

LAMPIRAN 1
UJI KECUKUPAN DATA

Data yang diperoleh merupakan data sekunder milik perusahaan berupa dokumentasi mengenai riwayat alat dari Januari 2010 hingga Desember 2019. Berikut daftar nama komponen alat instrumentasi HPLC dengan jumlah frekuensi kerusakan yang terjadi dan dilengkapi dengan harga dari masing-masing komponen.

Tabel Data Frekuensi Kerusakan dan Harga Komponen Alat Instrumentasi HPLC

No.	Nama Spare Part	Frekuensi	Harga
1	D2 Lamp L-6585-02	14	Rp12,998,000
2	Grating, Sample Loop Assy	5	Rp11,402,000
3	Plunger & Peek needle Seal	10	Rp4,131,000
4	Valve	5	Rp7,540,000
5	Seal 42429	13	Rp2,175,000
6	High& Low Pressure Valve Rotor 30A	2	Rp11,925,000
7	Sensor	1	Rp13,485,000
8	Acquity Arc	3	Rp4,205,000
9	Rotor Seal 7125-04	4	Rp2,190,000
10	CV Out	1	Rp7,056,000
11	M1 M2 (Mirror) Assy	1	Rp4,147,000
12	O Ring	4	Rp1,015,000
13	SUS Pipe	2	Rp1,088,000
14	Filter Insert	2	Rp725,000

Berikut merupakan data interval waktu terjadinya kerusakan pada komponen alat instrumentasi HPLC.

Tabel Data Interval Kerusakan Komponen Alat Instrumentasi HPLC

No.	Nama Spare Part	Frekuensi	Interval Kerusakan
1	Sensor	1	445
2	D2 Lamp L-6585-02	14	329, 211, 221, 311, 201, 291, 212, 219, 238, 302, 287, 210, 299, 288
3	High& Low Pressure Valve Rotor 30A	2	356, 369
4	Valve	5	301, 284, 421, 347, 321
5	Plunger & Peek needle Seal	10	288, 266, 400, 354, 311, 279, 414, 342, 308, 266
6	Rotor Seal 7125-04	4	351, 347, 234, 306
7	Seal 42429	13	220, 228, 212, 301, 223, 244, 211, 287, 207, 293, 235, 211, 297
8	Filter Insert	2	342, 371
9	O Ring	4	288, 347, 365, 306
10	CV Out	1	392
11	SUS Pipe	2	362, 342
12	Acquity Arc	3	402, 347, 365
13	M1 M2 (Mirror) Assy	1	401
14	Grating, Sample loop Assy	5	301, 284, 321, 329, 298

Data frekuensi kerusakan yang terjadi pada komponen kemudian dilakukan pengujian kecukupan data. Uji kecukupan data dihitung untuk mengetahui apakah data yang digunakan

sudah cukup dan valid untuk digunakan lebih lanjut. Pengujian kecukupan data berpedoman pada konsep statistik, dengan menggunakan derajat ketelitian dan tingkat kepercayaan.

Data Kumulatif Interval Kerusakan Komponen Alat Instrumentasi Hplc

No.	Nama Spare Part	Interval Kerusakan	Σxi	xi^2	Σxi^2		
1	Sensor	445	445	198025	198025		
2	D2 Lamp L-6585-02	329	3619	108241	962973		
3		211		44521			
4		221		48841			
5		311		96721			
6		201		40401			
7		291		84681			
8		212		44944			
9		219		47961			
10		238		56644			
11		302		91204			
12		287		82369			
13		210		44100			
14		299		89401			
15		288		82944			
16	High& Low Pressure Valve Rotor 30A	356		725		126736	262897
17		369	1674	136161	571948		
18	Valve	301		90601			
19		284		80656			
20		421		177241			
21		347		120409			
22		321		103041			
23	Plunger & Peek needle Seal	288		82944			
24		266		70756			
25		400		160000			
26		354		125316			
27		311		96721			
28		279		77841			
29		414		171396			
30		342		116964			
31		308		94864			
32		266	70756				
33	Rotor Seal 7125-04	351	1238	123201	392002		
34		347		120409			
35		234		54756			
36		306		93636			
37	Seal 42429	220		48400			
38		228		51984			
39		212		44944			
40		301		90601			
41		223		49729			
42		244		59536			
43		211		44521			
44		287		82369			
45		207		42849			
46		293		85849			
47		235		55225			
48		211	44521				
49		297	88209				
50	Filter Insert	342	713	116964	254605		
51		371	1306	137641	430214		
52	O Ring	288		82944			
53		347		120409			
54		365		133225			
55		306		93636			
56	CV Out	392		153664			
57	SUS Pipe	362		704		131044	248008
58		342		116964			
59	Acquity Arc	402		1114		161604	415238
60		347				120409	
61		365				133225	
62	M1 M2 (Mirror) Assy	401		401		160801	160801
63	Grating, Sample loop Assy	301		1533		90601	471343
64		284				80656	
65		321				103041	
66		329	108241				
67		298	88804				
		20261	20261	6378013	6378013		

Tingkat Kepercayaan	: 95%
Derajat Ketelitian	: 5%

Tingkat kepercayaan menunjukkan kepercayaan pengukur terhadap ketelitian data yang dimiliki. Derajat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum antara hasil pengukuran dengan waktu penyelesaian yang sebenarnya terjadi.

$$N' = \frac{k/s\sqrt{(N\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}}{\sum Xi}$$

$$N' = \frac{2}{0.05} \frac{\sqrt{(67 \times 6378013) - (20261)^2}}{20261} = 65.6$$

N :	67
$\sum Xi$:	20261
$\sum Xi^2$:	6378013
N' :	65.6

N : jumlah data pengamatan (jumlah frekuensi kerusakan)

40 : k/s dimana k dari tingkat kepercayaan 95% adalah 2, s adalah derajat ketelitian 5%, sehingga

$$2/5\% = 40$$

N' : jumlah data yang seharusnya dilakukan

Dari hasil perhitungan nilai N' = 65.6 dan nilai N data = 67, N' < N maka data yang digunakan dianggap cukup dan valid untuk digunakan ke tahap selanjutnya dengan nilai kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5%.

LAMPIRAN 2

UJI KLASIFIKASI ABC

Uji klasifikasi ABC merupakan metode pengelompokan komponen alat dengan mengelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu kelas A dengan kriteria komponen kritis, kelas B dengan kriteria komponen semi kritis dan kelas C dengan kriteria komponen non kritis. Klasifikasi komponen kelas A dengan persentase 20% dari seluruh komponen, kemudian kelas B dengan persentase 30% dan kelas C dengan persentase 50% dari seluruh komponen. Pengelompokan ini berdasarkan pada frekuensi kerusakan yang terjadi disertai biaya dari masing-masing komponen.

Data Urutan Komponen Alat Instrumentasi HPLC Berdasarkan Total Biaya Terbesar

No.	Nama Spare Part	Frekuensi	Harga	Total Biaya
1	D2 Lamp L-6585-02	14	Rp12,998,000	Rp181,972,000
2	Grating, Sample Loop Assy	5	Rp11,402,000	Rp57,010,000
3	Plunger & Peck needle Seal	10	Rp4,131,000	Rp41,310,000
4	Valve	5	Rp7,540,000	Rp37,700,000
5	Seal 42429	13	Rp2,175,000	Rp28,275,000
6	High& Low Pressure Valve Rotor 30A	2	Rp11,925,000	Rp23,850,000
7	Sensor	1	Rp13,485,000	Rp13,485,000
8	Acquity Arc	3	Rp4,205,000	Rp12,615,000
9	Rotor Seal 7125-04	4	Rp2,190,000	Rp8,760,000
10	CV Out	1	Rp7,056,000	Rp7,056,000
11	M1 M2 (Mirror) Assy	1	Rp4,147,000	Rp4,147,000
12	O Ring	4	Rp1,015,000	Rp4,060,000
13	SUS Pipe	2	Rp1,088,000	Rp2,176,000
14	Filter Insert	2	Rp725,000	Rp1,450,000
		67	Rp84,082,000	Rp423,866,000

Setelah urutan komponen alat dilakukan berdasarkan total biaya terbesar, dihitung pula persentase dari masing-masing komponen dan dihitung pula kumulatif persentase dari data. Berikut data kumulatif persentase komponen alat instrumentasi HPLC.

Data Persentase dan Kumulatif Persentase Komponen

No.	Nama Spare Part	Harga	Persen	Kumulatif
1	D2 Lamp L-6585-02	Rp181,972,000	42.93%	42.93%
2	Grating, Sample Loop Assy	Rp57,010,000	13.45%	56.38%
3	Plunger & Peck needle Seal	Rp41,310,000	9.75%	66.13%
4	Valve	Rp37,700,000	8.89%	75.02%
5	Seal 42429	Rp28,275,000	6.67%	81.69%
6	High& Low Pressure Valve Rotor 30A	Rp23,850,000	5.63%	87.32%
7	Sensor	Rp13,485,000	3.18%	90.50%
8	Acquity Arc	Rp12,615,000	2.98%	93.48%
9	Rotor Seal 7125-04	Rp8,760,000	2.07%	95.54%
10	CV Out	Rp7,056,000	1.66%	97.21%
11	M1 M2 (Mirror) Assy	Rp4,147,000	0.98%	98.19%
12	O Ring	Rp4,060,000	0.96%	99.14%
13	SUS Pipe	Rp2,176,000	0.51%	99.66%
14	Filter Insert	Rp1,450,000	0.34%	100.00%

Setelah dilakukan perhitungan persentase dan kumulatif persentase komponen alat instrumentasi HPLC, kemudian dilakukan pengelompokan komponen menjadi 3 bagian menjadi kelas A, B dan C dengan kriteria penerimaan kelas A sebesar 20%, kelas B 30% dan kelas C sebesar 50% dari seluruh komponen alat instrumentasi HPLC yang mengalami kerusakan

Data Klasifikasi Komponen Menurut Konsep ABC

No	Nama Spare Part	Persen	Persen	% Spare Part	Kategori
1	D2 Lamp L-6585-02	42.93%			
2	Grating, Sample Loop Assy	13.45%	66.13%	20%	A
3	Plunger & Peck needle Seal	9.75%			
4	Valve	8.89%			
5	Seal 42429	6.67%	24.37%	30%	B
6	High& Low Pressure Valve Rotor 30A	5.63%			
7	Sensor	3.18%			
8	Acquity Arc	2.98%			
9	Rotor Seal 7125-04	2.07%			
10	CV Out	1.66%			
11	M1 M2 (Mirror) Assy	0.98%	9.50%	50%	C
12	O Ring	0.96%			
13	SUS Pipe	0.51%			
14	Filter Insert	0.34%			

LAMPIRAN 3
PENENTUAN POLA DISTRIBUSI
(*Index Of Fit*)

Penentuan pola distribusi kerusakan pada komponen kelas A atau komponen kritis dengan menggunakan metode *Least Square Curve Fitting* yaitu memilih berdasarkan nilai *Index of Fit* terbesar. *Index of Fit* (r) menggambarkan hubungan linier antara x_1 dengan y_1 , semakin besar nilai *Index of Fit* menandakan hubungan linear x_1 dan y_1 semakin baik. Pola distribusi data bisa berupa distribusi *Normal*, *Lognormal*, *Eksponensial* atau *Weibull*. Berikut merupakan data interval kerusakan yang terjadi pada komponen kritis yang termasuk didalam kelas A.

Data Interval Kerusakan Komponen Kelas A

D2 Lamp L-6585-02	Grating Sample Loop Assy	Plunger & Peek Neddle Seal
329	301	288
211	284	266
221	321	400
311	329	354
201	298	311
291		279
212		414
219		342
238		308
302		266
287		
210		
299		
288		

Berikut merupakan perhitungan penentuan pola distribusi pada masing-masing komponen:

1. Distribusi Normal

Berikut merupakan perhitungan komponen D2 Lamp L-6585-02 dengan menggunakan distribusi normal:

I	Ti	F(Ti)	Yi	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti-Ti	(Ti-Ti) ²
1	201	0.0486	-1.6	40401	2.56	-321.6	-57.5	3306.25
2	210	0.1181	-1.1	44100	1.21	-231	-48.5	2352.25
3	211	0.1875	-0.9	44521	0.81	-189.9	-47.5	2256.25
4	212	0.2569	-0.6	44944	0.36	-127.2	-46.5	2162.25
5	219	0.3264	-0.4	47961	0.16	-87.6	-39.5	1560.25
6	221	0.3958	-0.2	48841	0.04	-44.2	-37.5	1406.25
7	238	0.4653	0	56644	0	0	-20.5	420.25
8	287	0.5347	0	82369	0	0	28.5	812.25
9	288	0.6042	0.2	82944	0.04	57.6	29.5	870.25
10	291	0.6736	0.4	84681	0.16	116.4	32.5	1056.25
11	299	0.7431	0.6	89401	0.36	179.4	40.5	1640.25
12	302	0.8125	0.9	91204	0.81	271.8	43.5	1892.25
13	311	0.8819	1.1	96721	1.21	342.1	52.5	2756.25
14	329	0.9514	1.6	108241	2.56	526.4	70.5	4970.25
x?	258.5	0.5000	0	68784	0.73	35.2	0	1961.54
Σ	3619	7	0	962973	10.28	492.2	0	27461.50

Keterangan :

- I : data ke -i
- Ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Yi : nilai F(Ti) pada tabel *Standardized Normal Probabilities*
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{Ti})² : Ti – Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}.S_{yy}}}$$

Sxy	6890.8
Sxx	384461
Syy	143.92
r	0.9264

Berikut merupakan perhitungan komponen Grating Sample Loop Assy dengan menggunakan distribusi normal:

I	Ti	F(Ti)	Yi	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{Ti}	(Ti- \bar{Ti}) ²
1	284	0.1296	-1.1	80656	1.21	-312.4	25.5	650.25
2	298	0.3148	-0.4	88804	0.16	-119.2	39.5	1560.25
3	301	0.5000	0	90601	0	0	42.5	1806.25
4	321	0.6852	0.4	103041	0.16	128.4	62.5	3906.25
5	329	0.8704	1.1	108241	1.21	361.9	70.5	4970.25
x?	306.6	0.5	0	94268.6	0.548	11.74	48.1	2578.65
Σ	1533	2.5	0	471343	2.74	58.7	240.5	12893.25

Keterangan :

- I : data ke -i
- Ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Yi : nilai F(Ti) pada tabel *Standardized Normal Probabilities*
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{Ti})² : Ti – Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N T_i Y_i - \left[\sum_{i=1}^N T_i \right] \left[\sum_{i=1}^N Y_i \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N T_i^2 - \left[\sum_{i=1}^N T_i \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Y_i^2 - \left[\sum_{i=1}^N Y_i \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	293.5
Sxx	6626
Syy	13.7
r	0.9741

Berikut merupakan perhitungan komponen Plunger & Peak Needle Seal dengan menggunakan distribusi normal:

I	Ti	F(Ti)	Yi	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	266	0.0673	-1.5	70756	2.25	-399	7.5	56.25
2	266	0.1635	-0.9	70756	0.81	-239.4	7.5	56.25
3	279	0.2596	-0.6	77841	0.36	-167.4	20.5	420.25
4	288	0.3558	-0.3	82944	0.09	-86.4	29.5	870.25
5	308	0.4519	-0.1	94864	0.01	-30.8	49.5	2450.25
6	311	0.5481	0.1	96721	0.01	31.1	52.5	2756.25
7	342	0.6442	0.3	116964	0.09	102.6	83.5	6972.25
8	354	0.7404	0.6	125316	0.36	212.4	95.5	9120.25
9	400	0.8365	0.9	160000	0.81	360	141.5	20022.25
10	414	0.9327	1.5	171396	2.25	621	155.5	24180.25
x?	322.8	0.5	0	106755.8	0.704	40.41	64.3	6690.45
Σ	3228	5	0	1067558	7.04	404.1	643	66904.5

Keterangan :

- I : data ke -i
- Ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Yi : nilai F(Ti) pada tabel *Standarized Normal Probabilities*
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N T_i Y_i - \left[\sum_{i=1}^N T_i \right] \left[\sum_{i=1}^N Y_i \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N T_i^2 - \left[\sum_{i=1}^N T_i \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Y_i^2 - \left[\sum_{i=1}^N Y_i \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	4041
Sxx	255596
Syy	70.4
r	0.9526

Tabel *Standardized Normal Probabilities*

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7518	0.7549
0.7	0.7580	0.7612	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2388	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2482	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

2. Distribusi Lognormal

Berikut merupakan perhitungan komponen D2 Lamp L-6585-02 dengan menggunakan distribusi Lognormal:

I	ti	F(Ti)	Ti=LN(ti)	Yi	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	201	0.0486	5.3033	-1.6	28.1250	2.56	-8.48528785	-0.2368	0.05605
2	210	0.1181	5.3471	-1.1	28.5916	1.21	-5.88181828	-0.1930	0.03723
3	211	0.1875	5.3519	-0.9	28.6424	0.81	-4.81667232	-0.1882	0.03542
4	212	0.2569	5.3566	-0.6	28.6930	0.36	-3.21395176	-0.1835	0.03366
5	219	0.3264	5.3891	-0.4	29.0421	0.16	-2.15562869	-0.1510	0.0228
6	221	0.3958	5.3982	-0.2	29.1402	0.04	-1.07963254	-0.1419	0.02014
7	238	0.4653	5.4723	0	29.9457	0	0	-0.0678	0.0046
8	287	0.5347	5.6595	0	32.0297	0	0	0.1194	0.01426
9	288	0.6042	5.6630	0.2	32.0691	0.04	1.132592096	0.1229	0.0151
10	291	0.6736	5.6733	0.4	32.1866	0.16	2.269329307	0.1333	0.01776
11	299	0.7431	5.7004	0.6	32.4951	0.36	3.420266144	0.1604	0.02572
12	302	0.8125	5.7104	0.9	32.6090	0.81	5.139384316	0.1704	0.02902
13	311	0.8819	5.7398	1.1	32.9452	1.21	6.313772203	0.1997	0.03989
14	329	0.9514	5.7961	1.6	33.5943	2.56	9.273692401	0.2560	0.06553
\bar{x}			5.5401		30.6923				
Σ	3619	7	77.560849	0	430.109	10.28	1.916045013	-2.66E-15	0.4172

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Ti : LN(ti)
- Yi : nilai F(Ti) pada tabel *Standarized Normal Probabilities*
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	26.82463019
Sxx	5.840730855
Syy	143.92
r	0.9252

Berikut merupakan perhitungan komponen Grating Sample Loop Assy dengan menggunakan distribusi Lognormal:

I	ti	F(Ti)	Ti=LN(ti)	Yi	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	284	0.1296	5.6490	-1.1	31.9109	1.21	-6.21387166	-0.0752	0.00565
2	298	0.3148	5.6971	-0.4	32.4569	0.16	-2.27883739	-0.0270	0.00073
3	301	0.5000	5.7071	0	32.5711	0	0	-0.0170	0.00029
4	321	0.6852	5.7714	0.4	33.3095	0.16	2.308576449	0.0473	0.00224
5	329	0.8704	5.7961	1.1	33.5943	1.21	6.375663526	0.0719	0.00517
x?			5.7241		32.7657				
Σ	1533	2.5	28.620677	0	163.84271	2.74	0.191530919	-2.66454E-15	0.01408

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Ti : LN(ti)
- Yi : nilai F(Ti) pada tabel *Standarized Normal Probabilities*
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti – Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}.S_{yy}}}$$

Sxy	0.957654593
Sxx	0.070404883
Syy	13.7
r	0.9751

Berikut merupakan perhitungan komponen Plunger & Peak Needle Seal dengan menggunakan distribusi Lognormal:

I	ti	F(Ti)	Ti=LN(ti)	Yi	Ti2	Yi2	Ti.Yi	Ti-Ti	(Ti-Ti)2
1	266	0.0673	5.5835	-1.5	31.1754	2.25	-8.37524446	-0.1818	0.0330
2	266	0.1635	5.5835	-0.9	31.1754	0.81	-5.02514668	-0.1818	0.0330
3	279	0.2596	5.6312	-0.6	31.7105	0.36	-3.37872707	-0.1340	0.0180
4	288	0.3558	5.6630	-0.3	32.0691	0.09	-1.69888814	-0.1023	0.01046
5	308	0.4519	5.7301	-0.1	32.8340	0.01	-0.57300998	-0.0351	0.00124
6	311	0.5481	5.7398	0.1	32.9452	0.01	0.573979291	-0.0255	0.00065
7	342	0.6442	5.8348	0.3	34.0450	0.09	1.750443221	0.0696	0.00484
8	354	0.7404	5.8693	0.6	34.4486	0.36	3.521578148	0.1040	0.01083
9	400	0.8365	5.9915	0.9	35.8976	0.81	5.392318092	0.2262	0.05117
10	414	0.9327	6.0259	1.5	36.3111	2.25	9.038798961	0.2606	0.06792
x?			5.7652		33.2381				
Σ	3228		57.652496	0	332.61217	7.04	1.226101381	8.88178E-16	0.23114

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Ti : LN(ti)
- Yi : nilai F(Ti) pada tabel *Standarized Normal Probabilities*
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti-Ti)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}.S_{yy}}}$$

Sxy	12.26101381
Sxx	2.311399628
Syy	70.4
r	0.9612

3. Distribusi Ekspensial

Berikut merupakan perhitungan komponen D2 Lamp L-6585-02 dengan menggunakan distribusi Ekspensial:

I	Ti	F(Ti)	Yi = LN [F(Ti)]	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	201	0.0486	-0.0498	40401	0.0025	-10.016307	-57.5	3306.25
2	210	0.1181	-0.1256	44100	0.0158	-26.381505	-48.5	2352.25
3	211	0.1875	-0.2076	44521	0.0431	-43.811906	-47.5	2256.25
4	212	0.2569	-0.2970	44944	0.0882	-62.960707	-46.5	2162.25
5	219	0.3264	-0.3951	47961	0.1561	-86.527408	-39.5	1560.25
6	221	0.3958	-0.5039	48841	0.2539	-111.36304	-37.5	1406.25
7	238	0.4653	-0.6260	56644	0.3919	-148.98987	-20.5	420.25
8	287	0.5347	-0.7651	82369	0.5854	-219.58964	28.5	812.25
9	288	0.6042	-0.9268	82944	0.8589	-266.90747	29.5	870.25
10	291	0.6736	-1.1197	84681	1.2537	-325.82272	32.5	1056.25
11	299	0.7431	-1.3589	89401	1.8466	-406.30972	40.5	1640.25
12	302	0.8125	-1.6740	91204	2.8022	-505.54088	43.5	1892.25
13	311	0.8819	-2.1366	96721	4.5651	-664.48259	52.5	2756.25
14	329	0.9514	-3.0239	108241	9.1440	-994.86414	70.5	4970.25
x?	258.5							
Σ	3619	7	-13.21002113	962973	22.00728	-3873.5679	0	27461.5

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Yi : LN[1-F(Ti)]
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	-6422.884084
Sxx	384461
Syy	133.5973097
r	-0.8962

Berikut merupakan perhitungan komponen Grating Sample Loop Assy dengan menggunakan distribusi Eksponensial:

I	Ti	F(Ti)	Yi = LN [F(Ti)]	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	284	0.1296	-0.1388	80656	0.0193	-39.42955	-22.6	510.76
2	298	0.3148	-0.3781	88804	0.1429	-112.66371	-8.6	73.96
3	301	0.5000	-0.6931	90601	0.4805	-208.6373	-5.6	31.36
4	321	0.6852	-1.1558	103041	1.3358	-371.0024	14.4	207.36
5	329	0.8704	-2.0431	108241	4.1742	-672.17131	22.4	501.76
\bar{x} ?	306.6							
Σ	1533	2.5	-4.408894359	471343	6.152619	-1403.9043	-1.1E-13	1325.2

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Yi : LN[1-F(Ti)]
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	-260.686284
Sxx	6626
Syy	11.32474774
r	-0.9517

Berikut merupakan perhitungan komponen Plunger & Peak Needle Seal dengan menggunakan distribusi Eksponensial:

I	Ti	F(Ti)	Yi = LN [F(Ti)]	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	266	0.0673	-0.0697	70756	0.0049	-18.534859	7.5	56.25
2	266	0.1635	-0.1785	70756	0.0319	-47.47642	7.5	56.25
3	279	0.2596	-0.3006	77841	0.0904	-83.863348	20.5	420.25
4	288	0.3558	-0.4397	82944	0.1933	-126.6331	29.5	870.25
5	308	0.4519	-0.6013	94864	0.3616	-185.21261	49.5	2450.25
6	311	0.5481	-0.7942	96721	0.6308	-247.00967	52.5	2756.25
7	342	0.6442	-1.0335	116964	1.0681	-353.44776	83.5	6972.25
8	354	0.7404	-1.3486	125316	1.8186	-477.38813	95.5	9120.25
9	400	0.8365	-1.8112	160000	3.2804	-724.47102	141.5	20022.25
10	414	0.9327	-2.6985	171396	7.2818	-1117.171	155.5	24180.25
\bar{x}	322.8							
Σ	3228	5	-9.275714712	1067558	14.76166	-3381.2079	643	66904.5

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Yi : LN[1-F(Ti)]
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	-3870.072359
Sxx	255596
Syy	61.57767916
r	-0.9755

4. Distribusi Weibull

Berikut merupakan perhitungan komponen D2 Lamp L-6585-02 dengan menggunakan distribusi weibull:

I	ti	F(Ti)	Ti=LN(ti)	Yi = LN (LN [1-F(Ti)])	Ti2	Yi2	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	201	0.0486	5.3033	-2.9991	28.1250	8.9945	-15.9051	-0.2368	0.05605
2	210	0.1181	5.3471	-2.0744	28.5916	4.3033	-11.0923	-0.1930	0.03723
3	211	0.1875	5.3519	-1.5720	28.6424	2.4710	-8.41287	-0.1882	0.03542
4	212	0.2569	5.3566	-1.2141	28.6930	1.4740	-6.5033	-0.1835	0.03366
5	219	0.3264	5.3891	-0.9286	29.0421	0.8623	-5.00435	-0.1510	0.0228
6	221	0.3958	5.3982	-0.6854	29.1402	0.4697	-3.69972	-0.1419	0.02014
7	238	0.4653	5.4723	-0.4684	29.9457	0.2194	-2.56317	-0.0678	0.0046
8	287	0.5347	5.6595	-0.2677	32.0297	0.0717	-1.51517	0.1194	0.01426
9	288	0.6042	5.6630	-0.0761	32.0691	0.0058	-0.43072	0.1229	0.0151
10	291	0.6736	5.6733	0.1130	32.1866	0.0128	0.64126	0.1333	0.01776
11	299	0.7431	5.7004	0.3067	32.4951	0.0940	1.74817	0.1604	0.02572
12	302	0.8125	5.7104	0.5152	32.6090	0.2654	2.94202	0.1704	0.02902
13	311	0.8819	5.7398	0.7592	32.9452	0.5764	4.35774	0.1997	0.03989
14	329	0.9514	5.7961	1.1065	33.5943	1.2244	6.41362	0.2560	0.06553
x?	258.5		5.5401		30.6923				
Σ	3619	7	77.56084917	-7.485044506	430.1090039	21.044888	-39.0239	-2.6645E-15	0.4172

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Ti : LN(ti)
- Yi : LN{-LN[1-F(Ti)]}
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	34.21247868
Sxx	5.840730855
Syy	238.6025421
r	0.9165

Berikut merupakan perhitungan komponen Grating Sample Loop Assy dengan menggunakan distribusi weibull:

I	ti	F(Ti)	Ti=LN(ti)	Yi = LN(LN [1-F(Ti)])	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	284	0.1296	5.6490	-1.9745	31.9109	3.8985	-11.1537	-0.0752	0.00565
2	298	0.3148	5.6971	-0.9727	32.4569	0.9461	-5.54148	-0.0270	0.00073
3	301	0.5000	5.7071	-0.3665	32.5711	0.1343	-2.09173	-0.0170	0.00029
4	321	0.6852	5.7714	0.1448	33.3095	0.0210	0.83552	0.0473	0.00224
5	329	0.8704	5.7961	0.7145	33.5943	0.5104	4.14103	0.0719	0.00517
\bar{x}	306.6		5.7241						
Σ	1533	2.5	28.62067686	-2.454434874	163.8427098	5.5103414	-13.8103	-2.6645E-15	0.01408

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Ti : LN(ti)
- Yi : LN{-LN[1-F(Ti)]}
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	1.195897067
Sxx	0.070404883
Syy	21.52745659
r	0.9714

Berikut merupakan perhitungan komponen Plunger & Peak Needle Seal dengan menggunakan distribusi weibull :

I	ti	F(Ti)	Ti=LN(ti)	Yi = LN (LN [1-F(Ti)])	Ti ²	Yi ²	Ti.Yi	Ti- \bar{T}_i	(Ti- \bar{T}_i) ²
1	266	0.0673	5.5835	-2.6638	31.1754	7.0961	-14.8736	-0.1818	0.03303
2	266	0.1635	5.5835	-1.7233	31.1754	2.9696	-9.62183	-0.1818	0.03303
3	279	0.2596	5.6312	-1.2020	31.7105	1.4449	-6.76885	-0.1340	0.01797
4	288	0.3558	5.6630	-0.8217	32.0691	0.6751	-4.65307	-0.1023	0.01046
5	308	0.4519	5.7301	-0.5086	32.8340	0.2587	-2.9143	-0.0351	0.00124
6	311	0.5481	5.7398	-0.2304	32.9452	0.0531	-1.32225	-0.0255	0.00065
7	342	0.6442	5.8348	0.0329	34.0450	0.0011	0.19211	0.0696	0.00484
8	354	0.7404	5.8693	0.2990	34.4486	0.0894	1.75511	0.1040	0.01083
9	400	0.8365	5.9915	0.5940	35.8976	0.3528	3.55879	0.2262	0.05117
10	414	0.9327	6.0259	0.9927	36.3111	0.9854	5.98181	0.2606	0.06792
\bar{x}	322.8		5.7652						
Σ	3228	5	57.65249575	-5.231132665	332.6121665	13.926174	-28.666	8.8818E-16	0.23114

Keterangan :

- I : data ke -i
- ti : waktu antar kerusakan komponen setelah diurutkan
- F(Ti) : (i-0.3)/(N+0.4)
- Ti : LN(ti)
- Yi : LN{-LN[1-F(Ti)]}
- Ti² : Ti x Ti
- Yi² : Yi x Yi
- Ti.Yi : Ti X Yi
- (Ti- \bar{T}_i)² : Ti - Rata rata Ti, dikuadratkan
- N : jumlah data

$$S_{xy} = N \sum_{i=1}^N TiYi - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right] \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]$$

$$S_{xx} = N \sum_{i=1}^N Ti^2 - \left[\sum_{i=1}^N Ti \right]^2$$

$$S_{yy} = N \sum_{i=1}^N Yi^2 - \left[\sum_{i=1}^N Yi \right]^2$$

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx} \cdot S_{yy}}}$$

Sxy	14.92757726
Sxx	2.311399628
Syy	111.8969891
r	0.9282

Rekapitulasi *Index Of Fit* dari komponen komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC:

Spare Part	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
Distribusi Normal	0.9264	0.9741	0.9526
Distribusi Lognormal	0.9252	0.9751	0.9612
Distribusi Eksponensial	-0.8962	-0.9517	-0.9755
Distribusi Weibull	0.9165	0.9714	0.9282

LAMPIRAN 4
 UJI KESESUAIAN POLA DISTRIBUSI
 (*Goodness Of Fit*)

1. Data Uji Kesesuaian Distribusi *Kolmogorov-Smirnov Test*

Data Perhitungan *Goodness Of Fit* Komponen D2 Lamp L-6585-02

i	ti	$X_i = \ln(t_i)$	$\ln t_i - \mu$	$(\ln t_i - \mu)^2$	$(\ln t_i - \mu)/s$	$(i-1)/n$	i/n	?	C	D1	D2
1	201	5.3033	-0.2368	0.0561	-1.3216	0.0000	0.0714	-1.32	0.0934	0.0934	-0.0220
2	210	5.3471	-0.1930	0.0372	-1.0771	0.0714	0.1429	-1.08	0.1401	0.0687	0.0028
3	211	5.3519	-0.1882	0.0354	-1.0506	0.1429	0.2143	-1.05	0.1469	0.0040	0.0674
4	212	5.3566	-0.1835	0.0337	-1.0242	0.2143	0.2857	-1.02	0.1539	-0.0604	0.1318
5	219	5.3891	-0.1510	0.0228	-0.8428	0.2857	0.3571	-0.84	0.2005	-0.0852	0.1566
6	221	5.3982	-0.1419	0.0201	-0.7921	0.3571	0.4286	-0.79	0.2148	-0.1423	0.2138
7	238	5.4723	-0.0678	0.0046	-0.3784	0.4286	0.5000	-0.38	0.3520	-0.0766	0.1480
8	287	5.6595	0.1194	0.0143	0.6666	0.5000	0.5714	0.67	0.2486	-0.2514	0.3228
9	288	5.6630	0.1229	0.0151	0.6860	0.5714	0.6429	0.69	0.2549	-0.3165	0.3880
10	291	5.6733	0.1333	0.0178	0.7439	0.6429	0.7143	0.74	0.2104	-0.4325	0.5039
11	299	5.7004	0.1604	0.0257	0.8953	0.7143	0.7857	0.90	0.3159	-0.3984	0.4698
12	302	5.7104	0.1704	0.0290	0.9510	0.7857	0.8571	0.95	0.3289	-0.4568	0.5282
13	311	5.7398	0.1997	0.0399	1.1149	0.8571	0.9286	1.11	0.3665	-0.4906	0.5621
14	329	5.7961	0.2560	0.0655	1.4290	0.9286	1.0000	1.43	0.4236	-0.5050	0.5764
Σ	3619	77.5608	0.0000	0.4172	0.0000	6.5000	7.5000	0.0000	3.4504	-3.0496	4.0496

μ	\bar{t}
\bar{t}	5.5401
s	0.1791
D hitung	0.5764
D 0.05, 14	0.3490

$$\bar{t} = \frac{\sum Xi}{\sum i}$$

$$s = \sqrt{\frac{(\sum (\ln t_i - \mu)^2)}{\sum i - 1}}$$

D hitung : dilihat dari tabel *Kolmogorov-Smirnov*

Data Perhitungan *Goodness Of Fit* Komponen Grating Sample Loop Assy

i	ti	$X_i = \ln(t_i)$	$\ln t_i - \mu$	$(\ln t_i - \mu)^2$	$(\ln t_i - \mu)/s$	$(i-1)/n$	i/n	?	C	D1	D2
1	284	5.6490	-0.0752	0.0056	-1.2668	0.0000	0.2000	-1.27	0.1020	0.102	0.0980
2	298	5.6971	-0.0270	0.0007	-0.4558	0.2000	0.4000	-0.46	0.3594	0.1594	0.0406
3	301	5.7071	-0.0170	0.0003	-0.2869	0.4000	0.6000	-0.29	0.3859	-0.0141	0.2141
4	321	5.7714	0.0473	0.0022	0.7973	0.6000	0.8000	0.80	0.2881	-0.3119	0.5119
5	329	5.7961	0.0719	0.0052	1.2122	0.8000	1.0000	1.21	0.3869	-0.4131	0.6131
Σ	1533	28.6207	0.0000	0.0141	0.0000	2.0000	3.0000	0.0000	1.5223	-0.4777	1.4777

μ	\hat{t}
\hat{t}	5.7241
s	0.0593
D hitung	0.6131
D 0.05, 5	0.565

$$\hat{t} = \frac{\sum X_i}{\sum i}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\ln t_i - \mu)^2}{\sum i - 1}}$$

D hitung : dilihat dari tabel *Kolmogorov-Smirnov*

Data Perhitungan *Goodness Of Fit* Komponen Plunger & Peek Neddle Seal

i	ti	$X_i = \ln(t_i)$	$\ln t_i - \mu$	$(\ln t_i - \mu)^2$	$(\ln t_i - \mu)/s$	$(i-1)/n$	i/n	?	C	D1	D2
1	266	5.5835	0.0434	0.0019	0.2425	0.0000	0.0714	-0.63	0.2643	0.2643	-0.1929
2	266	5.5835	0.0434	0.0019	0.2425	0.0714	0.1429	-0.63	0.2643	0.1929	-0.1214
3	279	5.6312	0.0912	0.0083	0.5088	0.1429	0.2143	-0.47	0.3192	0.1763	-0.1049
4	288	5.6630	0.1229	0.0151	0.6860	0.2143	0.2857	-0.36	0.3694	0.1551	-0.0837
5	308	5.7301	0.1900	0.0361	1.0608	0.2857	0.3571	-0.12	0.4522	0.1665	-0.0951
6	311	5.7398	0.1997	0.0399	1.1149	0.3571	0.4286	-0.09	0.4641	0.1070	-0.0355
7	342	5.8348	0.2948	0.0869	1.6453	0.4286	0.5000	0.24	0.0548	-0.3738	0.4452
8	354	5.8693	0.3292	0.1084	1.8378	0.5000	0.5714	0.36	0.1406	-0.3594	0.4308
9	400	5.9915	0.4514	0.2038	2.5198	0.5714	0.6429	0.79	0.2852	-0.2862	0.3577
10	414	6.0259	0.4858	0.2360	2.7118	0.6429	0.7143	0.91	0.3186	-0.3243	0.3957
Σ	3228	57.6525	2.2519	0.7382	12.5704	3.2143	3.9286	0.0000	2.9327	-0.2816	0.9959

μ	\hat{t}
\hat{t}	5.7652
s	0.2864
D hitung	0.4452
D 0.05, 10	0.368

Tabel Kolmogorov-Smirnov

Ukuran sampel N	Tingkat Signifikansi untuk D = maksimum $ F_0(X) - S_n(X) $				
	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01
1	0,900	0,925	0,950	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,828
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,733
5	0,446	0,474	0,510	0,565	0,669
6	0,410	0,436	0,470	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577
8	0,358	0,381	0,411	0,457	0,543
9	0,339	0,360	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,410	0,490
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,450
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,392
17	0,250	0,266	0,286	0,318	0,381
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,371
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,363
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,356
25	0,21	0,22	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,20	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,19	0,21	0,23	0,27
n > 35	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,14}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Rekapitulasi Perhitungan *Goodness of Fit Kolmogorov-Smirnov Test*

- H₀ : Data waktu TTF spare part berdistribusi lognormal
H₁ : Data waktu TTF spare part tidak berdistribusi lognormal
 α : 0.05

No.	Spare Part	Dhitung	Dtabel	Keterangan
1	D2 Lamp L-6585-02	0.5764	0.349	Tolak H ₀
2	Grating, Sample Loop Assy	0.6131	0.565	Tolak H ₀
3	Plunger & Peek needle Seal	0.4452	0.368	Tolak H ₀

2. Data Uji Kesesuaian Distribusi *Mann Test*Data Perhitungan *Goodness Of Fit* Komponen D2 Lamp L-6585-02

c	ti	$X_i = \ln(t_i)$	Z_i	M_i	$\ln(t_{i+1}) - \ln t_i$	$\ln(t_{i+1}) - \ln t_i / M_i$
1	201	5.3033	0.9440	0.0182	0.0438	2.4076
2	210	5.3471	0.9622	0.0019	0.0048	2.4365
3	211	5.3519	0.9642	0.0019	0.0047	2.4421
4	212	5.3566	0.9661	0.0132	0.0325	2.4640
5	219	5.3891	0.9793	0.0037	0.0091	2.4886
6	221	5.3982	0.9830	0.0292	0.0741	2.5373
7	238	5.4723	1.0122	0.0696	0.1872	2.6885
8	287	5.6595	1.0818	0.0012	0.0035	2.8004
9	288	5.6630	1.0830	0.0037	0.0104	2.8083
10	291	5.6733	1.0867	0.0096	0.0271	2.8298
11	299	5.7004	1.0963	0.0035	0.0100	2.8512
12	302	5.7104	1.0998	0.0102	0.0294	2.8737
13	311	5.7398	1.1100	0.0193	0.0563	2.9225
14	329	5.7961	1.1293			
Σ	3619	77.5608	14.4979	0.1852	0.4928	34.5506

k1	r/2
	7.0000
k2	(r-1)/2
	14-1/2
	6.5
	6.0000
Ma	119.6014
Mb	104.7879
M	1.141366801
M tabel	7.6
	4.21

Keterangan :

i : 1

ti : data waktu kerusakan ke-i

Data Perhitungan *Goodness Of Fit* Komponen Grating Sample Loop Assy

i	t_i	$X_i = \ln(t_i)$	Z_i	M_i	$\ln(t_{i+1}) - \ln t_i$	$\ln(t_{i+1}) - \ln t_i / M_i$
1	284	5.6490	1.3788	0.0123	0.0481	3.9158
2	298	5.6971	1.3911	0.0025	0.0100	3.9472
3	301	5.7071	1.3937	0.0161	0.0643	3.9871
4	321	5.7714	1.4098	0.0061	0.0246	4.0350
5	329	5.7961	1.4159			
Σ	1533	28.6207	6.9893	0.0371	0.1471	15.8851

k1	$r/2$
	2.5000
k2	$(r-1)/2$
	2.0000
Ma	20.0552
Mb	15.7261
M	1.275284832
M tabel	2.2
	19

Data Perhitungan *Goodness Of Fit* Komponen Plunger & Peek Needle Seal

i	t_i	$X_i = \ln(t_i)$	Z_i	M_i	$\ln(t_{i+1}) - \ln t_i$	$\ln(t_{i+1}) - \ln t_i / M_i$
1	266	5.5835	1.0542	0.0000	0.0000	0.0000
2	266	5.5835	1.0542	0.0174	0.0477	2.7381
3	279	5.6312	1.0716	0.0114	0.0317	2.7840
4	288	5.6630	1.0830	0.0236	0.0671	2.8408
5	308	5.7301	1.1067	0.0034	0.0097	2.8850
6	311	5.7398	1.1100	0.0323	0.0950	2.9444
7	342	5.8348	1.1423	0.0114	0.0345	3.0183
8	354	5.8693	1.1537	0.0393	0.1222	3.1063
9	400	5.9915	1.1931	0.0108	0.0344	3.1948
10	414	6.0259	1.2038			
Σ	3228	57.6525	11.1727	0.1496	0.4424	23.5117

k1	$r/2$
	5.0000
k2	$(r-1)/2$
	4.0000

Ma	61.3192
Mb	44.9914
M	1.362908321
M tabel	5.4
	6.26

Rekapitulasi Perhitungan *Goodness of Fit Mann's Test*

H0 : Data waktu TTF spare part berdistribusi weibull

H1 : Data waktu TTF spare part tidak berdistribusi weibull

α : 0.05

No.	Spare Part	Mhitung	Mtabel	Keterangan
1	D2 Lamp L-6585-02	1.2753	4.21	Terima H0
2	Grating, Sample Loop Assy	1.2753	19.00	Terima H0
3	Plunger & Peek neddle Seal	1.3629	6.26	Terima H0

$$M = \frac{k_1 \sum_{i=k_1+1}^{r-1} \left[\frac{\ln t_{i+1} - \ln t_i}{M_1} \right]}{k_2 \sum_{i=1}^{k_1} \left[\frac{\ln t_{i+1} - \ln t_i}{M_1} \right]}$$

LAMPIRAN 5

Penentuan Parameter Dari Distribusi Terpilih
(Distribusi Weibull)

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
$\Sigma T_i \cdot Y_i$	-39.0239	-13.8103	-28.6660
ΣT_i	77.5608	28.6207	57.6525
ΣY_i	-7.4850	-2.4544	-5.2311
ΣT_i^2	430.1090	163.8427	332.6122
N	14	5	10

Maka

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
β	5.8576	16.9860	6.4582
a	-32.9859	-97.7210	-37.7565
θ	279.0344	315.1456	345.9343

$$\beta = \frac{\Sigma T_i Y_i - \frac{\Sigma T_i \Sigma Y_i}{N}}{\Sigma T_i^2 - \frac{(\Sigma T_i)^2}{N}}$$

$$a = \frac{\Sigma Y_i}{N} - \beta \frac{\Sigma T_i}{N}$$

$$\theta = e^{-\frac{a}{\beta}}$$

LAMPIRAN 6

Nilai Laju Fungsi Kerusakan

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
β	5.8576	16.9860	6.4582
a	-32.9859	-97.7210	-37.7565
θ	279.0344	315.1456	345.9343
t	258.5	306.6	322.8
λ	0.0145	0.0347	0.0128
λ	0.0125 / tahun	0.0347 / tahun	0.01258 / tahun

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{t}{\theta} \right)^{\beta-1}$$

Keterangan

$$Dt = \lambda(t) \times t$$

$\lambda(t)$: Laju Kerusakan

Dt : Demand (Jumlah permintaan dalam kurun waktu t)
t : waktu pemakaian komponen

LAMPIRAN 7

Kebutuhan Komponen/Tahun dan Titik Pesanan Kembali

Pemesanan Optimal Dan Titik Pemesanan Kembali

D2 Lamp L-6585-02	
Pemesanan Optimal dan Titik Pemesanan Kembali	
Diketahui	:
D :	6 unit/tahun
S :	200000 Rupiah
H :	649900 Rupiah
L :	14 Hari
Q* :	1.9217
	2 Unit
Titik Pemesanan Kembali	
r :	0.2301
	1 Unit

Grating, Sample Loop Assy	
Pemesanan Optimal dan Titik Pemesanan Kembali	
Diketahui	:
D :	13 unit/tahun
S :	100000 Rupiah
H :	570100 Rupiah
L :	14 Hari
Q* :	2.1356
	3 Unit
Titik Pemesanan Kembali	
r :	0.4986
	1 Unit

Plunger & Peek neddle Seal	
Pemesanan Optimal dan Titik Pemesanan Kembali	
Diketahui	:
D :	5 unit/tahun
S :	100000 Rupiah
H :	206550 Rupiah
L :	7 Hari
Q* :	2.2003
	3 Unit
Titik Pemesanan Kembali	
r :	0.0959
	1 Unit

Rekapitulasi Jumlah Pemesanan Optimal dan Titik Pemesanan Kembali

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
D	6	13	5
S	200000	100000	100000
H	649900	570100	206550
L	14	14	7
Q*	1.9217	2.1356	2.2003
Q*	2 unit	3 unit	3 unit

Jumlah pemesanan optimal :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Keterangan :

- Q* : jumlah pemmesanan optimal
- D (Demand) : permintaan tahunan dalam unit
- S (Setup) : biaya pemesanan setiap pesanan
- H (Holding) : biaya penyimpanan per unit per tahun

Titik pemesanan kembali :

$$r = \left(\frac{D}{t}\right) L$$

Keterangan :

- r : titik pemesanan kembali
- L : lead time atau waktu tunggu pemesanan
- t : waktu kerja

LAMPIRAN 8
Jeda Penggantian Komponen Kritis

MTTF : $\lambda r (1 + 1/\beta)$

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
θ	279.0344	315.1456	345.9343
β	5.8576	16.9860	6.4582
$1+1/\beta$	1.17	1.06	1.15
r	0.99433	0.96874	0.98884
MTTF	277.4523	305.2942	342.0737
MTTF	278 hari	306 hari	343 hari