

# ANALISIS KEANDALAN DAN PENENTUAN PERSEDIAAN OPTIMAL SUKU CADANG COMPRESOR TWO STAGE FOR VESSEL IQF DENGAN METODE ABC DAN RELIABILITY DI PT.KELOLA MINA LAUT

**Muhammad Amirul Mukmin**

PT.Kelola Mina Laut

Email : Amirulmukmin33@gmail.com

## *ABSTRACT*

The Production process PT. Kelola Mina Laut is often have obstacles of not working operation of production systems ( production stop because problem at bottleneck or breakdown ). This happens because the breakage production machine or waiting for engine unit / component ordered and purchased to replace faulty component. Especially on machine compressor twostage no 6 for vessel IQF 4 So it required that the optimal inventory control of spare parts. The method used for the determination this component is the ABC classification method and the method Reliability. ABC obtained by the method of classification of class A that is a component Cylinder liner, piston, piston ring, water pump cooling kop and oil pump. From research to get the value of reliability and optimal amount of spare parts that cylinder liner with 0.005566 reliability value and the rate of failure 0.012. component piston with the reliability value of 0.017 and the rate of failure 0.014 . component piston ring with the reliability value of 0.069 and the rate of failure 0.003605. Component water pump cooling kop with reliability value of 0.04 and the rate of failure 0.001933 and component Oil Pump with reliability value of 0.03 and the rate of failure 0.002274. Component count is required in a year on machine compressor twostage no 6 for vessel IQF 4 is 4 units Cylinder liner, 5 units of pistons, 1 unit piston ring, 1 unit water pump cooling kop and 1 unit oil pump. With this research can save maintenance costs amounting to 29.86% by a margin price of Rp 37,506,700.00

**Key word : Compressor two stage no 6, KML, Reliability, Metode ABC**

## **PENDAHULUAN**

PT.Kelola Mina Laut merupakan badan usaha milik swasta yang bergerak di bidang pengolahan seafood, proses produksi pada perusahaan ini sering mengalami kendala dalam bentuk tidak bekerjanya sistem produksi (produksi terhenti dikarenakan bottleneck atau breakdown). Hal ini disebabkan adanya kerusakan mesin produksi atau menunggu datangnya unit mesin/komponen yang dipesan dan dibeli untuk menggantikan komponen yang rusak. Sementara itu kelancaran proses produksi merupakan tuntutan utama yang harus dipenuhi agar tar-

get perusahaan dapat tercapai.

Dalam proses produksi, perusahaan menggunakan berbagai jenis mesin. Pada penelitian ini objek yang diamati adalah mesin compressor two stage no 6 for vessel IQF 4, karena mesin ini paling sering mengalami interval kerusakan dan harga komponen yang relative sangat mahal dibanding mesin lainnya, dapat dilihat pada tabel 1.1 yang berisi data breakdown maintenance. mesin ini memiliki peranan tinggi yaitu menekan dan menghisap gas amoniak R717 untuk sirkulasi mesin pendingin. Fungsi utamanya membuat vessel men-

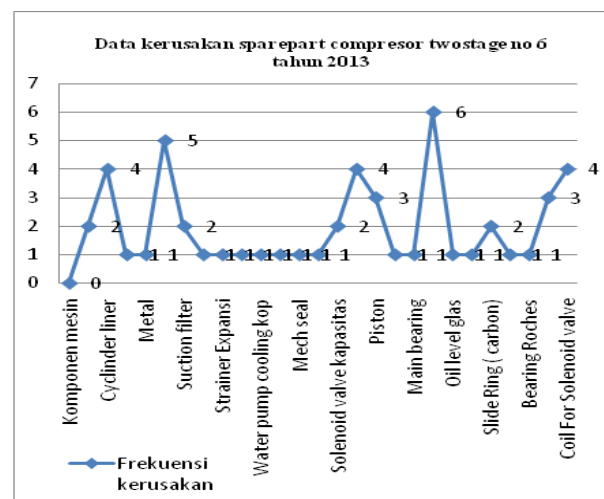
jadi temperature -48 derajat celcius dan dari vessel itulah amoniak dengan temperature dan pressure tertentu akan di supply dengan pompa untuk menuju evaporator IQF (Individually Quick Freezing), yang bertujuan mendinginkan produk seafood ikan makarel menjadi keras membeku. Jika mesin compressor two stage trouble maka temperature IQF akan naik. Mengakibatkan Bottleneck pada proses produksi.

Selama ini PT.Kelola Mina Laut memiliki sistem perawatan yang kurang baik. Seperti Penjadwalan perawatan mesin dilakukan dengan interval waktu tertentu tanpa diperiksa oleh leader atau supervisor. Dan mesin atau peralatan mendapatkan penanganan setelah mengalami kerusakan (Corrective Maintenance) tanpa memperhatikan faktor keandalan dari komponen / spare part mesin tersebut. Selain itu bila terjadi kerusakan pada mesin, perusahaan tidak memiliki persediaan suku cadang yang cukup untuk menggantikan spare part yang mengalami kerusakan. Selama ini penentuan jumlah persediaan suku cadang mesin hanya dengan menggunakan perkiraan berdasarkan permintaan masa lalu.

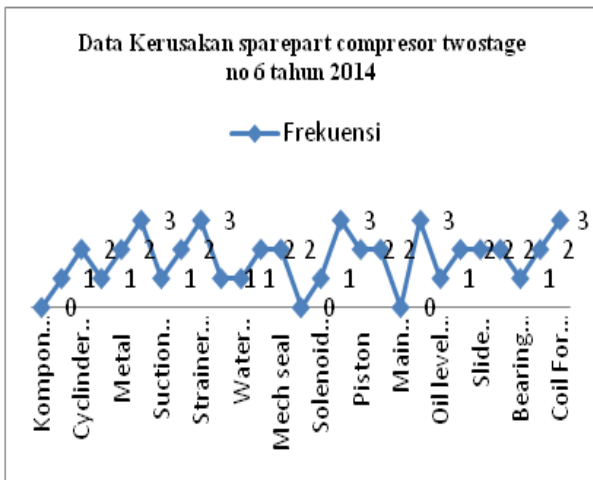
Dengan kriteria biaya dan tingkat pemakaian suku cadang di perusahaan ini maka metode yang memenuhi syarat tersebut yaitu analisis ABC untuk klasifikasikan komponen berdasarkan tingkat harga

tertinggi dari biaya penggunaan material per periode tertentu. Setelah klasifikasi komponen maka selanjutnya adalah pengendalian persediaan yang ditentukan berdasarkan tingkat keandalan,kebutuhan suku cadang dan ongkos ongkos persediaan dari komponen/ spare part. Dilihat dari segi biaya, bahwa barang yang menunggu di gudang terlalu lama merupakan beban bagi suatu perusahaan yaitu biaya simpan yang timbul akibat penyimpanan suku cadang.

Investasi persediaan sparepart itu sendiri memerlukan biaya yang tinggi, tetapi di lain pihak, sparepart harus siap sedia di gudang untuk kelangsungan proses pelayanan perbaikan (Maintenance) dan pergantian tanpa gangguan kekurangan. Bila tingkat persediaan rendah akan mengganggu kelancaran produksi yang menyebabkan kerugian yang lebih tinggi. Dan berikut data breakdown



Gambar 1. Data kerusakan spare part kompresor two stage no 6 vessel IQF 4 tahun 2013 (Sumber: Form maintenance operator R 717 unit FG Departement teknik )



Gambar 2. Data kerusakan spare part kompresor two stage no 6 vessel IQF 4 tahun 2014 (Sumber : Form maintenance operator R 717 unit FG Departement teknik )

## TINJAUAN PUSTAKA

### Kegiatan Perawatan

Menurut Kurniawan (2013). mengartikan perawatan adalah aktivitas pemeliharaan, perbaikan, penggantian, pembersihan, penyetelan dan pemeriksaan terhadap objek yang dirawat. Konsep ini berawal dari keinginan manusia untuk memperoleh kenyamanan dan keamanan terhadap objek yang dimilikinya, sehingga dapat memenuhi kebutuhan manusia, dapat berfungsi dengan baik dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang diinginkan. selain itu perawatan juga berawal dari keinginan manusia untuk memiliki sistem yang lebih teratur,rapi,bersih dan fungsional.

### Teori Keandalan (Reliability)

Menurut Kurniawan (2013) mengartikan keandalan menunjukkan keberadaan atau kondisi suatu fasilitas. Kondisi tersebut dapat dikatakan positif

maupun negative. Konsep reliability melibatkan metode statistic. Melalui pengukuran ini, perusahaan memiliki gambaran terhadap kondisi peralatan yang dimiliki,sehingga mampu memprediksi perlakuan terhadap peralatan tersebut.. Selain keandalan merupakan salah satu ukuran keberhasilan system perawatan juga keandalan digunakan untuk menentukan penjadwalan perawatan sendiri. Akhir akhir ini konsep keandalan digunakan juga pada berbagai industry, misalnya dalam penentuan jumlah suku cadang dalam kegiatan perawatan.

Ukuran keberhasilan suatu tindakan perawatan (maintenance) dapat dinyatakan dengan tingkat reliability. Secara umum reliability dapat didefinisikan sebagai probabilitas suatu system atau produk dapat beroperasi dengan baik tanpa mengalami kerusakan pada suatu kondisi tertentu dan waktu yang telah ditentukan(Govil, 2004).Berdasarkan definisi reliability dibagi atas empat komponen pokok, yaitu :

#### Probabilitas

Merupakan komponen pokok pertama, merupakan input numeric bagi pengkajian reliability suatu system yang juga merupakan indeks kuantitatif untuk menilai kelayakan suatu system. Menandakan bahwa reliability menyatakan kemungkinan yang bernilai 0 – 1.

Kemampuan yang diharapkan (satisfactory per-

formance)

Komponen ini memberikan indikasi yang spesifik bahwa criteria dalam menentukan tingkat kepuasan harus digambarkan dengan jelas. Untuk setiap unit terdapat suatu standart untuk menentukan apa yang dimaksud dengan kemampuan yang diharapkan.

Tujuan yang diinginkan

Tujuan yang diinginkan, dimana kegunaan peralatan harus spesifik. Hal ini dikarenakan terdapat beberapa tingkatan dalam memproduksi suatu barang konsumen.

Waktu (Time)

Waktu merupakan bagian yang dihubungkan dengan tingkat penampilan system, sehingga dapat menentukan suatu jadwal dalam fungsi reliability. Waktu yang dipakai adalah MTBF (Mean Time Between Failure) dan MTTF (Mean Time To Failure) untuk menentukan waktu kritik dalam pengukuran reliability.

Kondisi pengoperasian (specified Operating Condition)

Faktor Faktor lingkungan seperti : getaran (vibration) , kelembaban (humidity), lokasi geografis yang merupakan kondisi tempat berlangsungnya pengoperasian, merupakan hal yang termasuk ke dalam komponen ini. Factor faktornya tidak hanya dialamatkan untuk kondisi selama periode waktu

tertentu ketika system atau produk sedang beroperasi, tetapi juga ketika system atau produk berada didalam gudang (storage) atau sedang bergerak (Trasformed) dari suatu lokasi ke lokasi lain.

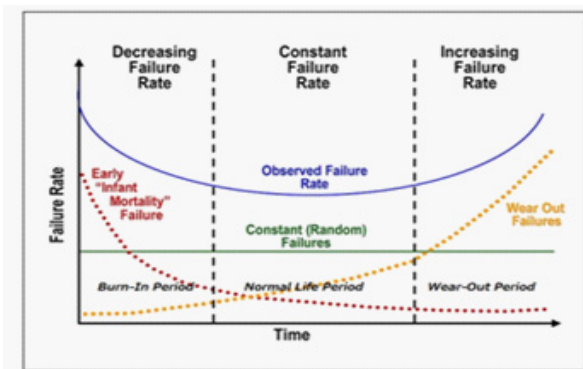
### **Manfaat Reliability**

Menurut Kurniawan (2013) menyatakan tujuan studi keandalan adalah untuk menentukan kondisi penggunaan peralatan, mengukur keandalan peralatan untuk tujuan kontraktual, mengkualifikasi perubahan desain proses untuk vendor, memformulasikan kebijakan garansi maupun service, mengidentifikasi alur kegagalan design manufacturing, dan membantu pihak manajemen dalam memilih kebijakan strategi penggunaan alat.. Selain itu teori reliability dapat digunakan untuk memprediksi kapan suatu sparepart pada suatu mesin akan mengalami kerusakan, sehingga dapat menentukan kapan harus dilakukan perawatan, pergantian dan penyediaan komponen. Pada kasus ini reliability bermanfaat dalam menentukan tingkat persediaan suku cadang mesin produksi.

### **Pola Distribusi Reliability**

Menurut Ben Daya dkk (2009) setiap mesin memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda-beda. Sejumlah mesin yang sama jika dioperasikan dalam kondisi yang berbeda akan memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda . bahkan mesin yang sama juga jika dioperasikan dalam kondisi yang sama

akan memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda. Dalam menentukan reliabilitas suatu komponen factor factor yang dapat saling berhubungan adalah factor laju kerusakan dan waktu. Berdasarkan hubungan terbentuk suatu kurva distribusi yang menyerupai distribusi weibull, seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Kurva Reliability

Berdasarkan hal ini diasumsikan bahwa distribusi yang sesuai adalah weibull. Distribusi weibull merupakan distribusi empiric sederhana yang mewakili data yang akurat. Distribusi ini biasa digunakan dalam menggambarkan karakteristik kerusakan pada komponen. Fungsi fungsi dari distribusi weibull :

**Fungsi kepadatan probabilitas**

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right]$$

**Fungsi distribusi kumulatif**

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

dimana  $t \geq \gamma$ ;  $\alpha, \beta \geq 0$

**Fungsi keandalan**

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

**Fungsi laju kerusakan**

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

Pola distribusi weibull memiliki tiga parameter pembentuk, yaitu:

$\alpha$ = parameter skala / karakteristik umur

$\beta$ = parameter bentuk kurva

$\gamma$ = parameter lokasi

parameter  $\beta$  merupakan parameter yang menentukan laju kerusakan pada kurva sehingga dapat mengetahui kondisi dari peralatan sehingga memudahkan dalam membuat suatu keputusan dalam pengendalian persediaan.  $\alpha, \beta$  ditentukan berdasarkan informasi fungsi keandalan distribusi weibull dengan fungsi linear.

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

$$\frac{1}{R(t)} = \exp \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta$$

$$\ln \frac{1}{R(t)} = \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta$$

$$\ln \ln \frac{1}{R(t)} = \beta (\ln t - \ln \alpha)$$

Identifikasi Material Menggunakan Analisis Klasifikasi ABC

Menurut Render (2001), analisis ABC membagi persediaan di tangan kedalam tiga kelompok berdasarkan volume tahunan dalam jumlah uang. Analisis ABC merupakan penerapan persediaan dari prinsip pareto. Prinsip pareto menyatakan bahwa ada “ beberapa yang penting dan banyak yang sepele”, pemikiran yang mendasari prinsip ini adalah bagaimana memfokuskan sumber daya

pada bagian persediaan penting yang sedikit itu dan bukan pada bagian persediaan yang banyak namun sepele.

Maka analisis Pemilihan spare part yang akan ditentukan persediaannya dilakukan dengan menggunakan metode ABC, yaitu penentuan berdasarkan tingkat harga tertinggi dari biaya penggunaan material per periode waktu tertentu ( harga perunit material dikalikan volume penggunaan dari material itu sampai periode waktu tertentu ).

Klasifikasi ABC mengikuti prinsip 80-20 atau hukum pareto dimana sekitar 80 % dari nilai inventori material dipresentasika ( diwakili ) oleh 20 % material inventori.

Penentuan Persediaan Spare Part Berdasarkan Reliability

Penggantian komponen dan perawatan secara umum di klasifikasikan sebagai masalah deterministik dan masalah probabilistik (Jardine ,1973). Dimana permasalahan deterministik terjadi jika waktu dan hasil tindakan penggantian komponen diasumsikan telah diketahui secara pasti, sedangkan permasalahan probabilistik terjadi jika waktu dan hasil tindakan penggantian komponen tergantung suatu kemungkinan.

Maka secara sederhana metode untuk menentukan jumlah persediaan suku cadang pada periode tertentu yaitu mengalihkan laju kerusakan terha-

dap waktu pemakaian komponen beroperasi. Sebagaimana menurut Deni (2012), kebutuhan rata rata komponen dalam selang waktu t adalah:

$$I=h(t)xt$$

Dimana

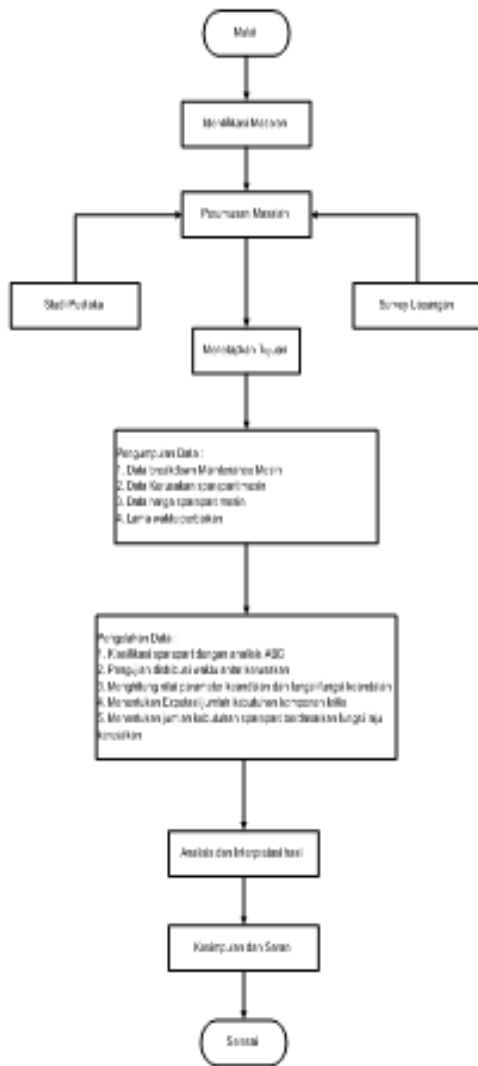
I = jumlah persediaan suku cadang yang diperlukan

h(t)= laju kerusakan rata rata selama selang wakt

t = Waktu mesin beroperasi ( jam )

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian adalah tahapan yang dilakukan dalam menentukan pengerjaan dan penyelesaian terhadap suatu masalah yang akan dilakukan. Setiap tahap bisa saja tergantung pada tahapan sebelumnya, sehingga pada pelaksanaan tahap tahapnya perlu dilakukan dengan cermat dan tepat. Tahapan dalam metode penelitian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Diagram alir penelitian

## PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

### Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara langsung kepada pekerja atau operator dan manual book pengoperasian mengenai cara kerja mesin compressor two stage 6 for vessel IQF 4 serta rincian bentuk komponen dan jumlah pemakaian komponen mesin dalam suatu kurun waktu. Data lain juga diperoleh dari bagian

logistik departemen teknik (pengadaan material) berupa daftar kerusakan komponen mesin, waktu kerusakan mesin compressor two stage 6 dan harga komponen mesin.

### Data Waktu Terjadinya Kerusakan

Daftar komponen-komponen pada mesin compressor two stage 6 beserta frekuensi kerusakan dapat dilihat pada tabel 4.1 dan Data terjadinya kerusakan komponen mesin dikumpulkan dari hasil pencatatan Daily Activity dan Data terjadinya waktu kerusakan ini diambil dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2014.

Tabel 4.1 Data Komponen Compressor two stage 6 for vessel IQF 4 beserta frekuensi kerusakan

No	Komponen mesin	Frekuensi rusak	No	Komponen mesin	Frekuensi rusak
1	Proking set	3	24	Sekamil valve regulator	3
2	Epilinder filter	6	25	Ring seal valve	7
3	Control ring (valve / string)	2	26	Piston	5
4	Metal	3	27	Ring piston	3
5	Oil filter	4	28	Main bearing	3
6	Suction filter	3	29	Headplate base cooling fan	9
7	Belcrum valve	3	30	Oil level glass	2
8	Strainer Expanzi	4	31	Spring	2
9	Oil heater	2	32	Side Ring (crank)	4
10	Water pump cooling fan	2	33	Piston Pin	3
11	Oil pump	3	34	Bearing Rodas	2
12	Merck seal	3	35	Piston Ring	5
13	Oil pump	1	36	Cooler Side seal valve	7

### Daftar Harga komponen mesin komponen

Komponen mesin compressor two stage no 6 for vessel IQF 4 ini sangat banyak dan tidak semua komponen mengalami kerusakan, maka penulis disini hanya melampirkan harga komponen yang pernah dilakukan penggantian pada dua tahun terakhir yang dapat dilihat pada tabel 4.2. data ini

nantinya digunakan untuk melakukan pemilihan komponen kritis.

Tabel 4.2 Daftar harga per unit komponen compressor two stage 6

No	Komponen mesin	Harga per unit/ pcs
1	Packing set	1,600,000.00
2	Cylinder liner	10,993,333.33
3	Connecting Rod ( stang )	14,266,200.00
4	Metal	1,410,000.00
5	Oil filter	743,000.00
6	Suction filter	520,000.00
7	Relieve valve	1,366,900.00
8	Strainer Expansi	212,500.00
9	Oil heater	1,934,999.00
10	Water pump cooling loop	5,750,100.00
11	Oil pump	7,288,900.00
12	Mech seal	1,376,650.00
13	HLP switch	899,500.00
14	Solenoid valve kapasitas	1,375,800.00
15	Oring seal valve	292,000.00
16	Piston	11,763,800.00
17	Klep piston	1,117,816.67
18	Main bearing	414,800.00
19	Flexible hose cooling loop	271,988.89
20	Oil level glas	260,000.00
21	Spring	2,593,500.00
22	Slide Ring ( carbon)	2,596,000.00
23	Piston Pin	1,595,090.00
24	Bearing Roches	2,187,900.00
25	Piston Ring	5,840,000.00
26	Coil For Solenoid valve	1,575,000.00

### Pengolahan Data

Setelah data yang diperlukan terkumpul, maka yang dilakukan adalah:

Melakukan pemilihan terhadap sparepart mesin compressor two stage 6 for vessel IQF 4 yang sering mengalami kerusakan, yang menjadi prioritas penelitian. Dalam penentuan sparepart prioritas digunakan metode ABC dengan analisa pareto

Penentuan parameter distribusi weibull pada komponen kelas A beserta hasil uji kolomogrov smirnov berdasarkan banyaknya kerusakan dalam satu periode dengan software Easyfit professional

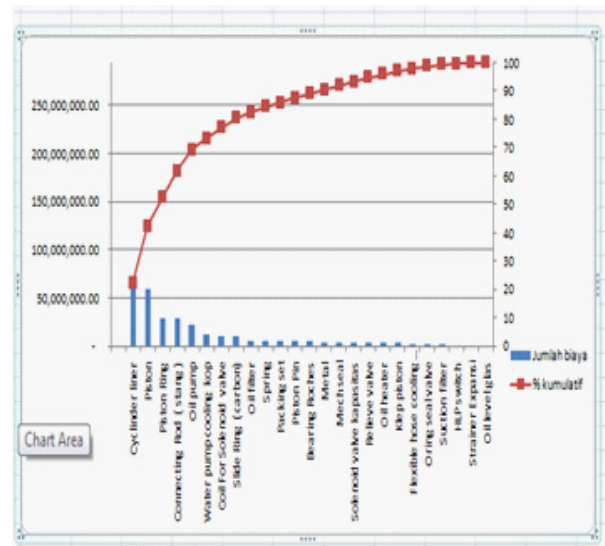
### 5.6

Menentukan nilai konsep keandalan komponen kelas A berdasarkan data interval waktu dan parameter berdistribusi weibull

Menentukan jumlah kebutuhan persediaan untuk komponen kritis mesin compressor two stage 6 untuk interval waktu satu tahun berdasarkan fungsi laju kerusakan

Penentuan Klasifikasi Komponen dengan Metode ABC

Metode ABC sangat membantu dalam mengelompokkan komponen yang didasarkan pada biaya untuk membeli dan pengadaan suatu komponen. Metode ini membagi komponen atas tiga kelas, yaitu prosedur pengelompokan material inventori ke dalam kelas A, B dan C, antara lain mengikuti prinsip 80-20 :



Gambar 5. Grafik Analisa Pareto



Tabel 4.3 Total Biaya Pembelian Spare Part

No	Komponen mesin	Harga per unit/ pcs	Frekuensi rusak	Total harga
1	Packing set	1,600,000.00	3	4,800,000.00
2	Cylinder liner	10,938,338.38	6	65,630,000.00
3	Connecting Rod [stang]	14,266,200.00	2	28,532,400.00
4	Metal	1,430,000.00	3	4,290,000.00
5	Oil filter	748,000.00	8	5,984,000.00
6	Suction filter	520,000.00	3	1,560,000.00
7	Relieve valve	1,366,900.00	3	4,100,700.00
8	Strainer Expanzi	212,500.00	4	850,000.00
9	Oil heater	1,934,990.00	2	3,869,980.00
10	Water pump cooling loop	5,750,100.00	2	11,500,200.00
11	Oil pump	7,266,900.00	3	21,800,700.00
12	Mech seal	1,329,950.00	3	4,129,950.00
13	MLP switch	899,500.00	1	899,500.00
14	Solenoid valve kapasitas	1,375,000.00	3	4,125,000.00
15	Dring seal valve	292,000.00	7	2,044,000.00
16	Piston	11,760,000.00	5	58,800,000.00
17	Wlep piston	1,117,876.67	3	3,353,630.00
18	Main bearing	434,000.00	1	434,000.00
19	Flexible hose cooling loop	271,900.00	9	2,447,100.00
20	Oil level glas	260,000.00	2	520,000.00
21	Spring	2,588,500.00	2	5,177,000.00
22	Slide ring [carbon]	2,526,000.00	4	10,104,000.00
23	Piston Pin	1,525,000.00	3	4,575,000.00
24	Bearing bushes	2,187,900.00	2	4,375,800.00
25	Piston Ring	5,841,000.00	5	29,205,000.00
26	End Fir Solenoid valve	1,575,000.00	7	11,025,000.00

Tabel 4.4 Persentase Nilai Komponen

No	Komponen mesin	Jumlah biaya	total biaya	persen (%)	Jumlah kumulatif	% kumulatif
1	Cylinder liner	65,630,000.00	294,682,860.00	22.27	65,630,000.00	22.27
2	Piston	58,800,000.00	294,682,860.00	19.96	124,430,000.00	42.23
3	Piston Ring	29,205,000.00	294,682,860.00	9.91	153,635,000.00	52.16
6	Connecting Rod [ stang]	28,532,400.00	294,682,860.00	9.69	182,167,400.00	61.84
5	Oil pump	21,800,700.00	294,682,860.00	7.42	204,068,100.00	69.26
4	Water pump cooling loop	11,500,200.00	294,682,860.00	3.90	215,568,300.00	73.17
7	Gail Fir Solenoid valve	11,025,000.00	294,682,860.00	3.74	226,593,300.00	76.91
8	Slide Ring [ carbon]	10,104,000.00	294,682,860.00	3.52	236,697,300.00	80.43
9	Oil filter	5,984,000.00	294,682,860.00	2.02	242,681,300.00	82.45
16	Spring	5,177,000.00	294,682,860.00	1.76	247,858,300.00	84.21
11	Packing set	4,800,000.00	294,682,860.00	1.63	252,658,300.00	85.84
22	Piston Pin	4,785,270.00	294,682,860.00	1.62	257,443,570.00	87.47
25	Bearing bushes	4,375,800.00	294,682,860.00	1.49	261,819,370.00	88.95
14	Metal	4,290,000.00	294,682,860.00	1.44	266,109,370.00	90.39
17	Mech seal	4,129,950.00	294,682,860.00	1.40	270,239,320.00	91.79
10	Solenoid valve kapasitas	4,127,000.00	294,682,860.00	1.40	274,366,320.00	93.19
18	Relieve valve	4,100,700.00	294,682,860.00	1.39	278,467,020.00	94.58
13	Oil heater	3,869,980.00	294,682,860.00	1.31	282,337,000.00	95.98
12	Wlep piston	3,353,630.00	294,682,860.00	1.14	285,690,630.00	97.08
20	Flexible hose cooling loop	2,447,100.00	294,682,860.00	0.83	288,137,730.00	97.87
15	Dring seal valve	2,044,000.00	294,682,860.00	0.69	290,181,730.00	98.56
21	Suction filter	1,560,000.00	294,682,860.00	0.53	291,741,730.00	98.89
23	MLP switch	899,500.00	294,682,860.00	0.31	292,641,230.00	99.29
25	Strainer Expanzi	850,000.00	294,682,860.00	0.29	293,491,230.00	99.60
26	Oil level glas	520,000.00	294,682,860.00	0.18	294,011,230.00	99.86
24	Main bearing	434,000.00	294,682,860.00	0.14	294,445,230.00	99.98
	Total Biaya	294,682,860.00				

Tabel 4.5 Klasifikasi Komponen Berdasarkan Konsep ABC

No	Komponen mesin	persen ( %)	Kategori	Rs jumlah barang	Rs nilai barang	total frekuensi kerusakan
1	Cylinder liner	22.27	A	19.23076923	69.26897407	6
2	Piston	19.96				5
3	Piston Ring	9.98				5
4	Water pump coolingkop	9.69				2
5	Oil pump	7.42				3
6	Connecting Rod (stang)	3.99				2
7	Coil For Solenoid valve	3.79				7
8	Slide Ring ( carbon)	3.52				4
9	Oil filter	2.82				8
10	Solenoid valve kapasitas	1.76				3
11	Padingsat	1.62				3
12	Klap piston	1.62				3
13	Oil heater	1.49				B
14	Metal	1.44	3			
15	Bearing Roches	1.40	2			
16	Spring	1.40	2			
17	Mech seal	1.39	3			
18	Relieve valve	1.31	3			
19	Oringseal valve	1.16	7			
20	Flexible hose cooling kop	0.82	9			
21	Suction filter	0.69	3			
22	Piston Pin	0.52	3			
23	HLP switch	0.31	1			
24	Main bearing	0.29	1			
25	Strainer Ekspansi	0.18	4			
26	Oil level glas	0.14	C	50	11.04802088	2

Berdasarkan analisa pareto ( metode ABC ) diatas, diperoleh bahwa terdapat lima komponen yang termasuk kedalam kelas A yaitu Cyclinder liner, Piston, Piston ring, water pump cooling kop, Oil Pump. Penentuan waktu kerusakan dan parameter distribusi weibull untuk menentukan nilai keandalan komponen kritis mesin compressor two stage no 6 for vessel 4 dilakukan terhadap semua sparepart yang berada dalam kelas A ( kritis )

Penentuan Parameter Distribusi Weibull Pada Fungsi Reliability

Untuk menentukan distribusi data waktu antar kerusakan dari komponen compressor two stage no 6 untuk vessel IQF 4, kita menggunakan software bantu yaitu Easy Fit Profesional 5.6

Tabel 4.6 Hasil Penentuan Distribusi

Nama komponen (kelas A)	$\alpha$ (Parameter skala)	B (parameter bentuk kurva)
Cylinder liner	49.375	0.829
Piston	119.12	1.2658
Piston ring	47.037	0.48429
Water pump cooling kop	1.659	0.2168
Oil pump	1.6291	0.2329

Menentukan Parameter Fungsi

Dari hasil pengujian menggunakan Software Easy Fit Profesional 5.6 didapatkan waktu antar kerusakan dengan parameter  $\alpha$  dan  $\beta$  yang akan digunakan sebagai perhitungan fungsi padat probabilitas, fungsi keandalan dan laju kerusakan untuk masing masing komponen.

### Parameter Fungsi Cylinder Liner

Dari distribusi weibull didapatkan parameter  $\alpha = 49.375$  dan  $\beta = 0.829$  dan selanjutnya dilakukan perhitungan fungsi padat probabilitas, fungsi keandalan dan laju kerusakan dengan menggunakan software Matchad.

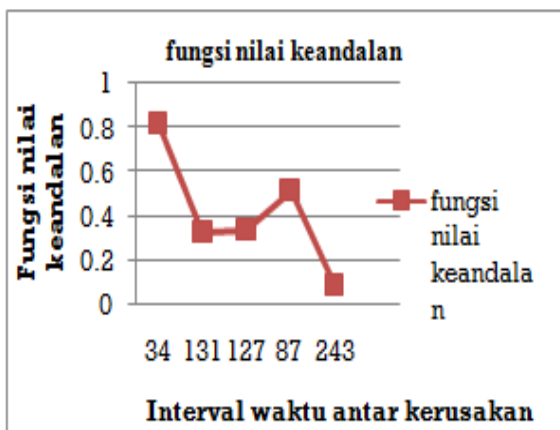
### Fungsi padat Probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta \right]$$

$$f(34) = \frac{0.829}{49.375} \left(\frac{34}{49.375}\right)^{0.829-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{34}{49.375}\right)^{0.829} \right]$$

### Hasil Perhitungan Padat Probabilitas

Interval (waktu antar kerusakan)	Fungsi padat probabilitas
34 hari	$8.59 \times 10^{-3}$
73 hari	$3.94 \times 10^{-3}$
58 hari	$5.209 \times 10^{-3}$
127 hari	$1.601 \times 10^{-3}$
137 hari	$1.371 \times 10^{-3}$
223 hari	$3.957 \times 10^{-3}$



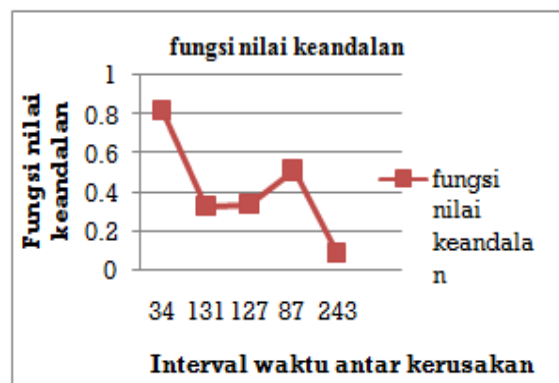
### Laju Kerusakan

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

$$h(34) = \frac{f(34)}{R(34)} = \frac{0.829}{49.375} \left(\frac{34}{49.375}\right)^{0.829-1}$$

### Hasil Perhitungan Laju Kerusakan

Interval (waktu antar kerusakan)	Nilai laju kerusakan
34 hari	0.018
73 hari	0.016
58 hari	0.016
127 hari	0.014
137 hari	0.014
223 hari	0.013



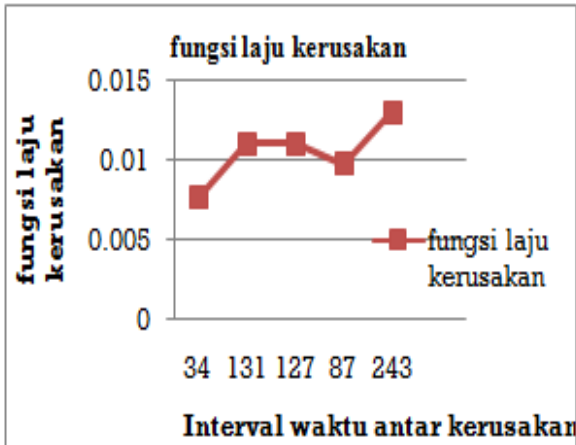
### Laju Kerusakan

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

$$h(34) = \frac{f(34)}{R(34)} = \frac{0.829}{49.375} \left(\frac{34}{49.375}\right)^{0.829-1}$$

### Hasil Perhitungan Laju Kerusakan

Interval (waktu antar kerusakan)	Nilai laju kerusakan
34 hari	0.018
73 hari	0.016
58 hari	0.016
127 hari	0.014
137 hari	0.014
223 hari	0.013



Parameter fungsi komponen piston

Dari distribusi weibull didapatkan parameter  $\alpha = 119.12$  dan  $\beta = 1.2658$  dan selanjutnya dilakukan perhitungan fungsi padat probabilitas, fungsi keandalan dan laju kerusakan dengan menggunakan software Matchad

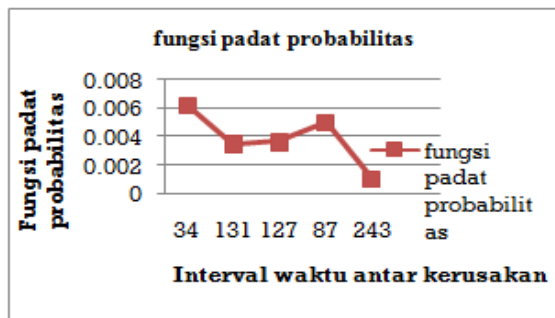
Fungsi padat Probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta \right]$$

$$f(34) = \frac{1.2658}{119.12} \left(\frac{34}{119.12}\right)^{1.2658-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{34}{119.12}\right)^{1.2658} \right]$$

Hasil Perhitungan padat probabilitas

Interval waktu antar kerusakan	Nilai padat probabilitas kerusakan
34 hari	$6.206 \times 10^{-3}$
131 hari	$3.528 \times 10^{-3}$
127 hari	$3.654 \times 10^{-3}$
87 hari	$4.993 \times 10^{-3}$
243 hari	$1.091 \times 10^{-3}$



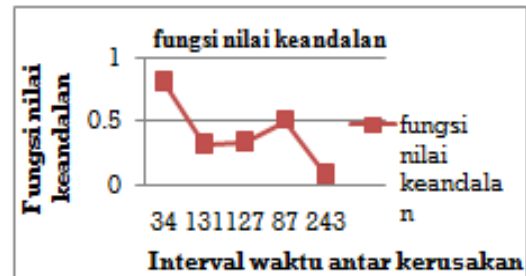
Fungsi Keandalan

$$R(t) = \text{Exp} \left[ -\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta \right]$$

$$R(34) = \text{Exp} \left[ -\left(\frac{34}{119.12}\right)^{1.2658} \right]$$

Tabel hasil perhitungan nilai fungsi keandalan

Interval waktu antar kerusakan	Nilai fungsi keandalan
34 hari	0.815
131 hari	0.324
127 hari	0.338
87 hari	0.511
243 hari	0.085



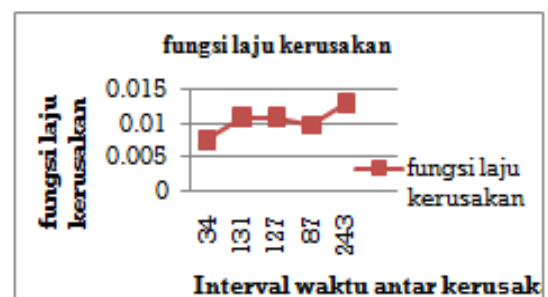
Laju Kerusakan

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

$$h(34) = \frac{f(34)}{R(34)} = \frac{1.2658}{119.12} \left(\frac{34}{119.12}\right)^{1.2658-1}$$

Tabel hasil perhitungan nilai fungsi laju kerusakan

Interval waktu antar kerusakan	Nilai fungsi laju kerusakan
34 hari	0.007615
131 hari	0.011
127 hari	0.011
87 hari	0.009775
243 hari	0.013



Parameter fungsi Komponen piston ring

Dari distribusi weibull didapatkan parameter  $\alpha = 47.037$  dan  $\beta = 0.48429$  dan selanjutnya dilakukan perhitungan fungsi padat probabilitas, fungsi keandalan dan laju kerusakan dengan menggunakan software Matchad

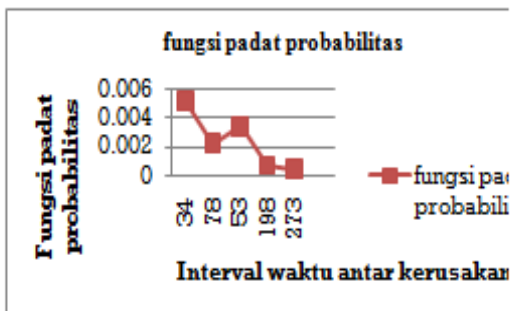
Fungsi padat Probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} \right]$$

$$f(34) = \frac{0.48429}{47.037} \left(\frac{34}{47.037}\right)^{0.48429-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{34}{47.037}\right)^{0.48429} \right]$$

Hasil Perhitungan Fungsi padat probabilitas

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi padat probabilitas
34 hari	0.005179
78 hari	0.002211
53 hari	0.003356
198 hari	0.006601
273 hari	0.003991



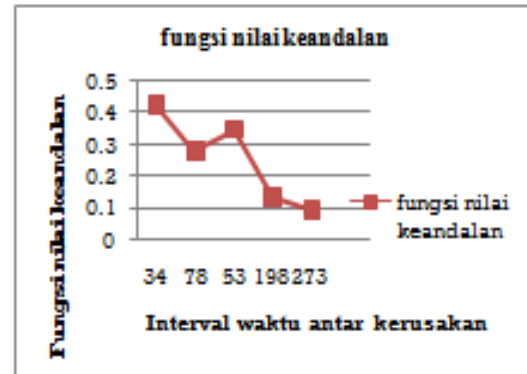
Fungsi Keandalan

$$R(t) = \text{Exp} \left[ -\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} \right]$$

$$R(34) = \text{Exp} \left[ -\left(\frac{34}{47.037}\right)^{0.48429} \right]$$

hasil Perhitungan nilai keandalan

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi nilai keandalan
34 hari	0.425
78 hari	0.279
53 hari	0.347
198 hari	0.135
273 hari	0.096



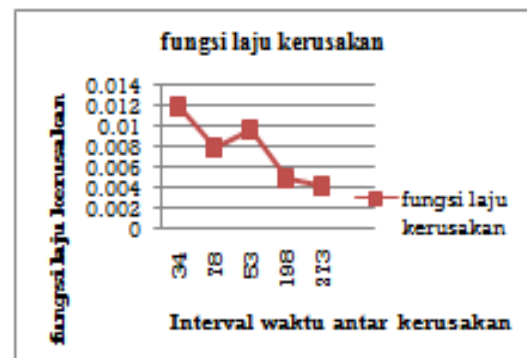
Laju Kerusakan

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

$$h(34) = \frac{f(34)}{R(34)} = \frac{0.48429}{47.037} \left(\frac{34}{47.037}\right)^{0.48429-1}$$

Hasil perhitungan fungsi laju kerusakan

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi laju kerusakan
34 hari	0.012
78 hari	$7.932 \times 10^{-3}$
53 hari	$9.681 \times 10^{-3}$
198 hari	$4.906 \times 10^{-3}$
273 hari	$4.157 \times 10^{-3}$



Parameter fungsi water pump cooling kop

Untuk perhitungan distribusi komponen water pump cooling kop tidak dapat menggunakan bantuan software easy fit professional 5.6 dikarenakan sebaran waktu antar kerusakan kurang dari 5 kali, maka itu kita menggunakan perhitungan manual menggunakan excel. Dari distribusi weibull didapatkan parameter  $\alpha = 1.659$  dan  $\beta = 0.2168$  dan selanjutnya dilakukan perhitungan fungsi padat

probabilitas, fungsi keandalan dan laju kerusakan dengan menggunakan software Matchad

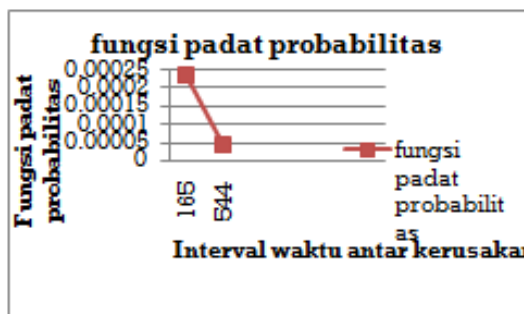
Fungsi padat Probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} \right]$$

$$f(165) = \frac{0.2168}{1.659} \left(\frac{165}{1.659}\right)^{0.2168-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{165}{1.659}\right)^{0.2168} \right]$$

Hasil perhitungan fungsi padat probabilitas

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi padat probabilitas
165 hari	$2.368 \times 10^{-4}$
544 hari	$4.179 \times 10^{-3}$



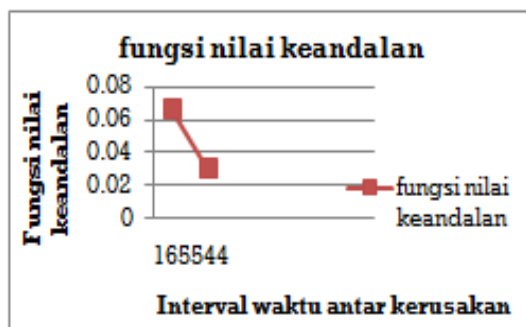
Fungsi Keandalan

$$R(t) = \text{Exp} \left[ -\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} \right]$$

$$R(165) = \text{Exp} \left[ -\left(\frac{165}{1.659}\right)^{0.2168} \right]$$

Hasil perhitungan fungsi keandalan

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi keandalan
165 hari	0.066
544 hari	0.03



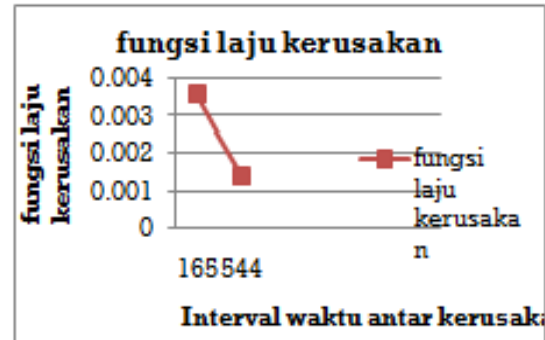
Laju Kerusakan

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

$$h(165) = \frac{f(165)}{R(165)} = \frac{0.2168}{1.659} \left(\frac{165}{1.659}\right)^{0.2168-1}$$

Hasil perhitungan fungsi laju kerusakan

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi laju kerusakan
165 hari	$3.562 \times 10^{-3}$
544 hari	$1.399 \times 10^{-3}$



Parameter fungsi komponen Oil Pump

Untuk perhitungan distribusi komponen oil pump tidak dapat menggunakan bantuan software easy fit professional 5.6 dikarenakan sebaran waktu antar kerusakan kurang dari 5 kali, maka itu kita menggunakan perhitungan manual menggunakan excel. Dari distribusi weibull didapatkan parameter  $\alpha = 1.6291$  dan  $\beta = 0.2329$  dan selanjutnya dilakukan perhitungan fungsi padat probabilitas, fungsi keandalan dan laju kerusakan dengan menggunakan software Matchad.

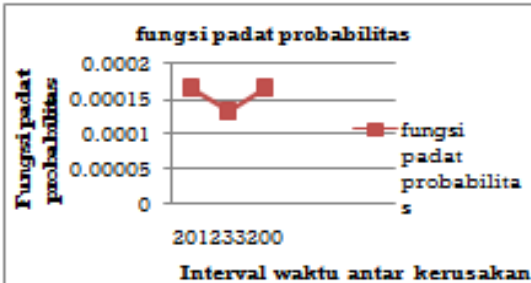
Fungsi padat Probabilitas

$$f(t) = \frac{\beta}{\alpha} \left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{t}{\alpha}\right)^{\beta} \right]$$

$$f(201) = \frac{0.2329}{1.6291} \left(\frac{201}{1.6291}\right)^{0.2329-1} \text{Exp} \left[ -\left(\frac{201}{1.6291}\right)^{0.2329} \right]$$

Hasil perhitungan fungsi padat probabilitas

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi padat probabilitas
201 hari	$1.652 \times 10^{-4}$
233 hari	$1.325 \times 10^{-4}$
200 hari	$1.664 \times 10^{-4}$



Fungsi Keandalan

$$R(t) = \text{Exp} \left[ - \left( \frac{t}{\alpha} \right)^\beta \right]$$

$$R(201) = \text{Exp} \left[ - \left( \frac{201}{1.6291} \right)^{0.2329} \right]$$

Hasil perhitungan fungsi keandalan

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi keandalan
201 hari	0.046
233 hari	0.042
200 hari	0.047



Laju Kerusakan

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

$$h(201) = \frac{f(201)}{R(201)} = \frac{0.2329}{1.6291} \left( \frac{201}{1.6291} \right)^{0.2329-1}$$

Hasil perhitungan fungsi laju kerusakan

Interval waktu antar kerusakan	Fungsi laju kerusakan
201 hari	0.046
233 hari	0.042
200 hari	0.047



Penentuan Jumlah kebutuhan komponen

Jumlah kebutuhan komponen mesin compressor two stage no 6 for vessel IQF 4 didasarkan pada tingkat laju kerusakan yang dialami oleh masing masing komponen yang masuk klasifikasi kelas A dalam metode ABC dalam jangka waktu satu tahun.

Perhitungan Nilai keandalan dan Laju kerusakan selama 1 tahun

Dengan mendistribusikan parameter parameter dari setiap komponen pada interval waktu 1 tahun atau dalam pembulatan selama 360 hari, maka didapat hasil seperti pada tabel ini

Hasil perhitungan nilai keandalan dan laju kerusakan (1 tahun)

No	Nama komponen	Nilai Keandalan selama 1 tahun	Laju kerusakan selama 1 tahun
1	Cylinder Limer	0.005566	0.012
2	Piston	0.017	0.014
3	Piston Ring	0.069	0.003605
4	Water pump cooling kop	0.04	0.001933
5	Oil Pump	0.03	0.002274

Setelah mengetahui nilai keandalan masing masing komponen dan laju kerusakan, maka kita dapat menghitung jumlah persediaan masing masing spare part dengan mengalikan laju hazard atau kerusakan terhadap waktu pemakaian selama

1 tahun (360 hari) perhitungannya dapat dilihat dibawah ini

$$I=h(t)xt$$

Setelah mengetahui jumlah persediaan komponen yang optimal pada mesin compressor two stage no 6 for vessel IQF 4, kita dapat membandingkan total biaya pembelian sparepart dengan metode terdahulu yang Cuma didasarkan pada data history atau masa lalu dengan metode berdasarkan laju kerusakan. seperti pada tabel dibawah ini :

No	Nama komponen	harga per unit	kebutuhan terdahulu	Total harga	kebutuhan sekarang	total harga
1	Cylinder liner	8,200,000.00	6	49,200,000.00	4	32,800,000.00
2	Piston	8,407,000.00	5	42,035,000.00	5	42,035,000.00
3	Piston ring	194,700.00	5	973,500.00	1	194,700.00
4	water pump cooling kop	5,750,000.00	2	11,500,000.00	1	5,750,000.00
5	Oil pump	7,288,900.00	3	21,866,700.00	1	7,288,900.00
total				125,575,400.00		88,068,700.00

$$I=h(360) \times 360$$

$$I=0.012 \times 360=4.32$$

Dan perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel

Penentuan persediaan sparepart

No	Nama komponen	Laju kerusakan selama 1 tahun	Persediaan selama 1 tahun	Pembulatan
1	Cylinder Liner	0.012	4.32	4 pcs
2	Piston	0.014	5.04	5 pcs
3	Piston Ring	0.003605	1.2978	1 pcs
4	Water pump cooling kop	0.001933	0.69588	1 pcs
5	Oil Pump	0.002274	0.81864	1 pcs

Setelah mengetahui jumlah persediaan komponen yang optimal pada mesin compressor two stage no 6 for vessel IQF 4, kita dapat membandingkan total biaya pembelian sparepart dengan metode terdahulu

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan Hasil analisa data dari waktu antar kerusakan untuk komponen mesin compressor twostage no 6 for vessel IQF 4 dapat diambil kesimpulan bahwa :

Dengan menggunakan analisa Metode ABC, kita dapat mengklasifikasikan komponen mana yang bersifat kritis (kelas A), semi kritis (kelas B) dan non kritis (kelas C). dan dari klasifikasi tersebut kita mengetahui kelompok komponen kelas A yang akan kita atur atau kendalikan persediaannya yaitu Cylinder liner, Piston, Piston ring, water pump cooling kop dan Oil pump.

Setelah klasifikasi maka dilakukan Pengolahan Persediaan sparepart yang optimal menggunakan metode Reliability dengan didasarkan laju kerusakan untuk penentuan jumlah komponen . Dan menghasilkan sebagai berikut : komponen Cylinder liner dengan nilai keandalan dalam satu tahun adalah 0.005566 dan laju kerusakan 0.012. kompo-



nen piston dengan nilai keandalan 0.017 dan laju kerusakan 0.014 . komponen piston ring dengan nilai keandalan 0.069 dan laju kerusakan 0.003605. Komponen water pump cooling kop dengan nilai keandalan 0.04 dan laju kerusakan 0.001933 dan komponen oil pump dengan nilai keandalan 0.03 dan laju kerusakan 0.002274.

Jumlah komponen yang dibutuhkan dalam setahun pada mesin compressor two stage no 6 for vessel IQF 4 adalah 4 unit Cylinder liner, 5 unit piston, 1 unit piston ring, 1 unit water pump cooling kop dan 1 unit oil pump

Hasil penentuan persediaan berdasarkan Reliability ini dapat menghemat sebesar 29.86 % dengan selisih harga Rp 37.506.700,00

### **Saran**

Untuk Pengembangan skripsi ini, penulis menyarankan agar penelitian ditindak lanjuti dengan ruang lingkup yang lebih luas seperti berlaku pada semua mesin di tiap department produksi maupun utility sehingga didapatkan persediaan sparepart yang optimal dan selain itu juga akan diperoleh preventive maintenance untuk setiap mesin.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Deni Putra Lurenso, Endang wahyu Handamari. (2012). Metode Least Square Estimation untuk mencari parameter fungsi reliabilitas dalam me-

entukan persediaan suku cadang hammer uni-grator. Malang: Skripsi Teknik industri universitas brawijaya.

Govil, A. (2004). Reliability Engineering. New Delhi: Mc.Graw Hill Publishing Co.

Render. (2001). prinsip prinsip manajemen operasi. jakarta.