

## ANALISIS RISIKO KOMPONEN KRITIS HYDRAULIC AXIAL PUMP 2000LPS DENGAN MENGGUNAKAN METODE *RISK BASED INSPECTION* (RBI)

\*Glenn Natanael Samudera<sup>1</sup>, Gunawan Dwi Haryadi<sup>2</sup>, Yusuf Umardani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

\*E-mail: natanaelglenn@gmail.com

### Abstrak

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpindahan. Dalam menjamin performa suatu pompa bisa beroperasi dengan baik dan optimal diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik karena kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh perawatan yang diterapkan. Perawatan atau yang biasa disebut sebagai maintenance merupakan sebuah aktivitas yang dilakukan untuk menjaga agar kondisi suatu fasilitas (mesin, peralatan, serta sebuah sistem) tetap berada pada kondisi dimana sistem tersebut dapat beroperasi/berfungsi dengan baik yang dilakukan dengan cara membatasi dan menghilangkan kerusakan pada sistem tersebut. Agar sistem perawatan lebih terjadwal maka perlu diketahui reliability dari masing - masing komponen kritis pada pompa. Reliability didapatkan dengan menggunakan metode *risk based inspection* untuk menentukan penyebab kerusakan pada komponen kritis. Hasil yang diperoleh pada analisis tersebut adalah enam komponen kritis yang memiliki nilai MTTF dan reliability, yaitu pada interval 600 HM jam, o-ring – AP.850.76 adalah 56,84% pada 1826,57 jam, o-ring – AP.850.80 adalah 56,84% pada 1826,57 jam, out ring – AP.850.43 adalah 56,84% pada 1826,57 jam, wear ring – AP.850.44 adalah 56,84% pada 1826,57 jam, bellmouth – AP,850.42 adalah 55,02% pada 2204,11 jam, bearing – AP.850.20 adalah 54,88% pada 2626,83 jam.

**Kata kunci:** *hydraulic axial pump; mttf; periodic maintenance; reliability; risk based inspection*

### Abstract

*A pump is a machine or mechanical equipment that is used to raise fluid from lowland to highland or to increase fluid pressure from low pressure fluid to high pressure fluid and also as a flow rate amplifier in a transfer network system. In order to ensure that the performance of a pump can operate well and optimally, it is necessary to have a good maintenance system because the smoothness of the production process is influenced by the maintenance applied. Maintenance or what is usually referred to as maintenance is an activity carried out to maintain the condition of a facility (machinery, equipment and a system) in a condition where the system can operate/function properly, which is done by limiting and eliminating damage to the system. In order for the maintenance system to be more scheduled, it is necessary to know the reliability of each critical component in the pump. Reliability is obtained by using the risk based inspection method to determine the cause of damage to critical components. The results obtained from this analysis are six critical components that have MTTF and reliability values, namely at an interval of 600 HM hours, o-ring - AP.850.76 is 56.84% at 1826.57 hours, o-ring - AP.850.80 is 56.84% at 1826.57 hours, out ring – AP.850.43 is 56.84% at 1826.57 hours, wear ring – AP.850.44 is 56.84% at 1826.57 hours, bellmouth – AP,850.42 is 55.02% at 2204.11 hours, bearing – AP.850.20 is 54.88% at 2626.83 hours.*

**Keywords:** *hydraulic axial pump; mttf; periodic maintenance; reliability; risk based inspection*

### 1. Pendahuluan

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpindahan [1]. Dalam menjamin performa suatu pompa bisa beroperasi dengan baik dan optimal diperlukan adanya suatu sistem perawatan yang baik karena kelancaran proses produksi dipengaruhi oleh perawatan yang diterapkan. Perawatan atau yang biasa disebut sebagai maintenance merupakan sebuah aktivitas yang dilakukan untuk menjaga agar kondisi suatu fasilitas (mesin, peralatan, serta sebuah sistem) tetap berada pada kondisi dimana sistem tersebut dapat beroperasi/berfungsi dengan baik yang dilakukan dengan cara membatasi dan menghilangkan kerusakan pada sistem tersebut [2].

Analisis kegagalan (*Failure Analysis*) adalah langkah pemeriksaan kegagalan atau kerusakan pada suatu komponen yang mencakup situasi dan kondisi kegagalan atau kerusakan tersebut, sehingga dapat ditentukan penyebab dari kegagalan/kerusakan yang terjadi pada komponen tersebut [3]. Risk Based Inspection (RBI) adalah metode untuk menentukan program atau rencana inspeksi berdasarkan risiko kegagalan dan akibat konsekuensi kegagalan suatu peralatan. Risiko RBI didefinisikan sebagai hasil kombinasi antara probability of failure dengan *consequence of failure*. RBI dapat mengklasifikasikan yang berisiko tinggi, sedang dan rendah, dan kemudian memfokuskan pemeriksaan pada risiko tinggi [4].

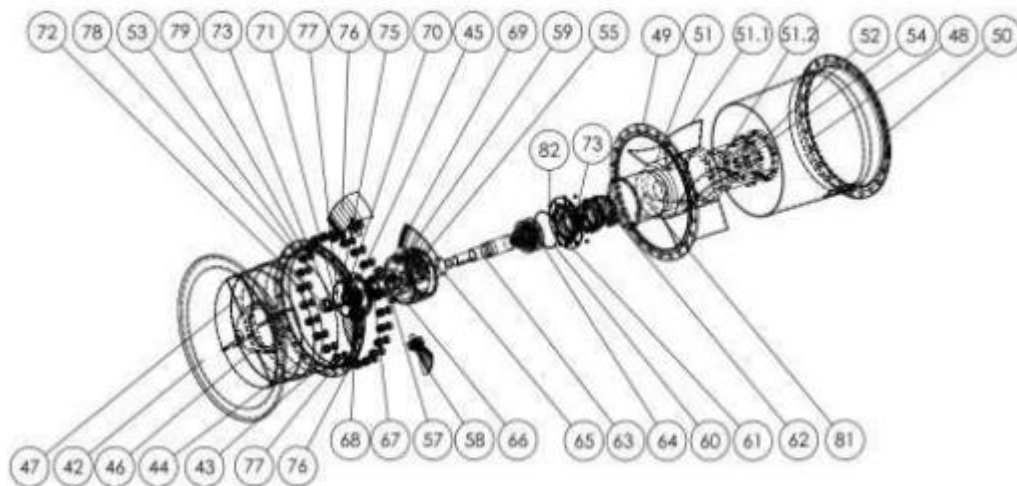
*Maintenance* atau perawatan adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk menjaga suatu fasilitas (mesin, peralatan dan sistem) dalam keadaan baik agar tetap dalam kondisi sedemikian rupa sehingga sistem dapat berfungsi/beroperasi dengan baik, yang dilakukan dengan membatasi dan menghilangkan kerusakan pada sistem. Secara umum, pemeliharaan adalah kombinasi dari berbagai aktivitas yang dilakukan untuk melestarikan dan memelihara suatu mesin serta memperbaikinya hingga kondisi yang dapat diterima [5]. *Risk-Based Inspection* (RBI) adalah metode pengendalian berbasis risiko dimana bahaya menjadi dasar untuk menentukan prioritas dan mengelola program pengendalian. Dalam instalasi operasional, persentase yang relatif besar dikaitkan dengan risiko kelompok peralatan. RBI memungkinkan transfer sumber daya inspeksi dan pemeliharaan untuk memastikan tingkat perlindungan yang lebih tinggi untuk lokasi berisiko tinggi dan upaya yang matang untuk mengurangi risiko ancaman tersebut. Manfaat yang mungkin didapat dari program RBI antara lain peningkatan ketersediaan peralatan dan penggunaan pabrik industri dengan proses yang panjang untuk meminimalkan kegagalan atau setidaknya mempertahankan tingkat risiko yang sama [6].

## 2. Material dan Metode Penelitian

### 2.1 Pengumpulan Data

Objek yang diteliti adalah komponen *Hydraulic Driven Axial Pump* berkapasitas 2000 liter per detik sebanyak 2 unit yang berperan vital dalam kelancaran proses permesinan di Rumah Pompa Pasar Waru, Kota Semarang, Jawa Tengah. Alasan pemilihan hydraulic driven axial pump karena unit ini memiliki peranan besar, hal ini terlihat dari fungsi hydraulic driven axial pump adalah suatu unit yang vital untuk memindahkan banjir serta genangan-genangan yang ada di wilayah Kota Semarang khususnya di daerah Semarang Timur, jika unit ini mengalami breakdown maka akan sangat mengganggu proses permesinan dan sangat merugikan perusahaan, masyarakat Kota Semarang, serta pemerintah Kota Semarang.

Data yang didapatkan dari hasil pengujian pompa *hydraulic driven axial* berkapasitas 2000 liter per detik tersebut kemudian akan dibuat ke dalam bentuk grafik. Data ini menampilkan performa yang harus mampu dicapai oleh hydraulic driven axial pump berkapasitas 2000 liter per detik bila bekerja dalam kondisi normalnya. Pengumpulan data dapat dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan dan melalui wawancara. Pada dasarnya sumber data dibagi dalam dua jenis, yaitu data primer, berupa flow rate yang mampu dihasilkan oleh hydraulic driven axial pump saat diberikan daya dengan besaran tertentu menggunakan alat ultrasonic flow meter serta wawancara dengan pihak manajemen perusahaan, pembimbing lapangan yang tersedia, dan operator dan data sekunder, berupa gambar teknik dan spesifikasi.



**Gambar 1.** Gambar Teknik Hydraulic Driven Axial Pump Berkapasitas 2000 liter/detik

### 2.2 Pemilihan Komponen Kritis dengan Metode *Critical Analysis*

*Critical analysis* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk dapat mengetahui nilai kekritisan dari suatu komponen sehingga hasil penilaiannya dapat dijadikan input dalam perawatan mesin. Langkah penentuan komponen kritis diawali dengan menentukan terlebih dahulu kriteria-kriteria dalam standar penilaian komponen kritis. Terdapat empat kriteria dalam metode *critical analysis* dan setiap kriteria tersebut kemudian diberikan *weighting factor* (faktor

bobot) dengan nilai yang berbeda sesuai dengan prioritas dari setiap kriteria terhadap kekritisan komponen [7]. Grade atau penilaian komponen merupakan tingkat seberapa memenuhi syarat sebuah komponen terhadap kriteria kritis yang ada. Kategori grade komponen dan pembobotan terhadap masing-masing kriteria dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Standar Penilaian Komponen Kritis

No	Kriteria Penilaian	Rating Scale				
		1	2	3	4	5
1	Frekuensi Kerusakan (Bobot 4)	Frekuensi kerusakan 1 kali	Frekuensi kerusakan 2 kali	Frekuensi kerusakan 3 kali	Frekuensi kerusakan 4 kali	Frekuensi kerusakan $\geq 5$ kali
2	Dampak (Bobot 3)	Pompa masih bisa beroperasi tidak ada perambatan kerusakan	-	Pompa masih bisa beroperasi ada perambatan kerusakan	-	Pompa tidak bisa beroperasi
3	Proses Repair (Bobot 2)	Proses repair <24 jam	Proses repair 1 hari	Proses repair 2 hari	Proses repair 3 hari	Proses repair 4 hari
4	Harga (Bobot 1)	<250 USD	250-499USD	500-749 USD	750-999 USD	$\geq 1000$ USD

Penentuan komponen kritis dari pompa *hydraulic driven axial* berkapasitas 2000 liter per detik dilakukan dengan mengalikan grade komponen dengan bobot setiap kriteria kritis untuk menentukan nilai kekritisan mesin. Setelah nilai kekritisan mesin didapatkan maka komponen kritis dapat ditentukan

### 2.3 Penentuan Distribusi Kerusakan yang Digunakan

Empat jenis *probability plot* atau distribusi kerusakan digunakan untuk mengolah data komponen kritis yang telah diseleksi. *Probability plot* yang dipilih untuk mengetahui jenis distribusi mana yang paling cocok digunakan untuk mengolah data komponen kritis adalah Distribusi *Weibull*, Distribusi Normal, Distribusi Lognormal, dan Distribusi *Exponential* [8].

### 2.4 Pengujian Distribusi Menggunakan *Goodness of Fit Test*

*Probability plot* atau distribusi kerusakan yang dipilih kemudian diuji dengan menggunakan *goodness of fit test* pada software Minitab 19. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memudahkan dalam menentukan distribusi yang paling sesuai dengan data yang ada. Pengujian ini akan menghasilkan nilai koefisien korelasi (*correlation coefficient*) dan nilai Anderson-Darling dari data waktu berdasarkan masing-masing distribusi.

Nilai Anderson-Darling (AD) adalah nilai yang digunakan sebagai *Uji Goodness of Fit Test* untuk plot distribusi. *Uji Goodness of Fit Test* berdasarkan nilai *Anderson-Darling* dan analisis grafik menunjukkan bahwa tiap-tiap distribusi menawarkan kesesuaian superlatif dengan data waktu kegagalan [9]. Adapun, bentuk umum dari statistik pengujian ini adalah sebagai berikut:

$$A^2 = -n - S$$

dengan,

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{2i-1}{n} [\ln F(Y_i) + \ln (1 - F(Y_{n+1-i}))]$$

dalam hal ini  $n$  adalah banyaknya data,  $i = 1, 2, \dots, n$ , dan  $F(Y_i)$  adalah fungsi distribusi kumulatif untuk data  $Y_i$ , dengan  $Y_i \in \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$  dan  $Y_1 \leq Y_2 \leq \dots \leq Y_n$  (Faruk, 2015).

## 2.5 Penentuan (MTTF) dan Keandalan Setiap Komponen Kritis

Distribusi tersebut digunakan untuk merumuskan bentuk dari laju kerusakan dari suatu komponen. Distribusi yang sesuai digunakan dalam menentukan tingkat keandalan (reliability) yang mempunyai konsep laju kerusakan dalam penerapannya. Pada setiap distribusi yang terpilih tentunya memiliki beberapa parameter yang diperlukan guna menentukan nilai mean time to failure (MTTF) dari setiap komponen kritis berdasarkan formula dari setiap distribusi.

## 2.6 Penyusunan Waktu Periodic Maintenance

Setelah nilai lifetime prediction dianalisa maka dapat disusun tabel periodic maintenance komponen kritis agar mengurangi downtime unit. Tabel periodic maintenance disesuaikan dengan jadwal scheduled maintenance yaitu PS (*Periodical Service*) setiap HM (*Hour Meter*). Dengan menyusun tabel periodic maintenance tersebut diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi karena unit dapat dikurangi waktu downtime-nya.

## 3 Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Penentuan Komponen Kritis Menggunakan Critical Analysis

Penentuan komponen kritis yang terdapat pada hydraulic driven axial pump dengan kapasitas 2000 liter per detik dilakukan dengan menggunakan metode *critical analysis* untuk mengetahui nilai kekritisan dari komponen-komponen yang mengalami kerusakan sesuai dengan standar penilaian komponen kritis. Nilai kekritisan komponen *hydraulic driven axial pump* dengan kapasitas 2000 liter per detik dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Matriks Pembobotan Komponen Kritis

No	Part Number	Part	Kriteria 1 (Bobot 4)		Kriteria 2 (Bobot 3)		Kriteria 3 (Bobot 2)		Kriteria 4 (Bobot 1)		Nilai Total (Grade x Bobot)
			Grade	Grade x Bobot	Grade	Grade x Bobot	Grade	Grade x Bobot	Grade	Grade x Bobot	
1	AP.850.85	Hose	5	20	3	9	4	8	2	2	39
2	AP.850.86	Hose	5	20	3	9	4	8	2	2	39
3	AP.850.84	Hose	5	20	3	9	4	8	2	2	39
4	AP.850.87	Hose	5	20	3	9	4	8	2	2	39
5	AP.850.83	Hose	5	20	3	9	4	8	1	1	38
6	AP.850.88	Hose	5	20	3	9	4	8	1	1	38
7	AP.850.70	Oil Seal	3	12	3	9	4	8	1	1	30
8	AP.850.6	Seal Ring	3	12	3	9	4	8	1	1	30
9	AP.850.33	Seal Ring	3	12	3	9	4	8	1	1	30
10	AP.850.38	Carbon Brush	3	12	3	9	4	8	1	1	30
11	AP.850.42	Bellmouth	2	8	3	9	4	8	4	4	29
12	AP.850.20	Bearing	2	8	3	9	4	8	4	4	29
13	AP.850.60	O - Ring	2	8	3	9	3	6	1	1	24
14	AP.850.75	O - Ring	2	8	3	9	3	6	1	1	24
15	AP.850.76	O - Ring	2	8	3	9	3	6	1	1	24
16	AP.850.80	O - Ring	2	8	3	9	3	6	1	1	24
17	AP.850.43	Out Ring	2	8	3	9	3	6	1	1	24
18	AP.850.44	Wear Ring	2	8	3	9	3	6	1	1	24

### 3.2 Risk Based Inspection Kerusakan Komponen Kritis

Setelah mengetahui dan menganalisa kerusakan-kerusakan apa saja yang ada pada hydraulic driven axial pump dengan kapasitas 2000 liter per detik maka didapatkan komponen kritis. Setelah mendapatkan komponen kritis, digunakanlah tabel Risk Based Inspection untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mengakibatkan terjadinya kerusakan-kerusakan pada komponen-komponen tersebut[10].

**Tabel 4.** Risk Based Inspection Komponen Kritis

No	Nama Komponen	Jenis Kerusakan	Dampak
1	<i>Hose</i>	Keretakan	Kebocoran
		Korosi	
		Penyumbatan	Mengganggu aliran fluida
		Overpressure	Kerusakan Lingkungan dan Operator
2	<i>Oil Seal</i>	Robekan	Kebocoran
		Aus	
		Perubahan Dimensi	
3	<i>Seal Ring</i>	Keretakan	Kebocoran
		Penuaan	
4	<i>Carbon Brush</i>	Keretakan	Gangguan kontak listrik
		Aus	Penurunan kinerja pompa
5	<i>Bellmouth</i>	Korosi	Kerusakan Struktural
		Aus	Penurunan kinerja pompa
		Retakan	Kebocoran
6	<i>Bearing</i>	Aus	Penurunan kinerja pompa
		Getaran	
		Overheat	
7	<i>O-Ring</i>	Tekanan berlebih	Kebocoran
		Aus	
		Deformasi	Penurunan kinerja pompa
8	<i>Out Ring</i>	Tekanan berlebih	Kebocoran
		Aus	
		Deformasi	Penurunan kinerja pompa
9	<i>Wear Ring</i>	Overpressure	Penurunan kinerja pompa
		Aus	
		Keretakan	Kebocoran

### 3.3 Hasil Pengujian TTF Menggunakan *Goodness of Fit Test*

Dalam pemilihan komponen penggerak yang digunakan pada konveyor, perlu dihitung nilai variabel terkait *drive unit* dengan perhitungan berikut. Menurut hasil pengujian yang telah dilakukan dengan menggunakan bantuan software Minitab 19 maka sesuai dengan persyaratan yang harus dipenuhi, yaitu data harus memiliki nilai *Anderson-Darling* terkecil, nilai *Correlation Coefficient* terbesar, dan nilai P-Value  $\geq 0,05$  maka hasil distribusi terpilih untuk masing-masing komponen kerusakan pada *hydraulic driven axial pump* dengan kapasitas 2000 liter per detik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian TTF

No	Part Number	Part	AD	CC	P-Value	Distribusi Terpilih
1	AP.850.83	Hose	2,005	0,95	0,124	Weibull
2	AP.850.85	Hose	2,005	0,95	0,124	Weibull
3	AP.850.86	Hose	2,005	0,95	0,124	Weibull
4	AP.850.84	Hose	2,36	0,978	>0,250	Weibull
5	AP.850.87	Hose	2,36	0,978	>0,250	Weibull
6	AP.850.88	Hose	2,36	0,978	>0,250	Weibull
7	AP.850.70	Oil Seal	3,482	0,955	0,302	Lognormal
8	AP.850.6	Seal Ring	3,482	0,955	0,302	Lognormal
9	AP.850.33	Seal Ring	3,482	0,955	0,302	Lognormal
10	AP.850.38	Carbon Brush	3,482	0,979	>0,250	Weibull
11	AP.850.60	O - Ring	4,569	1	>0,250	Weibull
12	AP.850.75	O - Ring	4,569	1	>0,250	Weibull
13	AP.850.76	O - Ring	4,569	1	>0,250	Weibull
14	AP.850.80	O - Ring	4,569	1	>0,250	Weibull
15	AP.850.43	Out Ring	4,569	1	>0,250	Weibull
16	AP.850.44	Wear Ring	4,569	1	>0,250	Weibull
17	AP.850.42	Bellmouth	4,569	1	>0,250	Weibull
18	AP.850.20	Bearing	4,569	1	>0,250	Weibull

### 3.4 Analisa Nilai MTTF (*Mean Time to Failure*) Setiap Komponen

Dalam analisis dan pertimbangan poros yang digunakan pada konveyor, perlu dilakukan perhitungan variabel terkait berdasarkan diagram benda bebas yang terjadi pada poros seperti pada Gambar 7 dengan perhitungan berikut. Setelah *probability plot* untuk masing-masing komponen telah ditetapkan kemudian langkah berikutnya adalah menghitung MTTF dari setiap komponen yang mengalami kerusakan untuk mengetahui nilai rata-rata waktu kerusakan dari distribusi kerusakannya. Perhitungan MTTF dilakukan dengan menggunakan bantuan dari software Minitab 19 dengan dua distribusi terpilih, yaitu Distribusi *Weibull* dan Distribusi *Lognormal*. Perhitungan MTTF untuk data komponen kerusakan yang menggunakan Distribusi *Weibull* sebagai distribusi terpilihnya dapat dilihat pada Tabel 6.

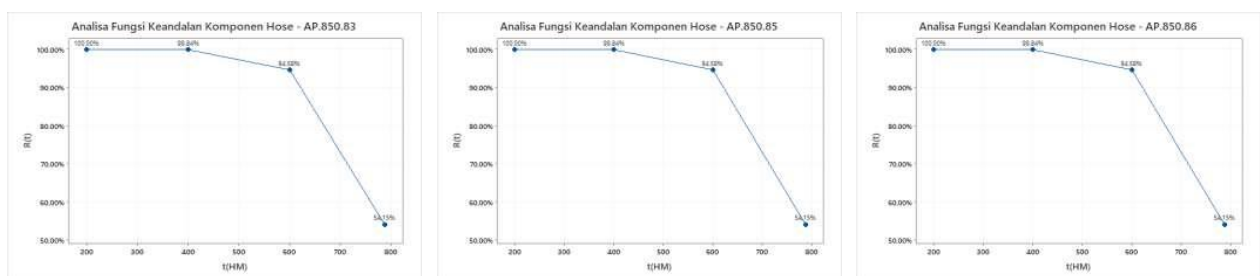


**Tabel 5.** Hasil Analisa Nilai MTTF

No	Part Number	Part	$\beta$	$\theta$	$\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$	$r\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$	MTTF
1	AP.850.83	Hose	882,821	832,065	1,11	0,946134	787,244
2	AP.850.85	Hose	882,821	832,065	1,11	0,946134	787,244
3	AP.850.86	Hose	882,821	832,065	1,11	0,946134	787,244
4	AP.850.84	Hose	378,272	1065,39	1,26	0,903558	962,637
5	AP.850.87	Hose	378,272	1065,39	1,26	0,903558	962,637
6	AP.850.88	Hose	378,272	1065,39	1,26	0,903558	962,637
7	AP.850.38	Carbon Brush	790,837	1515,1	1,13	0,941214	1426,03
8	AP.850.60	O - Ring	136,968	1834,2	1,01	0,995838	1826,57
9	AP.850.75	O - Ring	136,968	1834,2	1,01	0,995838	1826,57
10	AP.850.76	O - Ring	136,968	1834,2	1,01	0,995838	1826,57
11	AP.850.80	O - Ring	136,968	1834,2	1,01	0,995838	1826,57
12	AP.850.43	Out Ring	136,968	1834,2	1,01	0,995838	1826,57
13	AP.850.44	Wear Ring	136,968	1834,2	1,01	0,995838	1826,57
14	AP.850.42	Bellmouth	127,352	2295,07	1,08	0,960369	2204,11
15	AP.850.20	Bearing	118,665	2742,33	1,08	0,957884	2626,83

### 3.5 Analisis Fungsi Reliability Kerusakan Komponen

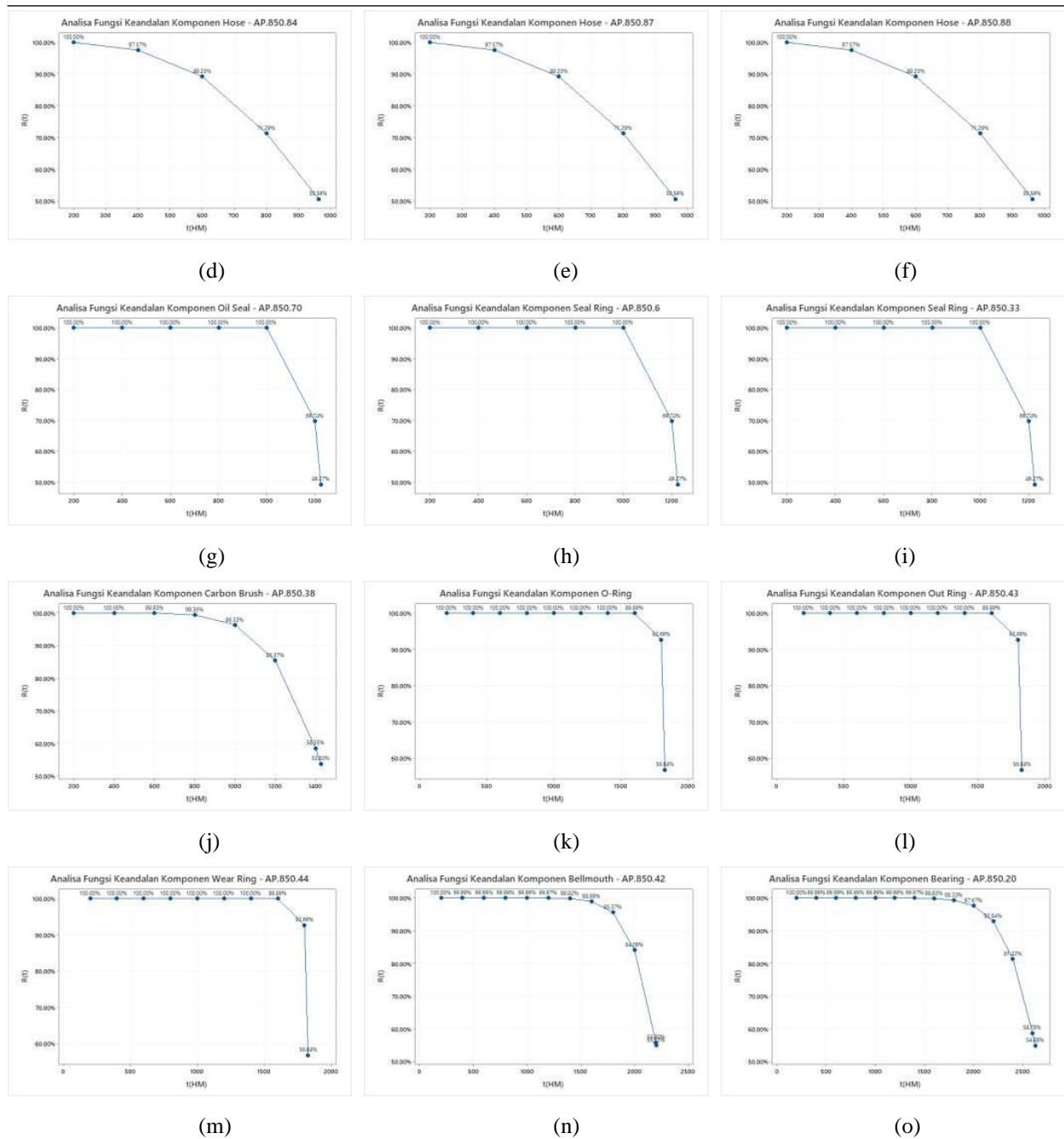
Pada pembahasan sebelumnya telah dilakukan perhitungan MTTF masing-masing komponen kritis dan komponen yang mengalami kerusakan pada *hydraulic driven axial pump* dengan kapasitas 2000 liter per detik, kemudian dilakukan analisis fungsi keandalan untuk mengetahui nilai keandalan dari masing-masing komponen. Berdasarkan pengujian (*goodness of fit*) sebelumnya maka didapatkan dua *probability plot* yang paling sesuai dengan data-data kerusakan yang ada, yaitu Distribusi *Weibull* dan Distribusi *Lognormal*. Pada Gambar 2 dapat dilihat grafik fungsi keandalan pada komponen kritis sebagai berikut.



(a)

(b)

(c)



Gambar 2. Grafik Fungsi Keandalan/ Reliability Komponen Kritis

### 3.6 Penyusunan Periodic Maintenance Komponen Kritis

Salah satu tujuan utama dari kegiatan maintenance adalah menjaga kesiapan (readiness) suatu alat agar dapat tetap menjalankan fungsinya secara optimal agar terhindar dari kerusakan secara tiba-tiba. Jadwal periodic maintenance dibuat untuk 99 menentukan kegiatan perawatan yang dilakukan secara berkala dalam suatu jangka waktu tertentu pada setiap komponen kritis dan komponen lainnya yang mengalami kerusakan berdasarkan nilai MTTF masing-masing komponen. Penentuan jangka waktu periodic maintenance dapat dilakukan berdasarkan interval waktu dan lamanya jam kerja mesin pompa tersebut. Jadwal periodic maintenance untuk masing-masing komponen pada hydraulic driven axial pump dengan kapasitas 2000 liter per detik dengan mempertimbangkan beberapa faktor kebutuhan consumable good pada saat penggantian part dan terdapat pula part yang masih dalam satu assy, namun interval penggantian part-nya berdekatan, dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Jadwal Periodic Maintenance Komponen



No	Part Number	Part	MTTF	Interval Pergantian
1	AP.850.83	Hose	787.244	600
2	AP.850.85	Hose	787.244	600
3	AP.850.86	Hose	787.244	600
4	AP.850.84	Hose	962.637	900
5	AP.850.87	Hose	962.637	900
6	AP.850.88	Hose	962.637	900
7	AP.850.70	Oil Seal	1224.09	1200
8	AP.850.6	Seal Ring	1224.09	1200
9	AP.850.33	Seal Ring	1224.09	1200
10	AP.850.38	Carbon Brush	1426.03	1200
11	AP.850.60	O - Ring	1826.57	1800
12	AP.850.75	O - Ring	1826.57	1800
13	AP.850.76	O - Ring	1826.57	1800
14	AP.850.80	O - Ring	1826.57	1800
15	AP.850.43	Out Ring	1826.57	1800
16	AP.850.44	Wear Ring	1826.57	1800
17	AP.850.42	Bellmouth	2204.11	1800
18	AP.850.20	Bearing	2626.83	2400

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pada penelitian Analisis Risiko Komponen Kritis *Hydraulic Axial Pump* 2000LPS dengan Menggunakan Metode *Risk Based Inspection* (RBI) yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Pemilihan komponen kritis dengan menggunakan metode critical analysis melalui pembobotan (weighting factor) menghasilkan 6 komponen kritis dari total 18 komponen yang mengalami kerusakan. Adapun 6 komponen kritis tersebut adalah: • Hose – AP.850.84 dengan nilai total 39 • Hose – AP.850.85 dengan nilai total 39 • Hose – AP.850.86 dengan nilai total 39 • Hose – AP.850.87 dengan nilai total 39 • Hose – AP.850.83 dengan nilai total 38 • Hose – AP.850.88 dengan nilai total 38
2. Berdasarkan Risk Based Inspection terdapat faktor penyebab komponen kritis, yaitu faktor mesin, material, metode, dan manusia
3. Terdapat dua distribusi kerusakan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Weibull dan Lognormal. Dengan menggunakan dua distribusi, kerusakan tersebut didapatkan lifetime prediction pada setiap komponen dengan menghitung MTTF (Mean Time to Failure). Berikut ini merupakan nilai MTTF masing-masing komponen yaitu: • hose – AP.850.83 adalah 787,244 jam • hose – AP.850.84 adalah 962,637 jam • hose – AP.850.85 adalah 787,244 jam • hose – AP.850.86 adalah 787,244 jam • hose – AP.850.87 adalah 962,637 jam • hose – AP.850.88 adalah 962,637 jam • oil seal – AP.850.70 adalah 1224,09 jam • seal ring – AP.850.6 adalah 1224,09 jam • seal ring – AP.850.33 adalah 1224,09 jam • carbon brush – AP.850.38 adalah 1426,03 jam • o-ring – AP.850.60 adalah 1826,57 jam • o-ring – AP.850.75 adalah 1826,57 jam • o-ring – AP.850.76 adalah 1826,57 jam • oring – AP.850.80 adalah 1826,57 jam • out ring – AP.850.43 adalah 1826,57 jam • wear ring – AP.850.44 adalah 1826,57 jam • bellmouth – AP.850.42 adalah 2204,11 jam • bearing – AP.850.20 adalah 2626,83 jam

4. Berdasarkan analisis perhitungan reliability maka didapatkan nilai fungsi keandalan berdasarkan nilai MTTF dari masing-masing komponen, yaitu: • hose – AP.850.83 adalah 54,15% pada 787,244 jam • hose – AP.850.84 adalah 50,59% pada 962,637 jam • hose – AP.850.85 adalah 54,15% pada 787,244 jam • hose – AP.850.86 adalah 54,15% pada 787,244 jam • hose – AP.850.87 adalah 50,59% pada 962,637 jam • hose – AP.850.88 adalah 50,59% pada 962,637 jam • oil seal – AP.850.70 adalah 49,27% pada 1224,09 jam • seal ring – AP.850.6 adalah 49,27% pada 1224,09 jam • seal ring – AP.850.33 adalah 49,27% pada 1224,09 jam • carbon brush – AP.850.70 adalah 53,83% pada 1426,03 jam • o-ring – AP.850.60 adalah 56,84% pada 1826,57 jam • o-ring – AP.850.75 adalah 56,84% pada 1826,57 jam • o-ring – AP.850.76 adalah 56,84% pada 1826,57 jam • o-ring – AP.850.80 adalah 56,84% pada 1826,57 jam • out ring – AP.850.43 adalah 56,84% pada 1826,57 jam • wear ring – AP.850.44 adalah 56,84% pada 1826,57 jam • bellmouth – AP.850.42 adalah 55,02% pada 2204,11 jam • bearing – AP.850.20 adalah 54,88% pada 2626,83 jam
5. Berdasarkan nilai MTTF setiap komponen, maka didapatkan jadwal periodic maintenance untuk setiap komponen, yaitu pada interval 600 HM jam, o-ring – AP.850.76 adalah 56,84% pada 1826,57 jam, o-ring – AP.850.80 adalah 56,84% pada 1826,57 jam, out ring – AP.850.43 adalah 56,84% pada 1826,57 jam, wear ring – AP.850.44 adalah 56,84% pada 1826,57 jam, bellmouth – AP.850.42 adalah 55,02% pada 2204,11 jam, bearing – AP.850.20 adalah 54,88% pada 2626,83 jam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yana, K. L., Dantes, K. R., & Wigraha, N. A. (2017). Rancang bangun mesin pompa air dengan sistem recharging. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 5(2).
- [2] Rosa, Y. (2005). Perencanaan dan Penerapan Preventive Maintenance Peralatan Laboratorium. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(2), 108-116.
- [3] Suropto, D. (2014). ANALISA KEGAGALAN PADA PIPA ULIR DI LINGKUNGAN PERMINYAKAN= FAILURE ANALYSIS OF TUBING-DRILL PIPES UNDER OIL ENVIRONMENT. *Jurnal Material Komponen dan Konstruksi*, 14(2).
- [4] Ratnasari, P., Alhilman, J., & Pamoso, A. (2019). Penilaian Risiko, Estimasi Interval Inspeksi, dan Metode Inspeksi pada Hydrocarbon Piping Menggunakan Metode Risk Based Inspection (RBI). *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 5(2), 67-74.
- [5] Rachman, H., Garside, A. K., & Kholik, H. M. (2017). Usulan Perawatan Sistem Boiler dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Teknik Industri*, 18(1), 86-93.
- [6] Tupan, J. M., Camerling, B. J., & Amin, M. (2019). Penentuan Jadwal Perawatan Komponen Kritis pada Mesin MTU 12V2000G65 di PLTD Tersebar PT PLN (Persero) Area Tual. *Arika*, 13(1), 33-48.
- [7] Susetyo, A. E., & Nurhardianto, E. (2019). Penentuan komponen kritis untuk mengoptimalkan keandalan mesin cetak. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 5(2), 13-22.
- [8] Rizki, M. M., Nalahuddin, M., & Muharni, R. (2021). Analisis Kebutuhan Debit Air Di Gedung C RSUD Kota Bukittinggi. *Jurnal Teknik Mesin*, 14(2), 94-98.
- [9] Ebeling, C. E. (1997). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York: McGraw-Hill Companies Inc
- [10] Drozyner, P., & Veith, E. (2002). Risk based inspection methodology overview. *Diagnostyka*, 27, 82-88.