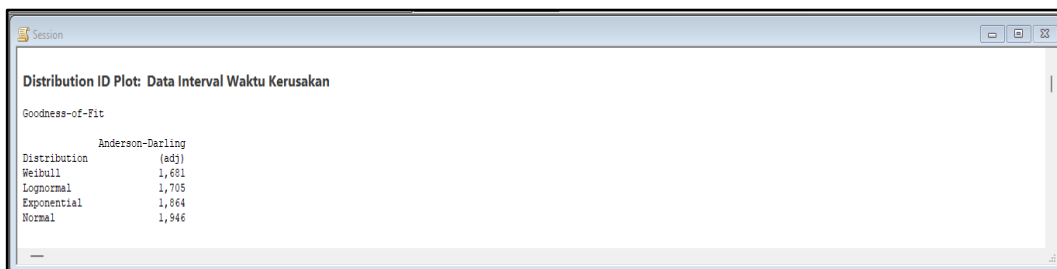


#### 4.2.3.2 Penentuan Pola Distribusi Waktu Antar Kerusakan (TTF)

Selanjutnya mengidentifikasi distribusi data antar waktu kerusakan dilakukan dengan *Index of Fit*. Untuk *Index of Fit* digunakan metode *Probability Plot* yang dipakai untuk sampel kecil, kemudian akan dilanjutkan ke uji *Goodness of Fit Test*. Ada 4 distribusi yang digunakan untuk menghitung waktu kerusakan yaitu distribusi *Eksponensial*, Normal, Lognormal dan *Weibull*. Agar pengujian yang dilakukan lebih akurat, penentuan distribusi data antar waktu kerusakan dapat menggunakan bantuan *software* Minitab 17.

Berikut merupakan hasil perhitungan *Goodness of Fit Test* untuk waktu antar kerusakan pada mesin *CNC Plano 133* menggunakan Minitab 17.



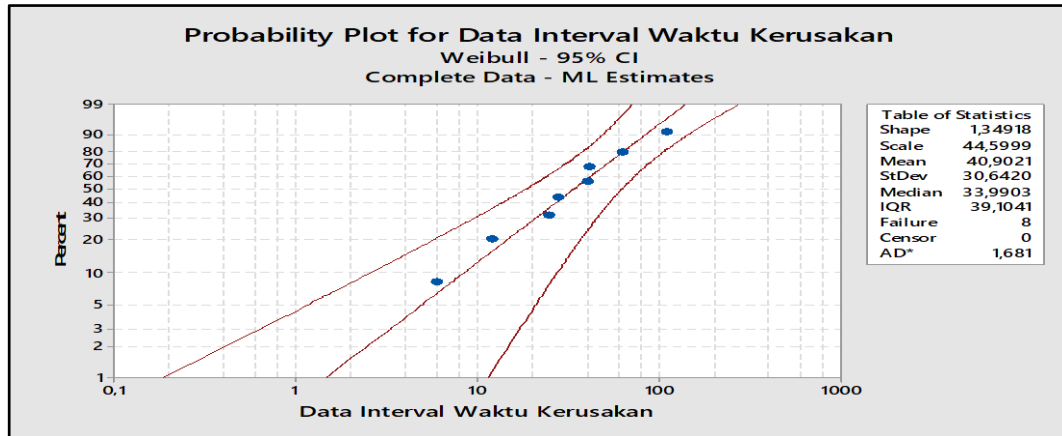
Gambar 4. 3 *Goodness of Fit Test* Waktu Antar Kerusakan

Berikut merupakan tabel hasil *Goodness of Fit Test* menggunakan *Software* Minitab 17.

Tabel 4. 21 Distribusi Data Waktu Antar Kerusakan Mesin *CNC Plano 133*

No	Distribusi	Uji <i>Anderson-Darling</i>
1.	Lognormal	1,705
2.	<i>Weibull</i>	1,681
3.	Normal	1,946
4.	Ekspensial	1,864

Dari tabel hasil *Goodness of Fit Test* diatas, dapat dilihat bahwa distribusi kerusakan pada mesin *CNC Plano 133* yang paling sesuai adalah distribusi *Weibull*. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai *Anderson-Darling* terkecil yang dihasilkan sebesar 1,681 pada *Software* Minitab 17 (Sulistyo & Mutiawati, 2021).



Gambar 4. 4 *Probability Plot for Waktu Antar Kerusakan CNC Plano 133*

Informasi bahwa waktu kerusakan mesin *CNC Plano 133* mengikuti peredaran *Weibull*, dapat dilihat dari gambar plot diatas dengan tingkat kepastian 95% (Firdaus & Wulandari, 2021).

Berikut merupakan hasil perhitungan *Goodness of Fit Test* untuk waktu antar kerusakan pada mesin *Horizontal Milling 142* menggunakan Minitab 17.

Distribution ID Plot: Data Interval Waktu Kerusakan	
Goodness-of-Fit	
	Anderson-Darling
Distribution	(adj)
Weibull	2,998
Lognormal	3,034
Exponential	3,099
Normal	3,066

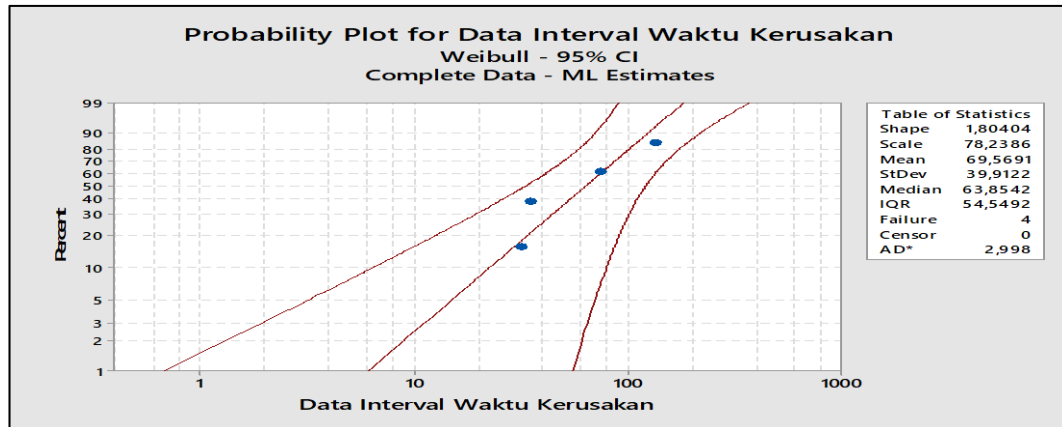
Gambar 4. 5 *Goodness of Fit Test Waktu Antar Kerusakan*

Berikut merupakan tabel hasil *Goodness of Fit Test* menggunakan *Software Minitab 17*.

Tabel 4. 22 *Distribusi Data Waktu Antar Kerusakan Mesin Horizontal Milling 142*

No	Distribusi	Uji <i>Anderson-Darling</i>
1.	Lognormal	3,034
2.	<i>Weibull</i>	2,998
3.	Normal	3,066
4.	Ekspensial	3,099

Dari tabel hasil *Goodness of Fit Test* diatas, dapat dilihat bahwa distribusi kerusakan pada mesin *Horizontal Milling 142* yang paling sesuai adalah distribusi *Weibull*. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai *Anderson-Darling* terkecil yang dihasilkan sebesar 2,998 pada *Software Minitab 17* (Sulistyo & Mutiawati, 2021).



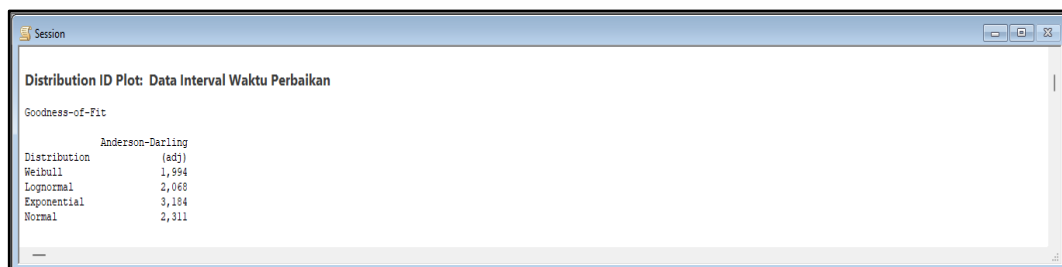
Gambar 4. 6 *Probability Plot for Waktu Antar Kerusakan Horizontal Milling 142*

Informasi bahwa waktu kerusakan mesin Horizontal *Milling* 142 mengikuti peredaran Weibull, dapat dilihat dari gambar plot diatas dengan tingkat kepastian 95% (Firdaus & Wulandari, 2021).

#### 4.2.3.3 Penentuan Pola Distribusi Lama Perbaikan (TTR)

Selanjutnya mengidentifikasi distribusi data antar waktu perbaikan dilakukan dengan *Index of Fit*. Untuk *Index of Fit* digunakan metode *Probability Plot* yang dipakai untuk sampel kecil, kemudian akan dilanjutkan ke uji *Goodness of Fit Test*. Ada 4 distribusi yang digunakan untuk menghitung waktu kerusakan yaitu distribusi *Eksponensial*, Normal, Lognormal dan *Weibull*. Agar pengujian yang dilakukan lebih akurat, penentuan distribusi data antar waktu kerusakan dapat menggunakan bantuan *software* Minitab 17. Berikut merupakan hasil penentuan distribusi data antar waktu perbaikan menggunakan *Software* Minitab 17.

Berikut merupakan hasil perhitungan *Goodness of Fit Test* untuk waktu antar perbaikan pada mesin *CNC Plano 133* menggunakan Minitab 17.



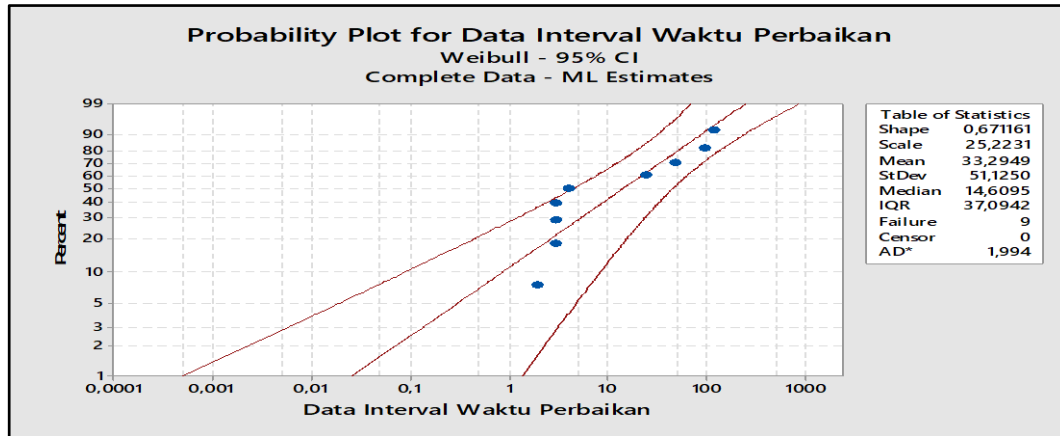
Gambar 4. 7 *Goodness of Fit Test* Waktu Antar Perbaikan

Berikut merupakan tabel hasil *Goodness of Fit Test* menggunakan *Software* Minitab 17.

Tabel 4. 23 Distribusi Data Waktu Antar Perbaikan Mesin *CNC Plano 133*

No	Distribusi	Uji Anderson-Darling
1.	Lognormal	2,068
2.	Weibull	1,994
3.	Normal	2,311
4.	Eksponensial	3,184

Dari tabel hasil *Goodness of Fit Test* diatas, dapat dilihat bahwa distribusi perbaikan pada mesin *CNC Plano 133* yang paling sesuai adalah distribusi *Weibull*. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai *Anderson-Darling* terkecil yang dihasilkan sebesar 1,994 pada *Software* Minitab 17 (Sulistyo & Mutiawati, 2021).



Gambar 4. 8 *Probability Plot for Waktu Antar Perbaikan CNC Plano 133*

Informasi bahwa waktu antar perbaikan mesin *CNC Plano 133* mengikuti peredaran *Weibull*, dapat dilihat dari gambar plot diatas dengan tingkat kepastian 95% (Firdaus & Wulandari, 2021).

Berikut merupakan hasil perhitungan *Goodness of Fit Test* untuk waktu antar perbaikan pada mesin *Horizontal Milling 142* menggunakan *Minitab 17*.

Distribution ID Plot: Data Interval Waktu Perbaikan	
Goodness-of-Fit	
	Anderson-Darling
Distribution	(adj)
Weibull	3,203
Lognormal	3,171
Exponential	3,373
Normal	3,208

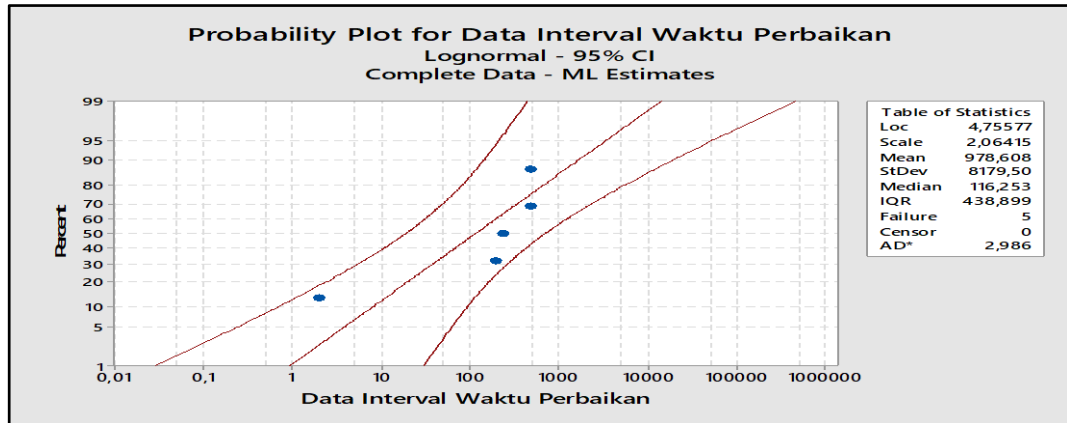
Gambar 4. 9 *Goodness of Fit Test Waktu Antar Perbaikan*

Berikut merupakan tabel hasil *Goodness of Fit Test* menggunakan *Software Minitab 17*.

Tabel 4. 24 Distribusi Data Waktu Antar Perbaikan Mesin *Horizontal Milling 142*

No	Distribusi	Uji <i>Anderson-Darling</i>
1.	Lognormal	3,171
2.	<i>Weibull</i>	3,203
3.	Normal	3,208
4.	Ekspensial	3,373

Dari tabel hasil *Goodness of Fit Test* diatas, dapat dilihat bahwa distribusi perbaikan pada mesin *Horizontal Milling 142* yang paling sesuai adalah distribusi Lognormal. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai *Anderson-Darling* terkecil yang dihasilkan sebesar 3,171 pada *Software Minitab 17* (Sulistyo & Mutiawati, 2021).



Gambar 4. 10 *Probability Plot for Waktu Antar Perbaikan Horizontal Milling 142*

Informasi bahwa waktu antar perbaikan mesin Horizontal *Milling* 142 mengikuti peredaran Normal, dapat dilihat dari gambar plot diatas dengan tingkat kepastian 95% (Firdaus & Wulandari, 2021).

#### 4.2.3.4 Perhitungan Parameter Distribusi

Selanjutnya, perhitungan parameter dari pola distribusi yang terpilih. Parameter yang telah terpilih akan digunakan pada perhitungan dalam pengujian *goodness of fit*, perhitungan MTTF dan MTTR (Rachman et al., 2022). Dalam menentukan parameter distribusi ditentukan dari hasil uji kesesuaian distribusi (*Goodness of Fit*). Berikut merupakan hasil penentuan parameter distribusi data TTF pada masing-masing mesin *milling* menggunakan Minitab 17.



```
Variable: Data Interval Waktu Kerusakan

Censoring Information Count
Uncensored value      8

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

      Standard 95,0% Normal CI
Parameter Estimate Error Lower Upper
Shape      1,34918 0,367298 0,791295 2,30037
Scale     44,5999 12,3506 25,8191 76,7447

Log-Likelihood = -37,138

Goodness-of-Fit
Anderson-Darling (adjusted) = 1,681
```

Gambar 4. 11 Parameter Distribusi Data TTF Mesin *CNC Plano 133*

Berdasarkan informasi diatas diketahui bahwa pola distribusi kerusakan dari mesin *CNC Plano 133* adalah *Weibull*, sehingga didapatkan hasil  $\beta$  (*shape parameter*) sebesar 1,34918 dan  $\theta$  (*scale parameter*) sebesar 44,5999.



```
Variable: Data Interval Waktu Kerusakan

Censoring Information Count
Uncensored value      4

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

      Standard 95,0% Normal CI
Parameter Estimate Error Lower Upper
Shape      1,80404 0,698676 0,844493 3,85393
Scale     78,2386 23,0060 43,9669 139,225

Log-Likelihood = -20,046

Goodness-of-Fit
Anderson-Darling (adjusted) = 2,998
```

Gambar 4. 12 Parameter Distribusi Data TTF Mesin *Horizontal Milling 142*

Berdasarkan informasi diatas diketahui bahwa pola distribusi kerusakan dari mesin *Horizontal Milling 142* adalah *Weibull*, sehingga didapatkan hasil  $\beta$  (*shape parameter*) sebesar 1,80404 dan  $\theta$  (*scale parameter*) sebesar 78,2386.

Untuk memudahkan dalam membaca hasil perhitungan parameter distribusi data TTF pada masing-masing mesin *milling*, maka dapat dibuat dalam bentuk resume tabel perhitungan parameter distribusi data TTF sebagai berikut.

Tabel 4. 25 Hasil Perhitungan Parameter Distribusi Data TTF

No.	Mesin	Distribusi	Parameter
1	CNC Plano 133	<i>Weibull</i>	$\beta = 1,34918$ $\theta = 44,5999$
2	Horizontal <i>Milling</i> 142	<i>Weibull</i>	$\beta = 1,80404$ $\theta = 78,2386$

Berikut merupakan hasil penentuan parameter distribusi data TTR pada masing-masing mesin *milling* menggunakan Minitab 17.

Distribution Analysis: Data Interval Waktu Perbaikan					
Variable: Data Interval Waktu Perbaikan					
Censoring Information Count					
Uncensored value 9					
Estimation Method: Maximum Likelihood					
Distribution: Weibull					
Parameter Estimates					
		Standard	95,0% Normal CI		
Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper	
Shape	0,671161	0,173650	0,404198	1,11445	
Scale	25,2231	13,2938	8,97787	70,8635	
Log-Likelihood = -39,247					
Goodness-of-Fit					
Anderson-Darling (adjusted) = 1,994					

Gambar 4. 13 Parameter Distribusi Data TTR Mesin CNC Plano 133

Berdasarkan informasi diatas diketahui bahwa pola distribusi perbaikan dari mesin CNC Plano 133 adalah *Weibull*, sehingga didapatkan hasil  $\beta$  (*shape parameter*) sebesar 0,6712 dan  $\theta$  (*scale parameter*) sebesar 25,2231.

Distribution Analysis: Data Interval Waktu Perbaikan					
Variable: Data Interval Waktu Perbaikan					
Censoring Information Count					
Uncensored value 5					
Estimation Method: Maximum Likelihood					
Distribution: Lognormal					
Parameter Estimates					
		Standard	95,0% Normal CI		
Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper	
Location	4,75577	0,923117	2,94650	6,56505	
Scale	2,06415	0,652742	1,11063	3,83632	
Log-Likelihood = -34,497					
Goodness-of-Fit					
Anderson-Darling (adjusted) = 2,986					

Gambar 4. 14 Parameter Distribusi Data TTR Mesin Horizontal *Milling* 142

Berdasarkan informasi diatas diketahui bahwa pola distribusi perbaikan dari mesin Horizontal *Milling* 142 adalah Lognormal, sehingga didapatkan hasil  $s$  (parameter bentuk) sebesar 2,0642 dan  $t_{med}$  (parameter lokasi) sebesar 4,7558.

Untuk memudahkan dalam membaca hasil perhitungan parameter distribusi data TTR pada masing-masing mesin *milling*, maka dapat dibuat dalam bentuk resume tabel perhitungan parameter distribusi data TTR sebagai berikut.

Tabel 4. 26 Hasil Perhitungan Parameter Distribusi Data TTR

No.	Mesin	Distribusi	Parameter
1	CNC Plano 133	Weibull	$\beta = 0,6712$ $\theta = 25,2231$
2	Horizontal <i>Milling</i> 142	Lognormal	$t_{med} = 4,7558$ $s = 2,0642$

#### 4.2.3.5 Perhitungan *Mean Time to Failure* (MTTF) dan *Mean Time to Repair* (MTTR)

Perhitungan yang dilakukan selanjutnya adalah perhitungan MTTF dan MTTR dari hasil *goodness of fit* dan parameter distribusi pada masing-masing mesin *milling*. Berikut merupakan hasil perhitungan MTTF menggunakan *software* Minitab 17.

Variable: Data Interval Waktu Kerusakan				
Censoring Information		Count		
Uncensored value		8		
Estimation Method: Maximum Likelihood				
Distribution: Weibull				
Parameter Estimates				
	Standard	95,0% Normal CI		
Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper
Shape	1,34918	0,367298	0,791295	2,30037
Scale	44,5999	12,3506	25,9191	76,7447
Log-Likelihood = -37,138				
Goodness-of-Fit				
Anderson-Darling (adjusted) = 1,681				
Characteristics of Distribution				
	Standard	95,0% Normal CI		
	Estimate	Error	Lower	Upper
Mean(MTTF)	40,9021	10,8485	24,3210	68,7876
Standard Deviation	30,6420	10,3624	15,7928	59,4530
Median	33,9903	10,4982	19,5547	62,2668
First Quartile(Q1)	17,7127	7,61635	7,62557	41,1430
Third Quartile(Q3)	56,8168	14,9492	33,9246	95,1565
Interquartile Range(IQR)	39,1041	11,2725	22,2252	68,8016

Gambar 4. 15 Hasil MTTF Mesin *CNC Plano 133*

Dari perhitungan MTTF diatas diperoleh waktu rata-rata antar kerusakan mesin *CNC Plano 133* sebesar 40,9021 hari atau 41 hari, yang artinya mesin *CNC Plano 133* akan mengalami kerusakan kembali setelah beroperasi selama 41 hari.

```
Variable: Data Interval Waktu Kerusakan

Censoring Information Count
Uncensored value      4

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Parameter Estimates

Standard 95,0% Normal CI
Parameter Estimate Error Lower Upper
Shape 1,80404 0,698676 0,844493 3,85393
Scale 78,2386 23,0060 43,9669 139,225

Log-Likelihood = -20,046

Goodness-of-Fit
Anderson-Darling (adjusted) = 2,598

Characteristics of Distribution

Standard 95,0% Normal CI
Estimate Error Lower Upper
Mean(MTTF) 69,5691 20,0639 39,5301 122,435
Standard Deviation 39,9122 15,4681 19,6733 85,3082
Median 63,8542 20,9957 33,5203 121,638
First Quartile(Q1) 39,2185 17,9957 15,9555 96,3987
Third Quartile(Q3) 93,7677 26,1215 54,3160 161,875
Interquartile Range(IQR) 54,5492 19,1207 27,4425 108,431
```

Gambar 4. 16 Hasil MTTF Mesin *Horizontal Milling 142*

Dari perhitungan MTTF diatas diperoleh waktu rata-rata antar kerusakan mesin *Horizontal Milling 142* sebesar 69,5691 hari atau 70 hari, yang artinya mesin

Horizontal *Milling* 142 akan mengalami kerusakan kembali setelah beroperasi selama 70 hari.

Untuk memudahkan dalam membaca hasil perhitungan dari *Mean Time to Failure* (MTTF) pada masing-masing mesin *milling*, maka dapat dibuat dalam bentuk resume tabel hasil *Mean Time to Failure* (MTTF) sebagai berikut.

Tabel 4. 27 Hasil Perhitungan MTTF

No.	Mesin	Distribusi	Parameter	MTTF (hari)
1	CNC Plano 133	Weibull	$\beta = 1,34918$ $\theta = 44,5999$	40,9021
2	Horizontal <i>Milling</i> 142	Weibull	$\beta = 1,80404$ $\theta = 78,2386$	69,5691

Berikut merupakan hasil perhitungan MTTR pada masing-masing mesin *milling* menggunakan Minitab 17.

Variable: Data Interval Waktu Perbaikan					
Censoring Information Count					
Uncensored value 9					
Estimation Method: Maximum Likelihood					
Distribution: Weibull					
Parameter Estimates					
	Standard	95,0% Normal CI			
Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper	
Shape	0,671161	0,173650	0,404198	1,11445	
Scale	25,2231	13,2938	8,97787	70,8635	
Log-Likelihood = -39,247					
Goodness-of-Fit					
Anderson-Darling (adjusted) = 1,994					
Characteristics of Distribution					
	Estimate	Standard Error	95,0% Normal CI		
Mean(MTF)	33,2949	16,8219	12,3685	89,6269	
Standard Deviation	51,1250	32,4716	14,7231	177,528	
Median	14,6095	8,61329	4,60038	46,3955	
First Quartile(Q1)	3,94096	3,24480	0,784809	19,7897	
Third Quartile(Q3)	41,0352	20,4852	15,4251	109,165	
Interquartile Range (IQR)	37,0942	18,4301	14,0084	98,2252	

Gambar 4. 17 Hasil MTTR Mesin CNC Plano 133

Dari perhitungan MTTR diatas diperoleh waktu rata-rata antar perbaikan mesin CNC Plano 133 sebesar 33,2949 jam, yang artinya waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan pada mesin CNC Plano 133 adalah 33,2949 jam  $\approx$  2 hari.

Variable: Data Interval Waktu Perbaikan				
Censoring Information		Count		
Uncensored value		5		
Estimation Method: Maximum Likelihood				
Distribution: Lognormal				
Parameter Estimates				
		Standard	95,0% Normal CI	
Parameter	Estimate	Error	Lower	Upper
Location	4,75577	0,923117	2,94650	6,56505
Scale	2,06415	0,652742	1,11063	3,93632
Log-Likelihood = -34,497				
Goodness-of-Fit				
Anderson-Darling (adjusted) = 2,986				
Characteristics of Distribution				
		Standard	95,0% Normal CI	
	Estimate	Error	Lower	Upper
Mean(MTTF)	978,608	1598,32	39,8456	24034,6
Standard Deviation	8179,50	23446,1	29,6885	2253534
Median	116,253	107,315	19,0391	709,845
First Quartile(Q1)	20,8908	29,5475	3,89232	214,442
Third Quartile(Q3)	467,790	478,424	63,0232	3472,18
Interquartile Range(IQR)	438,899	460,400	56,1648	3429,77

Gambar 4. 18 Hasil MTTR Mesin Horizontal *Milling* 142

Dari perhitungan MTTR diatas diperoleh waktu rata-rata antar perbaikan mesin Horizontal *Milling* 142 sebesar 978,608 jam, yang artinya waktu yang diperlukan untuk melakukan perbaikan pada mesin Horizontal *Milling* 142 adalah 978,608 jam  $\approx$  41 hari.

Untuk memudahkan dalam membaca hasil perhitungan *Mean Time to Repair* (MTTR) pada masing-masing mesin *milling*, maka dapat dibuat dalam bentuk resume tabel perhitungan *Mean Time to Repair* (MTTR) sebagai berikut.

Tabel 4. 28 Hasil Perhitungan *Mean Time to Repair* (MTTR)

No.	Mesin	Distribusi	Parameter	MTTR (Jam)
1	CNC Plano 133	Weibull	$\beta = 0,6712$ $\theta = 25,2231$	33,2949
2	Horizontal <i>Milling</i> 142	Lognormal	$t_{med} = 4,7558$ $s = 2,0642$	978,608