

Penentuan Jeda Penggantian Komponen Kritis pada Alat Instrumen HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) di Laboratorium PT. RAA

Retno Aprilia*¹, Septian Rahmat Adnan*²

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul

E-mail: *¹retnoaprilial@gmail.com, *²septian.rahmat@esaunggul.ac.id

Abstrak

PT RAA merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri farmasi. Dalam proses pemeriksaan kualitas produk farmasi melibatkan salah satu alat instrumen yaitu HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari *logsheet* riwayat alat HPLC dari tahun 2010 sampai dengan 2019. Metode yang digunakan untuk menentukan komponen kritis adalah Metode Klasifikasi ABC. Komponen kritis pada alat instrumen HPLC yaitu *D2 Lamp L-6585-02* dengan nilai MTTF 278 hari, komponen *Grating*, *Sample Loop Assy* dengan nilai MTTF 306 hari, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* dengan nilai MTTF 343 hari. Perhitungan nilai fungsi kerusakan pada komponen kritis menggunakan perhitungan metode distribusi terpilih yaitu distribusi *Weibull*. Pemesanan optimal pada komponen *D2 Lamp L-6585-02* yaitu 2 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, komponen *Grating*, *Sample Loop Assy* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit.

Kata kunci – HPLC, Komponen kritis, Klasifikasi ABC, MTTF, Weibull

Abstract

PT RAA is one of company that moves in terms of pharmaceutical industry. In the process of checking the quality of pharmaceutical products involving one of the instrumentation namely HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). The data used in the research is secondary data obtained from the instrument *logsheet hplc* 2019 2010 than years up to. The method used to determine the critical component is the ABC Classification Method. he critical components of the HPLC instrumentation tool are *D2 Lamp L-6585-02* with MTTF value of 277 days, *Grating* component, *Sample Loop Assy* with MTTF value of 305 days, and *Plunger and Peek Neddle Seal* components with MTTF value of 342 days. Calculation of the value of function damage to critical components used the calculation of the selected distribution method, namely *Weibull* distribution. Optimal ordering for *D2 Lamp component L-6585-02* is 2 units / year with 1 unit ordering point, *Grating* component, *Sample Loop Assy* is 3 units / year with 1 unit ordering point, and *Plunger and Peek Neddle Seal* components are 3 units / year with a ordering point of 1 unit.

Keyword – HPLC, Critical component, ABC Classification, MTTF, Weibull

1. PENDAHULUAN

Dunia industri saat ini memasuki era 4.0, hal ini menuntut kita untuk terus mengikuti perkembangan bisnis dunia. Perkembangan bisnis memunculkan kompetisi global di dunia industri, termasuk industri farmasi. Industri farmasi merupakan industri yang menghasilkan produk berupa obat yang bertujuan untuk kesehatan manusia. Produk farmasi yang berada di pasaran harus melalui proses resmi dengan prosedur pemerintah yang sudah ditetapkan. Hal yang dapat kita lakukan untuk tetap bertahan di dunia industri saat ini adalah dengan melakukan peningkatan dan perbaikan dalam hal kualitas produk serta kinerja yang dilakukan secara terus menerus. Pengendalian kualitas produk dilakukan disebuah laboratorium, di dalam laboratorium

tersebut terdapat beberapa alat instrumen yang digunakan untuk menganalisa sampel seperti: pH Meter, Viscometer, Spektrofotometer, HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) dan alat instrumen lainnya. Alat instrumen HPLC (*High Performance Liquid Chromatograph*) merupakan alat instrumen yang paling berperan penting atas hasil analisa kadar suatu sampel. Hasil analisa kadar dalam suatu obat merupakan tolak ukur perilisan dalam suatu produk obat, jika hasil analisa dari alat HPLC tidak memenuhi syarat yang ada, maka proses produksi dapat terhambat. HPLC merupakan alat instrumen dengan menggunakan teknik pemisahan untuk menganalisis bahan obat, baik dalam bentuk bulk (bahan baku) atau bentuk sediaan farmasetik (obat jadi). *Output* yang dihasilkan dari HPLC berupa data berbentuk puncak yang kemudian puncak tersebut dapat di hitung sebagai jumlah suatu senyawa yang dianalisa.

Dalam keadaan normal alat instrumen HPLC yang berada di laboratorium PT RAA mengalami penumpukan antrian analisa dikarenakan jumlah sampel yang selalu ada setiap harinya, penumpukan antrian sampel akan semakin bertambah apabila alat instrumen HPLC mengalami *error* atau kerusakan. Alat instrumen yang *error* menyebabkan jumlah waktu penggunaan alat semakin berkurang, sehingga alat di anggap bekerja tidak optimal. HPLC mengalami kerusakan dan harus di lakukan penggantian komponen akan menyebabkan *downtime* alat yang lebih parah, hal ini akan merugikan bagi perusahaan. Hal ini lah yang mengharuskan sebuah perusahaan melakukan sebuah perawatan pada alat atau mesin yang ada di perusahaan. Pada masa lampau perawatan pada mesin menggunakan sistem yang dinamakan *breakdown maintenance*, dimana perawatan pada mesin dilakukan setelah timbul kerusakan. Seiring berjalannya waktu perawatan mesin berkembang dengan sistem *preventive maintenance* [1].

Selama ini PT RAA belum melakukan tindakan *preventive maintenance* di laboratorium. Penulis mengusulkan untuk diadakannya kegiatan *preventive maintenance* dengan mengganti komponen kritis yang sering mengalami kerusakan sebelum komponen kritis tersebut tidak berfungsi atau *error*. Penulis akan mengumpulkan data mengenai kerusakan pada alat HPLC kemudian menghitung *downtime* pada alat HPLC, dan akan menghitung jeda waktu yang optimal untuk melakukan penggantian komponen kritis pada alat instrumen HPLC. Kegiatan *preventive maintenance* bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan atau *error* yang terjadi secara mendadak pada alat instrumen HPLC, kemudian dapat mengurangi masa *downtime* alat instrumen HPLC, dan mengurangi kerugian perusahaan dalam pengeluaran pembiayaan perusahaan serta meningkatkan kesadaran untuk lebih peduli terhadap perawatan alat sehingga masa hidup alat semakin lama. Kegiatan *preventive maintenance* diharapkan dapat diterapkan secara rutin oleh perusahaan terkait.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui komponen kritis pada alat instrumen HPLC, menentukan nilai fungsi laju kerusakan dari komponen kritis alat instrumen HPLC, menentukan jumlah pemesanan optimal dan menentukan titik pemesanan kembali komponen kritis alat instrumentasi HPLC serta menentukan jeda penggantian komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC. Berikut gambar dari alat instrumen yang digunakan di labolatorium PT RAA.



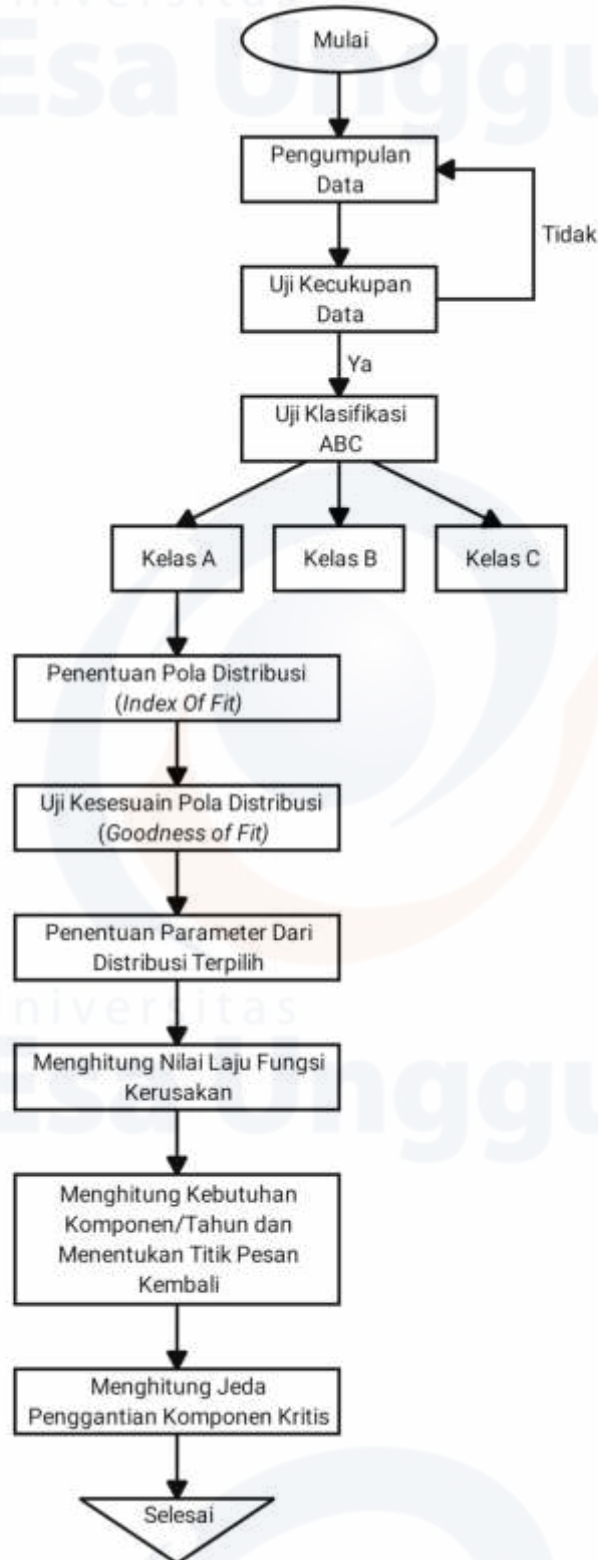
Gambar 1. Alat Instrumen HPLC

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT RAA yang berlokasi di Jalan Pulo Kambing dan bergerak dibidang industri farmasi. Objek dalam penelitian ini adalah komponen kritis pada alat instrumen HPLC. Data yang digunakan adalah data frekuensi kerusakan yang terjadi pada alat instrumen. Data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang merupakan dokumentasi milik perusahaan mengenai riwayat alat instrumen dari Januari 2010 hingga Desember 2019. Pengolahan data ditahap awal adalah dengan melakukan uji kecukupan data, dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang digunakan sudah cukup dan valid untuk digunakan tahap selanjutnya. Tahap kedua yaitu menentukan komponen kritis pada alat instrumen HPLC dengan konsep klasifikasi ABC yaitu dengan menggunakan skala prioritas dan pertimbangan harga komponen alat instrumentasi HPLC. Tahap ketiga adalah penentuan pola distribusi kerusakan pada alat instrumen HPLC, dengan menggunakan *Least Square Curve Fitting* yaitu memilih berdasarkan nilai *Index Of Fit* terbesar. *Index Of Fit* (r) menggambarkan hubungan linier antara x_1 dan y_1 , semakin besar nilai *index of fit* menandakan hubungan linear x_1 dan y_1 semakin baik. Pola distribusi yang digunakan antara lain distribusi normal, lognormal, eksponensial dan weibull.

Tahap keempat yaitu melakukan uji kesesuaian pola distribusi yang terpilih pada tahap ketiga. Pengujian kesesuaian pola distribusi yang digunakan yaitu uji spesifik *Goodness Of Fit*. Macam-macam dari uji spesifik *Goodness Of Fit* yaitu *Chi-Square*, *Kolmogorov- Smirnov*, *Anderson-Darling* dan *Mann*. Namun pada penelitian ini hanya dibatasi 2 metode yang digunakan yaitu metode *Kolmogorov-Smirnov* dan *Mann*. Setelah pola distribusi yang terpilih telah lulus uji kesesuaian distribusi kemudian dilanjutkan dengan tahap kelima yaitu menghitung parameter-parameter dari distribusi terpilih. Parameter-parameter tersebut diolah untuk mendapatkan nilai fungsi laju kerusakan yang terjadi pada alat instrumentasi HPLC. Tahap keenam yaitu menghitung jumlah pemesanan optimal komponen kritis per tahunnya, serta menentukan pula titik kembali pemesanan komponen alat. Tahap terakhir adalah menghitung MTTF (*Mean Time To Failure*) sebagai acuan jeda dalam penggantian komponen kritis.

Metode yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan dengan diagram alir sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan di PT RAA yang berlokasi di jalan Pulo Kambing, Jakarta Timur, dan bergerak di bidang industri farmasi. Objek dalam penelitian ini adalah komponen kritis pada alat instrumen HPLC. Terpilihnya alat instrumen HPLC sebagai objek penelitian karena alat instrumen HPLC merupakan alat ukur yang hasil analisisnya sangat mempengaruhi keputusan produk lebih lanjut. Data yang dikumpulkan adalah data frekuensi kerusakan yang terjadi pada alat instrumen HPLC disertai dengan harga dari masing-masing komponen. Data di dalam penelitian ini adalah data sekunder yang merupakan dokumentasi perusahaan mengenai riwayat alat instrumen HPLC dari Januari 2010 sampai Desember 2019. Harga pada komponen alat instrumen HPLC merupakan harga komponen pada tahun 2019.

Tabel 1. Data Frekuensi Kerusakan dan Harga Komponen Alat Instrumentasi HPLC

No.	Nama Spare Part	Frekuensi	Harga
1.	D2 Lamp L-6585-02	14	Rp 12.998.000
2.	Grating, Sample Loop Assy	5	Rp 11.402.000
3.	Plunger & Peek Neddle Seal	10	Rp 4.131.000
4.	Valve	5	Rp 7.540.000
5.	Seal 42429	13	Rp 2.175.000
6.	High & Low Pressure Valve Rotor 30A	2	Rp 11.925.000
7.	Sensor	1	Rp 13.485.000
8.	Acquity Arc	3	Rp 4.205.000
9.	Rotor Seal 7125-04	4	Rp 2.190.000
10.	CV Out	1	Rp 7.056.000
11.	M1 M2 (Mirror) Assy	1	Rp 4.147.000
12.	O Ring	4	Rp 1.015.000
13.	SUS Pipe	2	Rp 1.088.000
14.	Filter Insert	2	Rp 725.000

Sumber: PT RAA, Januari 2010 sampai Desember 2019

3.2 Uji Kecukupan Data

Seluruh data yang telah dikumpulkan diolah dan di uji kecukupan datanya untuk mengetahui apakah data yang digunakan sudah cukup dan valid untuk digunakan pada tahap selanjutnya. Hasil pengolahan uji kecukupan data menunjukkan nilai N' yaitu 65.6 dimana angka tersebut memiliki nilai lebih kecil dari nilai N yaitu 67, sehingga data dalam penelitian ini dianggap cukup dan valid dengan nilai kepercayaan 95% dan derajat ketelitian 5% untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

$$N' = \frac{k/s\sqrt{(N\Sigma Xi^2) - (\Sigma Xi)^2}}{\Sigma Xi} \dots\dots\dots (1)$$

- N : jumlah pengamatan (total frekuensi kerusakan)
- N' : jumlah data yang seharusnya dilakukan
- k : nilai k dari tingkat kepercayaan 95% adalah 2
- s : derajat ketelitian 5% atau 0.05

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

3.3 Uji Klasifikasi ABC

Penentuan komponen kritis pada alat instrumen HPLC menggunakan konsep klasifikasi ABC yaitu dengan menggunakan skala prioritas dan pertimbangan harga komponen alat instrumen HPLC. Konsep pada metode ini membagi komponen menjadi tiga kelas, yaitu kelas A dengan kriteria 20% terbesar dari seluruh komponen, kemudian kelas B dengan kriteria 30% dari seluruh komponen dan kelas C dengan kriteria 50% dari seluruh komponen. Kelas A merupakan komponen kritis, kelas B komponen semi kritis dan kelas C komponen non kritis. Komponen kelas A yang merupakan komponen kritis kemudian diolah ke tahap selanjutnya.

Tabel 2. Data Total Harga dan Persentase Komponen Alat Instrumen HPLC

No.	Nama Spare Part	Harga	Persen	Kumulatif
1.	D2 Lamp L-6585-02	Rp 181.972.000	42.93 %	42.93 %
2.	Grating, Sample Loop Assy	Rp 11.402.000	13.45 %	56.38 %
3.	Plunger & Peek Neddle Seal	Rp 4.131.000	9.75 %	66.13 %
4.	Valve	Rp 7.540.000	8.89 %	75.02 %
5.	Seal 42429	Rp 2.175.000	6.67 %	81.69 %
6.	High & Low Pressure Valve Rotor 30A	Rp 11.925.000	5.63 %	87.32 %
7.	Sensor	Rp 13.485.000	3.18 %	90.50 %
8.	Acquity Arc	Rp 4.205.000	2.98 %	93.48 %
9.	Rotor Seal 7125-04	Rp 2.190.000	2.07 %	95.54 %
10.	CV Out	Rp 7.056.000	1.66 %	97.21 %
11.	M1 M2 (Mirror) Assy	Rp 4.147.000	0.98 %	98.19 %
12.	O Ring	Rp 1.015.000	0.96 %	99.14 %
13.	SUS Pipe	Rp 1.088.000	0.51 %	99.66 %
14.	Filter Insert	Rp 725.000	0.34 %	100.00 %

Sumber: PT RAA, data diolah

Total harga di dapatkan dari pengalian jumlah frekuensi kerusakan dengan harga masing masing komponen, kemudian dihitung persentase dari masing masing komponen dan dihitung kumulatif persen komponen alat instrumen HPLC.

Tabel 3. Klasifikasi Spare Part Menurut Konsep ABC

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

Sumber: PT RAA, data diolah

Klasifikasi ABC yaitu membagi 14 komponen alat instrumen HPLC menjadi 3 bagian, kategori A 20% dari seluruh komponen dan dimulai dari persen yang terbesar, dilanjutkan 30% menjadi kategori B dan 50% menjadi kategori C.

3.4 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*, *Exponential* atau *Weibull*. Berikut merupakan data interval kerusakan yang terjadi pada komponen kritis yang termasuk di dalam kelas A.

Tabel 4. Data Interval Kerusakan Spare Part Kelas A

No.	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek Neddle Seal
1.	329	301	288
2.	211	284	266
3.	221	321	400
4.	311	329	354
5.	201	298	311
6.	291		279
7.	212		414
8.	219		342
9.	238		308
10.	302		266
11.	287		
12.	210		
13.	299		
14.	288		

Sumber: PT RAA, data diolah

Kerusakan pada D2 Lamp L-6585 terjadi pada hari ke 329 dari awal januari 2010 periode penelitian, kemudian terjadi kembali pada kerusakan kedua yaitu 211 hari dari kerusakan yang pertama, yaitu 329 hal ini berlaku seterusnya untuk data interval kerusakan pada komponen kritis alat instrumen HPLC.

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi perhitungan *Index of Fit* dari masing masing komponen kritis dengan pola distribusi *Normal*, *Lognormal*, *Eksponensial*, dan *Weibull*.

Tabel 5. Data Rekapitulasi Nilai *Index of Fit* Komponen Kritis

	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

Sumber: PT RAA, data diolah

3.5 Uji Kesesuaian Pola Disribusi (*Goodness of Fit*)

Uji kesesuaian pola distribusi berkaitan dengan pola disribusi yang terpilih yaitu dengan nilai *Index of Fit* terbesar. Pengujian kesesuain pola distribusi menggunakan uji spesifik *Goodness of Fit*. Macam-macam dari uji spesifik *Goodness of Fit* yaitu *Chi-Square*, *Kolmogorov – Smirnov*, *Anderson – Darling* dan *Mann*. Berdasarkan hasil *Index of Fit* pola distribusi yang terpilih adalah distribusi *Lognormal*, sehingga uji kesesuaian pola distribusi menggunakan uji *Goodness of Fit Kolmogorov-Smirnov*. Berikut hasil rekapitulasi perhitungan *Goodness of Fit Kolmogorov-Smirnov* pada komponen kritis alat instrumentasi HPLC.

H0 : Data interval waktu kerusakan berdistribusi lognormal

H1 : Data interval waktu kerusakan tidak berdistribusi lognormal

α : 5% atau 0.05

H0 diterima bila hasil perhitungan D lebih kecil dari nilai D tabel.

Tabel 6. Data Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Goodness of Fit Kolmogorov-Smirnov*

No.	Spare Part	D Hitung	D Tabel	Keterangan
1	D2 Lamp L-6585-02	0.5764	0.349	Tolak H0
2	Grating Sample Loop Assy	0.6131	0.565	Tolak H0
3	Plunger & Peek Neddle Seal	0.4452	0.368	Tolak H0

Sumber: PT RAA, data diolah

Berdasarkan hasil perhitungan *Goodness of Fit* menunjukkan ketidaksesuaian antara data yang diolah dengan pola distribusi terpilih, ketidaksesuain tersebut dapat dilihat dari nilai Dhitung yang lebih besar dari D tabel sehingga H0 ditolak dan dapat ditarik kesimpulan bahwa data yang digunakan bukan merupakan pola distribusi *Lognormal*. Peneliti selanjutnya menentukan kembali pola distribusi terpilih dengan melihat nilai *Index of Fit* yang lebih kecil dari pola distribusi *lognormal* dan peneliti memilih pola distribusi *Weibull*.

Peneliti memilih distribusi *weibull* dengan mempertimbangkan data interval kerusakan yang dimiliki. Distribusi *weibull* menghasilkan sebuah analisa kegagalan suatu alat dengan akurat dan prediksi resiko dengan sampel yang kecil, dan data yang berpola naik dan turun [5]. Setelah itu peneliti menghitung kembali kesesuaian pola distribusi terpilih dengan uji *Goodness*

of Fit Mann. Berikut hasil rekapitulasi perhitungan *Goodness of Fit Mann* pada komponen kritis alat instrumen HPLC.

- H0 : Data interval waktu kerusakan berdistribusi *Weibull*
 H1 : Data interval waktu kerusakan tidak berdistribusi *Weibull*
 a : 5% atau 0.05
 H0 diterima bila hasil perhitungan M lebih kecil dari nilai M tabel

Tabel 7. Data Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Goodness of Fit Mann*

No.	Spare Part	M hitung	M tabel	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

Sumber: PT RAA, data diolah

Hasil rekapitulasi perhitungan *Goodness of Fit Mann* menunjukkan bahwa Mhitung lebih kecil dari Mtabel, maka H0 diterima. Pola distribusi yang terpilih adalah distribusi *Weibull* dan telah lulus uji kesesuaian pola distribusi dengan menggunakan uji *Goodness of Fit Mann*.

3.6 Penentuan Parameter Distribusi

Penentuan Parameter distribusi berdasarkan dengan pola distribusi yang terpilih yaitu distribusi *Weibull*, perhitungan parameter ini merupakan tahap untuk digunakan pada tahap selanjutnya yaitu menghitung nilai laju kerusakan. Berikut data rekapitulasi dari perhitungan parameter distribusi *Weibull* pada komponen kritis alat instrumentasi HPLC.

Tabel 7. Data Rekapitulasi Paramter Distribusi

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
B	5,8576	16,9860	6,4582
A	-32,9859	-97,7210	-37,7565
Θ	279,0344	315,1456	345,9343

Sumber: PT RAA, data diolah

3.7 Menghitung Nilai Fungsi Laju Kerusakan

Peritungan untuk menentukan nilai fungsi laju kerusakan menggunakan parameter distribusi yang pada sebelumnya sudah dilakukan perhitungan berdasarkan dengan pola distribusi terpilih yaitu distribusi *Weibull*. Berikut merupakan rekapitulasi nilai fungsi laju kerusakan pada komponen kritis alat instrumentasi HPLC.

Tabel 8. Rekapitulasi Nilai Fungsi Laju Kerusakan

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
β	5,8576	16,9860	6,4582
α	-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	0,0145/tahun	0,0347/tahun	0,0128/tahun

Sumber: PT RAA, data diolah

3.8 Menghitung Jumlah Kebutuhan Komponen per Tahun dan Jumlah Pemesanan Optimal

Perhitungan jumlah kebutuhan komponen berhubungan dengan hasil perhitungan nilai fungsi laju kerusakan dari masing masing komponen kritis. Berikut rekapitulasi jumlah komponen kritis yang dibutuhkan perusahaan dalam periode waktu tertentu.

Tabel 9. Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Komponen Kritis

	D2 Lamp L-6585-02	Grating, Sample Loop Assy	Plunger & Peek neddle Seal
Λ	0,0145	0,0347	0,0128
t (Hari)	365	365	365
Dt (Unit/Thn)	5,285606601	12,67690748	4,670228652
Dt (Unit/Thn)	6	13	5

Sumber: PT RAA, data diolah

Setelah menghitung jumlah kebutuhan komponen kritis per tahunnya, tahap selanjutnya adalah menghitung jumlah pemesanan optimal pada masing-masing komponen. Berikut rekapitulasi hasil perhitungan jumlah pemesanan optimal.

Tabel 10. Rekapitulasi Jumlah Pemesanan Optimal

	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

Sumber: PT RAA, data diolah

Berdasarkan hasil perhitungan pemesanan optimal pada komponen *D2 Lamp L-6585-02* yaitu 2 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, komponen *Grating, Sample Loop Assy* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit.

3.9 Menghitung Jeda Penggantian Komponen Kritis

Sebagai acuan dalam penentuan jeda penggantian komponen kritis pada alat instrumen HPLC dengan menghitung MTTF (*Mean Time To Failure*) dari data yang digunakan pada penelitian ini. Berikut rekapitulasi nilai MTTF dari komponen kritis alat instrumentasi HPLC.

Tabel 11. Rekapitulasi MTTF Komponen Kritis Alat Instrumentasi HPLC

	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

Sumber: PT RAA, data diolah

4. KESIMPULAN

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan jeda waktu penggantian komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC. Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. Komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC yaitu *D2 Lamp L-6585-02*, *Grating*, *Sample Loop Assy* dan *Plunger and Peek Neddle Seal*.
2. Nilai fungsi laju kerusakan pada komponen kritis alat instrumentasi HPLC yaitu *D2 Lamp L-6585-02* sebesar 0.0145 per hari, *Grating*, *Sample Loop Assy* sebesar 0.0347 per hari dan *Plunger and Peek Neddle Sea* sebesar 0.0128 per hari.
3. Pemesanan optimal pada komponen *D2 Lamp L-6585-02* yaitu 2 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, komponen *Grating*, *Sample Loop Assy* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* yaitu 3 unit/tahun dengan titik pemesanan 1 unit.
4. Jeda penggantian komponen kritis pada alat instrumentasi HPLC mengacu pada nilai MTTF dari masing-masing komponen kritis yaitu *D2 Lamp L-6585-02* setiap 278 hari, komponen *Grating*, *Sample Loop Assy* setiap 306 hari, dan komponen *Plunger and Peek Neddle Seal* setiap 343 hari.

5. SARAN

Bagi peneliti yang ingin melakukan penelitian lanjutan diharapkan memiliki data yang lebih banyak, menghitung *index of fit* dan *goodness of fit* dengan metode yang lebih lengkap serta menentukan nilai *error* dari masing-masing perhitungan dengan uji statistik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Praharsi, Y., Sriwana, I. K. and Sari, D. M. (2015) 'Perancangan Penjadwalan Preventive Maintenance Pada Pt . Artha Prima Sukses Makmur', *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 14(1), pp. 59–65.
- [2] Astuti, F. A. F. (2016). Analisis Interval Perawatan Komponen Kritis Mesin Trimming Untuk Meminimumkan Biaya Perawatan . *Sentia* 2016, 8(2).
- [3] Prawiro, Y. Y. (2017) 'Penentuan Interval Waktu Penggantian Komponen Kritis Pada Mesin Volpack Menggunakan Metode Age Replacement', *Jurnal Teknik Industri*, 16(2), p. 92.
- [4] Darusman, I. (2017). *Usulan Waktu Perawatan Bus Berdasarkan Keandalan Suku Cadang Kritis Di PT. Suryaputra Adirpradana*. Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia.
- [5] Kurniawan, E., & Taufiqurrahman, M. (2017). Analisis Tingkat Keandalan Dan Penentuan Interval Waktu Perawatan Mesin Pompa Distribusi Pada PDAM Tirta Muare Ulakan Sambas. *Prosiding Semnastek*.