untuk distribusi Lognormal:



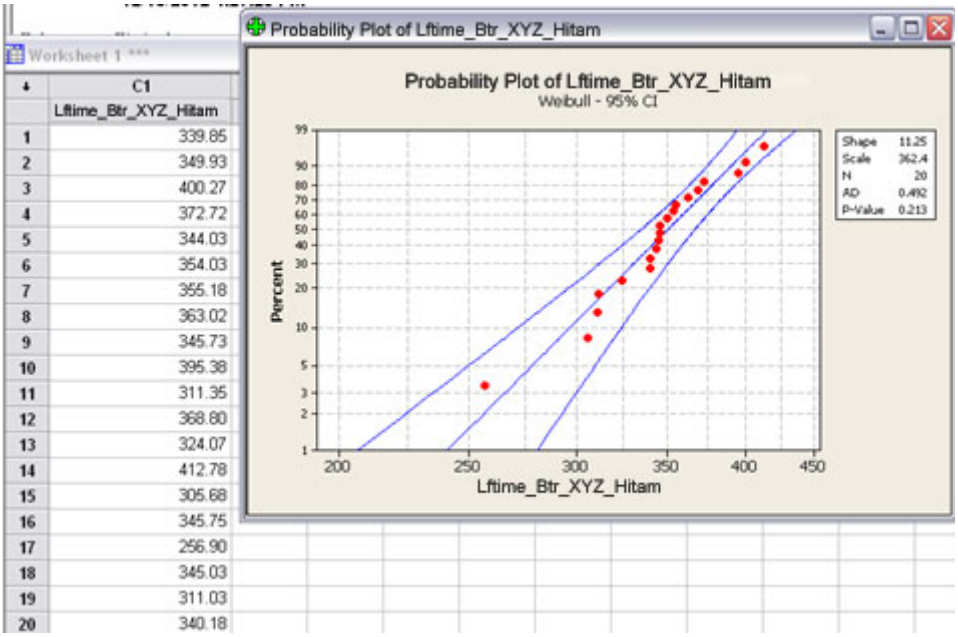
	C1
	Lftime_Btr_XYZ_Hitam
1	339.85
2	349.93
3	400.27
4	372.72
5	344.03
6	354.03
7	355.18
8	363.02
9	345.73
10	395.38
11	311.35
12	368.80
13	324.07
14	412.78
15	305.68
16	345.75
17	256.90
18	345.03
19	311.03
20	340.18

Gambar 4.8. Pengujian data baterai XYZ *super power* dari distribusi Lognormal menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar di atas terlihat *p-value* bernilai 0,1 ini menunjukan data-data uji masa hidup baterai yang ada termasuk distribusi Lognormal.

4.2.2.3 Distribusi Weibull

Dengan melihat keluaran dari *software minitab* dapat buktikan apakah *p-value* melebihi nilai 0,05 atau tidak. jika nilai *p-value* melebihi 0,05 maka data masa hidup termasuk jenis distribusi Weibull.

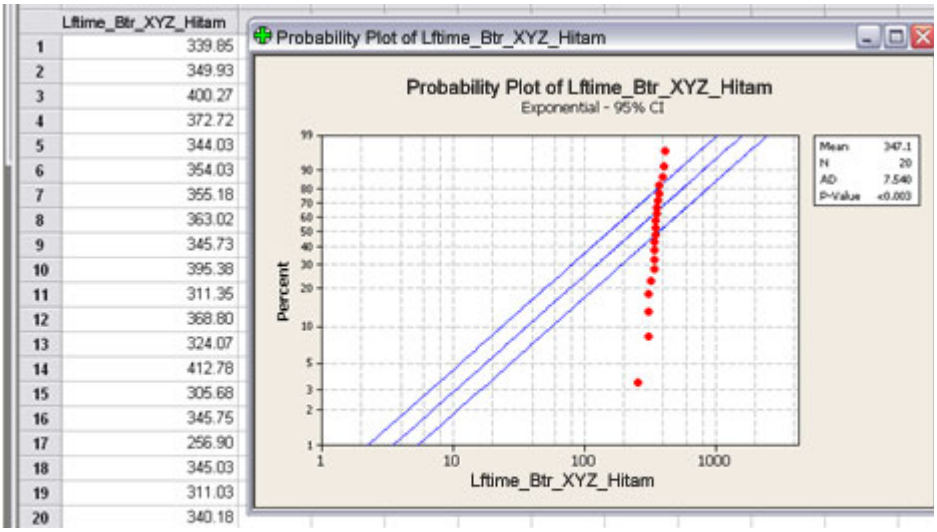


Gambar 4.9. Pengujian data baterai XYZ *super power* dari distribusi Weibull menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar di atas terlihat *p-value* bernilai 0,213 ini menunjukan data-data uji masa hidup baterai termasuk distribusi Weibull.

4.2.2.4 Distribusi Eksponen

Pengujian data masa hidup baterai XYZ *dry cell* pada distribusi Lognormal, berikut keluaran *software minitab* untuk distribusi Lognormal:

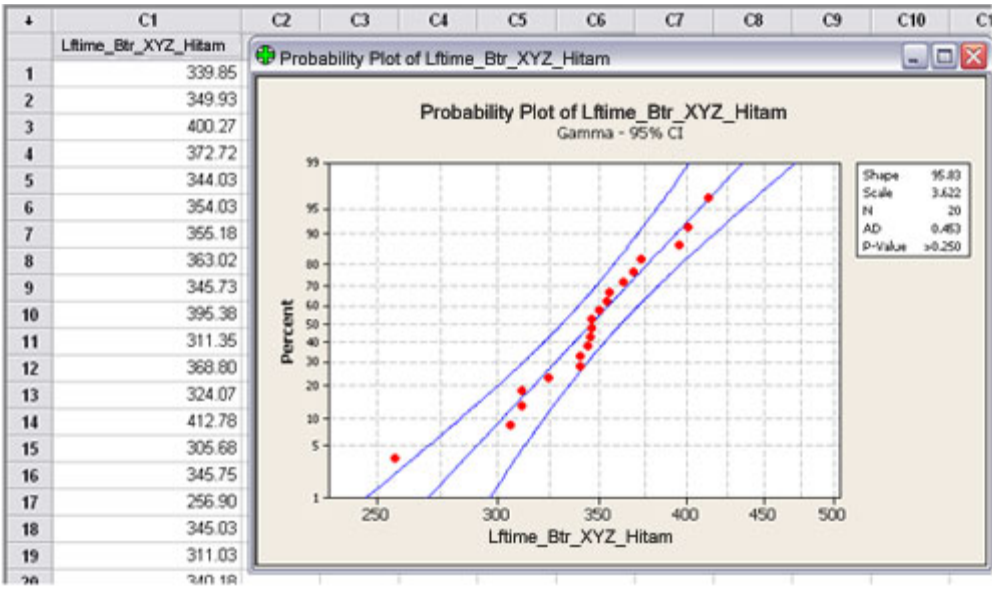


Gambar 4.10. Pengujian data baterai XYZ *super power* dari distribusi Eksponen menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar diatas terlihat *p-value* bernilai 0,003 ini menunjukan data-data uji masa hidup baterai yang ada bukan termasuk distribusi Eksponen.

4.2.2.5 Distribusi Gamma

Pengujian data masa hidup baterai XYZ *super power* pada distribusi Gamma, berikut keluaran *software minitab* untuk distribusi Gamma:



Gambar 4.11. Pengujian data baterai XYZ *super power* dari distribusi Eksponen menggunakan *software* Minitab.

Dari data gambar diatas terlihat *p-value* bernilai 0,250 ini menunjukan data-data uji masa hidup baterai yang ada termasuk distribusi Gamma.

4.3 Analisis Reliabilitas Distribusi Weibull

Berdasarkan hasil pencarian jenis distribusi ternyata Baterai XYZ *dry cell* memenuhi distribusi Weibull sedangkan Baterai XYZ *Super power* selain memenuhi distribusi Weibull juga memenuhi syarat distribusi lainya. Dalam penelitian ini untuk analisis yang lebih dalam perbandingan, maka diambil distribusi Weibull saja.

4.3.1 Distribusi Weibull Untuk Baterai XYZ *Dry cell*

Pada keluaran *Software* Minitab untuk baterai XYZ *dry cell* terlihat bahwa data hasil uji baterai termasuk distribusi Weibull dimana *p-value* bernilai 0,214, α bernilai 334,5 dan β bernilai 12,85.

4.3.1.1 CDF (Cumulatif Density Function)

Fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi Weibull:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}$$

Persamaan diperoleh dari persamaan (2) pada bab II. Telah disebutkan sebelumnya untuk baterai XYZ *dry cell* nilai α = 334,5 dan β = 12,85. Misalkan dengan waktu 300 menit.

$$f(t) = 1 - e^{-\left(\frac{300}{334.5}\right)^{12,85}}$$

$$= 0,22$$

4.3.1.2 Reliability

Fungsi Reliabilitas atau keandalan untuk distribusi Weibull, Persamaan diperoleh dari persamaan (4) pada bab II:

$$\mathbf{R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}}$$

Dimana nilai α = 334,5 dan β = 12,85, misalkan bagaimana nilai Reliabilitasnya jika pada waktu 300 menit

$$R(t) = e^{-\left(\frac{300}{334.5}\right)^{12,85}}$$

$$= 0,78$$

Ini menunjukan bahwa peluang baterai XYZ *dry cell* dapat hidup atau melakukan fungsinya selama 300 menit adalah 0,78

4.3.1.3 Failure rate

Tingkat kegagalan (*Hazard Rate*) atau tingkat kerusakan (*Failure Rate*) adalah probabilitas bersyarat suatu komponen gagal dalam waktu interval terkecil tingkat kegagalan, Probabilitas bersyarat suatu komponen gagal dalam waktu interval terkecil.

$$h(t) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

Persamaan diperoleh dari persamaan (6) pada bab II. Telah disebutkan sebelumnya untuk baterai XYZ *dry cell* nilai α = 334,5 dan β = 12,85, misalkan dengan waktu 500 menit bagaimana tingkat kegagalannya:

$$h(t) = \frac{12,85}{334,5}\left(\frac{500}{334,5}\right)^{12,85-1}$$

$$= 5,73$$

Artinya baterai XYZ *dry cell* hidup sampai 450 menit dengan tingkat kegagalan 5,73.

4.3.1.4 Mean

Rata-rata atau ekspektasi dari distribusi Weibull:

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

Persamaan diperoleh dari persamaan (7) pada bab II. nilai α = 334,5 dan β = 12,85

$$E(t) = 334{,}5\ \Gamma\left(1 + \frac{1}{12{,}85}\right)$$

$$= 321{,}35$$

Ini menunjukan bahwa rata-rata baterai XYZ *dry cell* dapat hidup 321,35 menit.

4.3.1.5 Variance

konsep penting lain untuk melihat keragaman dari distribusi Weibull adalah dengan *variance* :

$$V(t) = \alpha^2 \left\{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\beta}\right) - \left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)\right]^2\right\}$$

Persamaan diperoleh dari persamaan (8) pada bab II. Telah disebutkan sebelumnya untuk baterai XYZ *dry cell* nilai α = 334,5 dan β = 12,85

$$V(t) = 334{,}5^{\,2} \left\{\Gamma\left(1 + \frac{2}{12{,}85}\right) - \left[\Gamma\left(1 + \frac{1}{12{,}85}\right)\right]^2\right\}$$

$$= 928{,}57$$

Ini menunjukan bahwa tingkat keragaman data hasil uji sangat bervariasi. Semakin tinggi nilai variance berarti semakin bervariasi dan beragam suatu data.

4.3.2 Distribusi Weibull Untuk Baterai XYZ *Super power*

Pada keluaran *software* Minitab untuk baterai XYZ *dry cell* terlihat bahwa data hasil uji baterai termasuk distribusi Weibull dimana *p-value* bernilai 0,213, α bernilai 362,4 dan β bernilai 11,25.

4.3.2.1 CDF (Cumulatif Density Function)

Fungsi distribusi kumulatif untuk distribusi Weibull:

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}$$

Persamaan diperoleh dari persamaan (2) pada bab II. Telah disebutkan sebelumnya untuk baterai XYZ *dry cell* nilai α = 362,4 dan β = 11,25. Misalkan dengan waktu 300 menit.

$$f(t) = 1 - e^{-\left(\frac{300}{362,4}\right)^{11}}$$

$$= 0,11$$

4.3.2.2 Reliability

Fungsi Reliabilitas atau keandalan untuk distribusi Weibull, Persamaan diperoleh dari persamaan (4) pada bab II:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta}}$$

Di mana nilai α = 362,4 dan β = 11,25, misalkan bagaimana nilai Reliabilitasnya jika pada waktu 300 menit

$$R(t) = e^{-\left(\frac{300}{362,4}\right)^{11,25}}$$

$$= 0,89$$

Ini menunjukan bahwa peluang baterai XYZ *super power* dapat hidup atau melakukan fungsinya selama 300 menit adalah 0,89

4.3.2.3 Failure rate

Tingkat kegagalan (*Hazard Rate*) atau tingkat kerusakan (*Failure Rate*) adalah probabilitas bersyarat suatu komponen gagal dalam waktu interval terkecil tingkat kegagalan, Probabilitas bersyarat suatu komponen gagal dalam waktu interval terkecil.

$$h(t) = \frac{\beta}{\alpha}\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1}$$

Persamaan diperoleh dari persamaan (6) pada bab II. Telah disebutkan sebelumnya untuk baterai XYZ *dry cell* nilai α = 362,4 dan β = 11,25, misal dengan waktu 450 menit bagaimana tingkat kegagalannya:

$$h(t) = \frac{11,25}{362,4}\left(\frac{500}{362,4}\right)^{11,25-1}$$

$$= 0,16$$

Artinya baterai XYZ *super power* hidup sampai 500 menit dengan tingkat kegagalan 0,16.

4.3.2.4 Mean

Rata-rata atau ekspektasi dari distribusi Weibull:

$$E(t) = \alpha r\left(1+\frac{1}{\beta}\right)$$

persamaan diperoleh dari persamaan (7) pada bab II. nilai α = 362,4 dan β =11,25

$$E(t) = 362{,}4\ r\left(1+\frac{1}{11{,}25}\right)$$

$$= 346{,}43$$

Ini menunjukan bahwa rata-rata baterai XYZ *dry cell* dapat hidup 346,43 menit.

4.3.2.5 Variance

konsep penting lain untuk melihat keragaman dari distribusi Weibull adalah dengan *variance* :

$$V(t) = \alpha^2\left\{r\left(1+\frac{2}{\beta}\right)-\left[r\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\right]^2\right\}$$

Persamaan diperoleh dari persamaan (8) pada bab II. Telah disebutkan sebelumnya untuk baterai XYZ *dry cell* nilai α = 362,4 dan β = 11,25

$$= 362{,}4^{\,2}\left\{r\left(1+\frac{2}{11{,}25}\right)-\left[r\left(1+\frac{1}{11{,}25}\right)\right]^2\right\}$$

$$= 1389{,}9$$

Ini menunjukan bahwa tingkat keragaman data hasil uji sangat bervariasi.

4.3.3 Perbedaan Baterai XYZ *Dry cell* dan *Super power*

Jika membandingkan dari nilai Reliabilitas dari dua jenis baterai yang diuji dimana pada waktu 300 menit nilai Reliabilitas baterai XYZ *dry cell* 0,78 sedangkan nilai Reliabilitas XYZ *super power* 0,89 ini membuktikan bahwa kehandalan baterai XYZ *super power* lebih baik dibandingkan baterai XYZ yang ber*dry cell*.

Tabel 4.3.1 Data reliabilitas *Weibull*

No	Reliabilitas Weibull	Baterai XYZ	
		Dry cell	***Super power***
1	CDF, dengan t = 300 menit	0,22	0,11
2	Reliabilitas, dengan t=300 menit	0,78	0,89
3	Failure Rate, dengan t=500 menit	5,73	0,16
4	Mean	321,35	346,43
5	Variance	928,57	1389,9

Ditinjau dari *failure rate*-nya baterai XYZ *dry cell* nilai *failure rate*-nya 5,73 jika pada saat 500 menit sedangkan pada XYZ *super power* nilainya 0,16 ini berarti jika ditinjau dari *failure rate* XYZ *super power* lebih baik tingkat kegagalannya pada saat 500 menit. Dilihat dari nilai *Mean*, *Mean* baterai *dry cell* lebih rendah yaitu 321,35 sedangkan baterai *super power* 346,43. Dengan data ini dapat dilihat kemampuan baterai *dry cell* dan baterai super power pada rata-rata hidupnya dimana baterai *super power* dapat hidup dengan rata-rata 321,35 menit dan baterai *super power* dapat hidup dengan rata-rata 346,43 menit. Ternyata rata-rata waktu hidup baterai *super power* lebih baik dibandingkan baterai XYZ dengan *dry cell*.

Selanjut perhatikan nilai *variance, variance* merupakan banyak jumlah data yang berbeda. Dilihat dari nilai *Variance* Baterai XYZ *dry cell* 928,57 sedangkan

baterai *super power* 1389,9. Terlihat cukup jelas perbedaan data dari *Variance* dapat diartikan bahwa Baterai XYZ *super power* lebih bervariasi masa hidupnya dibandingkan baterai *dry cell*, berdasarkan data *Variance* Baterai XYZ *dry cell* lebih baik karena jika mempunyai 20 jenis baterai masa hidupnya relatif hampir sama, dibandingkan dengan baterai XYZ *super power*.