BAB IV
ANALISA DAN PEMBAHASAN

Tujuan utama dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan komponen kritis dari diesel generator Caterpillar Type 3412 C dengan mengetahui keandalan dari komponen tersebut. Sehingga nantinya dapat diprioritaskan dalam perawatanya.

4.1 Analisa Kegagalan dengan metode FMECA dan Penentuan komponen Kritis

Untuk menganalisa kegagalan fungsional komponen dibuat sebuah *Worksheet Failure Mode Effects and Criticallity Analysis (FMECA)*, lihat lampiran 2.

Kerusakan yang terjadi dibagi sesuai kategori failure effect seperti tabel berikut :

Tabel 4.1 Kategori *Failure Effects* Dari Komponen-Komponen *Engine* Diesel Generator

PART NUMBER	NAMA KOMPONEN	FAILURE EFFECTS	
		KATEGORI	DEFINISI
122-0322	Inlet Valve	Marginal	Sistem mengalami penurunan fungsi kerja
122-0321	Exhaust Valve	Marginal	Sistem mengalami penurunan fungsi kerja

4W-7018	Nozzle	Marginal	Sistem mengalami penurunan fungsi kerja
9Y-7212	Piston	Critical	Sistem tidak dapat berfungsi sesuai ketentuan
1W-9460	Piston Ring	Critical	Sistem tidak dapat berfungsi sesuai ketentuan
9Y-9497	Conrod Bearing	Catasthropic	Menyebabkan sistem shutdown
4W-5492	Main Bearing	Catasthropic	Menyebabkan sistem shutdown

Dari tabel 4.1 diketahui bahwa 2 komponen masuk dalam kategori critical , 2 komponen masuk kategori catasthropic dan 3 komponen masuk kategori marginal.
Untuk kategori critical dan catasthropic dapat dikategorikan sebagai komponen Kritis, sedangkan untuk kategori Marginal dapat dikatakan berpotensi untuk menjadi komponen kritis karena telah terjadi penurunan fungsi.

4.2 Analisa *Probabiltas of Failure f(t)*, Keandalan (*Reliability*), dan *Failure Rate* Komponen

Data pada lampiran 1 merupakan data yang akan dimasukan sebagai input data *weibull analisys*. Data input *weibull analisys* ini adalah data yang diambil berdasarkan waktu kerusakan-kerusakan yang terjadi pada komponen utama diesel generator.

Dengan menggunakan *software weibull* ++ data kerusakan yang diolah menunjukkan bahwa komponen berdistribusi weibull dengan 2 parameter, artinya bahwa komponen yang diteliti menunjukkan laju kerusakan seiring dengan lamanya jam operasi. Dengan melihat hal tersebut dapat dikatakan bahwa komponen-komponen di atas layak untuk diperbaiki atau diganti guna meningkatkan nilai keandalannya. Dari pengujian distribusi kerusakan dengan menggunakan *Software Weibull* ++, kita dapat mengetahui nilai beta dan eta dari masing-masing komponen, lihat lampiran 3 .Sehingga dapat ditabulasi sebagai berikut :

Tabel 4.2 Parameter Distribusi

PART NUMBER	NAMA KOMPONEN	PARAMETER DISTRIBUSI	
		β	η
122-0322	Inlet Valve	1,6435	1,3827E+4
122-0321	Exhaust Valve	1,6776	1,2650E+4
4W-7018	Nozzle	1,9890	1,4496E+4
9Y-7212	Piston	2,2390	1,7048E+4
1W-9460	Piston Ring	1,4592	1,2079E+4
9Y-9497	ConRod Bearing	2,4191	1,4257E+4
4W-5492	Main Bearing	2,4191	1,4257E+4

Untuk nilai beta dikategorikan dalam tiga kategori berdasarkan tingkat kegagalan dan tingkat laju kegagalan (*failure rate*). *Failure rate* adalah *number of failure* pada suatu *item* per unit satuan waktu (*per cycle, hours, operation,* dan sebagainya).

1. Jika nilai *beta* (β) < 1,0, maka dikategorikan *infant mortalities shape*, di mana terdapat kegagalan pada usia dini (*early age*), kemudian laju kegagalan berkurang (*failure rate decreasing*) pada usia pemakaian Diesel Generator.
2. Jika nilai *beta* (β) = 1,0, maka dikategorikan *random failure* yang disebabkan karena jika suatu part baik dalam kondisi baru atau lama mempunyai probabilitas yang sama terhadap *failure*. Dalam interval ini laju kegagalan (*failure rate*) konstan.
3. Jika nilai *beta*(β) > 1,0, dikategorikan *wear out* di mana laju kegagalan *failure rate increasing* (meningkat) dan *reliability* menurun.

Selanjutnya kita bisa hitung nilai kemungkinan akan rusak/tidak (*probabilitas of failure) f(t), keandalan (R), failure rate , dan MTTF* per komponen sebagai berikut :

1. Inlet Valve

a. Nilai F(t)

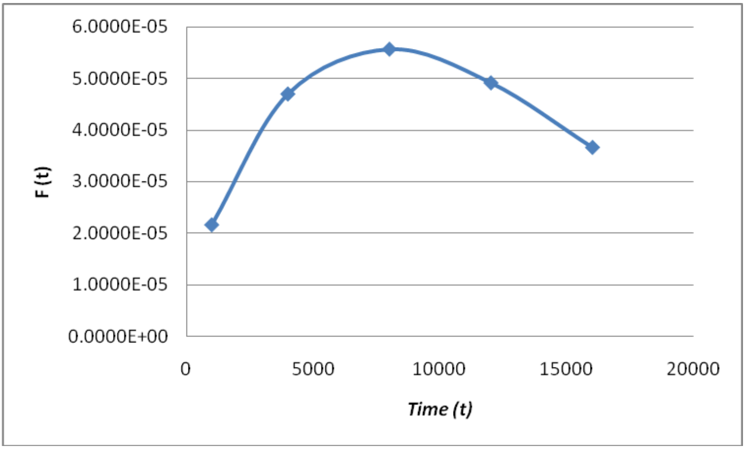
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai F(t)

$$F(8000) = \frac{1{,}6435}{1{,}3827E+04}\left(\frac{8000}{1{,}3827E+04}\right)^{1{,}6435-1} \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}3827E+04}\right)^{1{,}6435}\right]$$

$$F(8000) = 5{,}5645\mathrm{E} - 05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, maka diperoleh grafik hubungan antara *f(t)* terhadap t, sebagai berikut:



Gambar 4.1 Grafik *f(t)* terhadap *t Inlet Valve*

b. Nilai keandalan

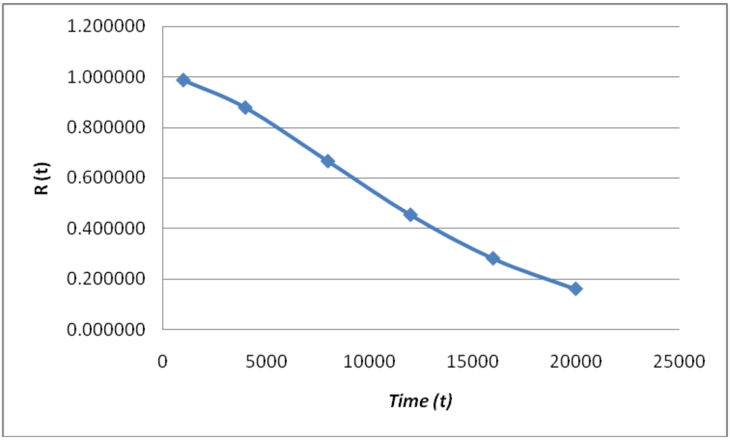
$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai R(t)

$$R(8000) = \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}3827E+04}\right)^{1{,}6435}\right]$$

$$R(8000) = 0{,}665739$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara R(t) terhadap t, sebagai berikut:



Gambar 4.2 Grafik R(t) terhadap *t Inlet Valve*

c. Laju kerusakan (*Failure Rate*)

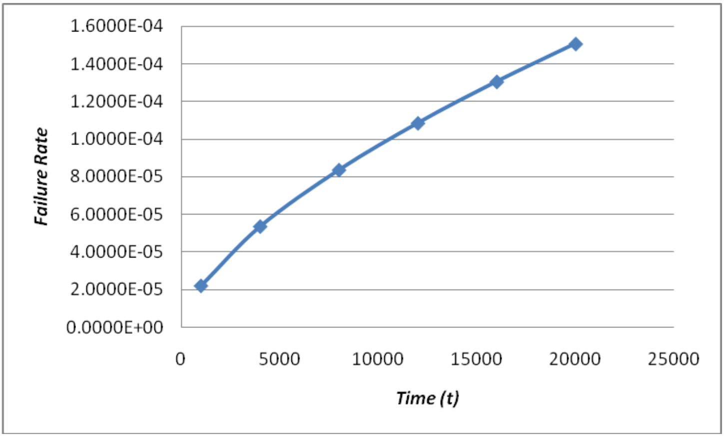
$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Sebagai contoh untuk *time (t)* = 8000, maka nilai $\lambda(t)$ adalah:

$$\lambda(8000) = \frac{1,6435}{1,3827+04}\left(\frac{8000}{1,3827E+04}\right)^{1,6435-1}$$

$$\lambda(8000) = 8,3584E-05$$

Dengan memasukkan nilai *time (t)* =1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara $\lambda(t)$ terhadap t sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik $\lambda(t)$ terhadap *t Inlet Valve*

d. Waktu Rata-Rata Terjadi Kerusakan

$$MTTF = \eta\Gamma$$

Dimana Γ merupakan fungsi gamma yang diperoleh dari tabel tabulasi fungsi gamma dengan mencari nilai n terlebih dahulu (lihat lampiran 4). Dimana n=(1+1/β), jadi :

$$n = \left(1 + \left(\frac{1}{1,6435}\right)\right)$$

$$n = 1,6085$$

Dibulatkan menjadi 1,61. Pada tabel fungsi gamma di peroleh nilai :

$$\Gamma = 0,89468$$

Jadi, MTTF = 1,3827E+04 x 0,89468

MTTF = 12.755

2. Exhaust Valve

a. Nilai F(t)

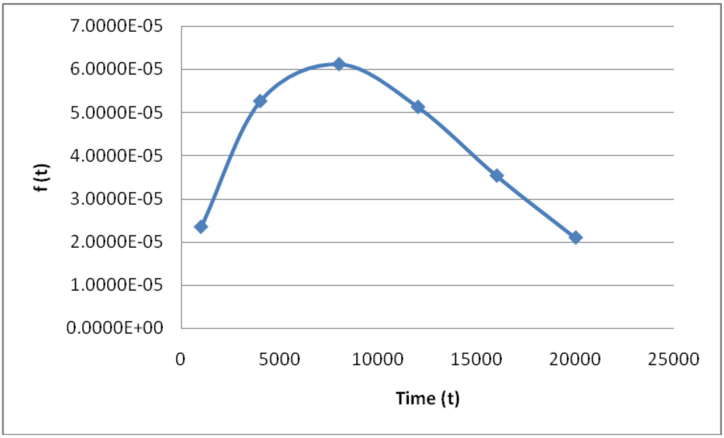
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai F(t)

$$F(8000) = \frac{1,6776}{1,2650E+04}\left(\frac{8000}{1,2650+04}\right)^{1,6776-1} \exp\left[-\left(\frac{8000}{1,2650E+04}\right)^{1,6776}\right]$$

$$F(8000) = 6,1152\mathrm{E} - 05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *f(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.4 Grafik *f(t)* terhadap t *Exhaust Valve*

b. Nilai keandalan

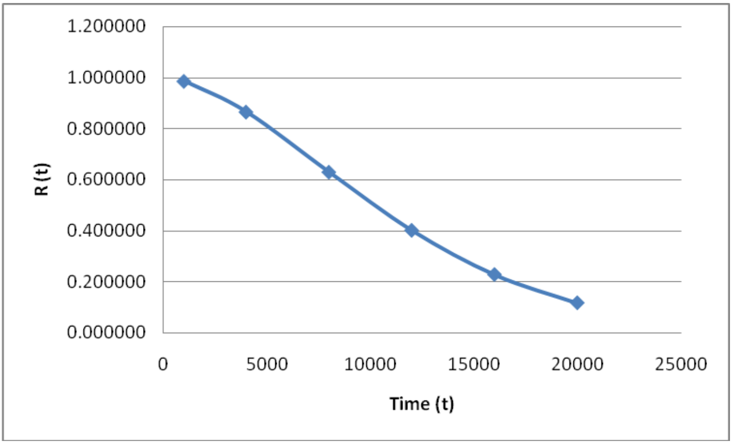
$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai R(t) :

$$R(8000) = \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}2650E + 04}\right)^{1{,}6776}\right]$$

$$R(8000) = 0{,}670733$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *R(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.5 Grafik *R(t)* terhadap t *Exhaust Valve*

c. Laju kerusakan (*Failure Rate*)

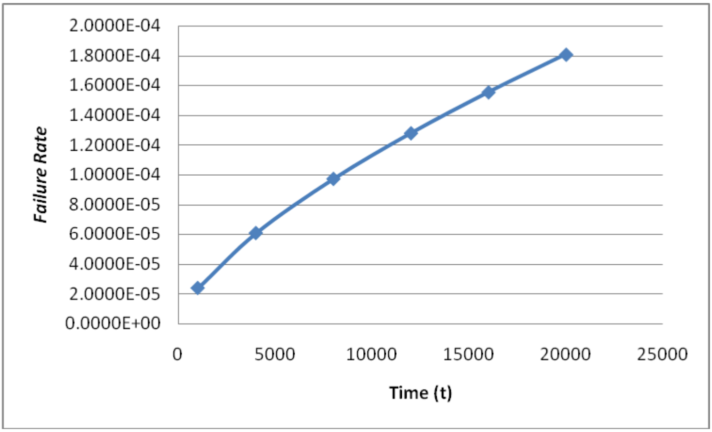
$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Sebagai contoh untuk *time* (t) = 7000, maka nilai $\lambda(t)$ adalah:

$$\lambda(8000) = \frac{1{,}6776}{1{,}2650E+04}\left(\frac{8000}{1{,}2650E+04}\right)^{1{,}6776-1}$$

$$\lambda(8000) = 9{,}7220E - 05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) =1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara $\lambda(t)$ terhadap t sebagai berikut:



Gambar 4.6 Grafik $\lambda(t)$ terhadap t *Exhaust Valve*

d. Waktu Rata-Rata Terjadi Kerusakan

$$MTTF = \eta\Gamma$$

Dimana Γ merupakan fungsi gamma yang diperoleh dari tabel tabulasi fungsi gamma dengan mencari nilai n terlebih dahulu (lihat lampiran 4). Di mana n=(1+1/β), jadi :

$$n = \left(1 + \left(\frac{1}{1{,}6776}\right)\right)$$

$$n = 1{,}5961$$

Dibulatkan menjadi 1,60. Pada tabel fungsi gamma di peroleh nilai :

$$\Gamma = 0{,}89352$$

Jadi, MTTF = 1,2650E+04 x 0,89352

MTTF = 11.303

3. Nozzle

a. Nilai F(t)

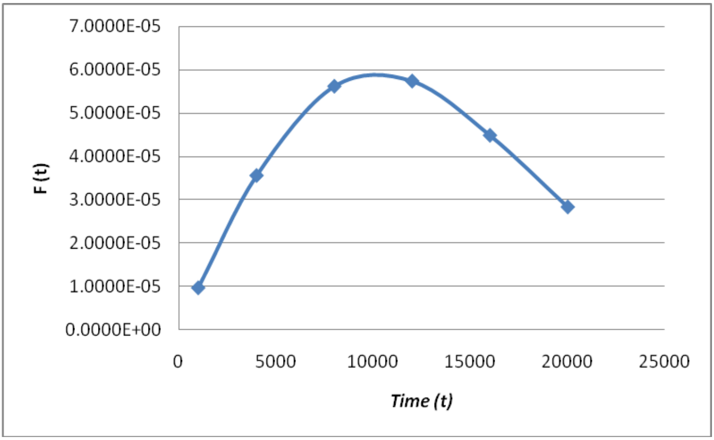
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai F(t)

$$F(8000) = \frac{1{,}9890}{1{,}4496E+04}\left(\frac{8000}{1{,}4496E+04}\right)^{1{,}9890-1} \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}4496E+04}\right)^{1{,}9890}\right]$$

$$F(8000) = 5{,}6096\mathrm{E}-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *f(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.7 Grafik *f(t)* terhadap t *Nozzle*

b. Nilai keandalan

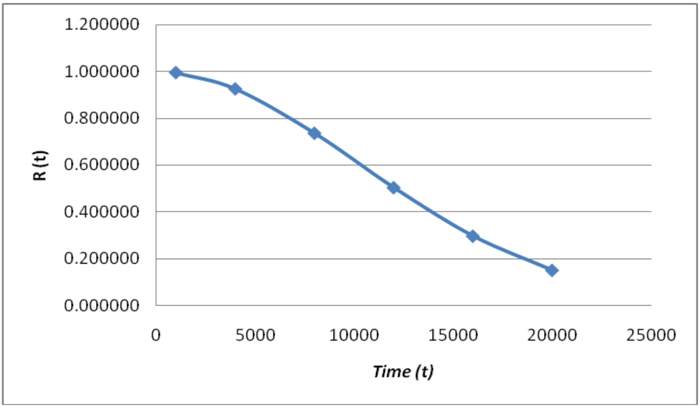
$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai R(t) :

$$R(8000) = \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}4496E+04}\right)^{1{,}9890}\right]$$

$$R(8000) = 0{,}735970$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *R(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.8 Grafik *R(t)* terhadap t *Nozzle*

c. Laju kerusakan (*Failure Rate*)

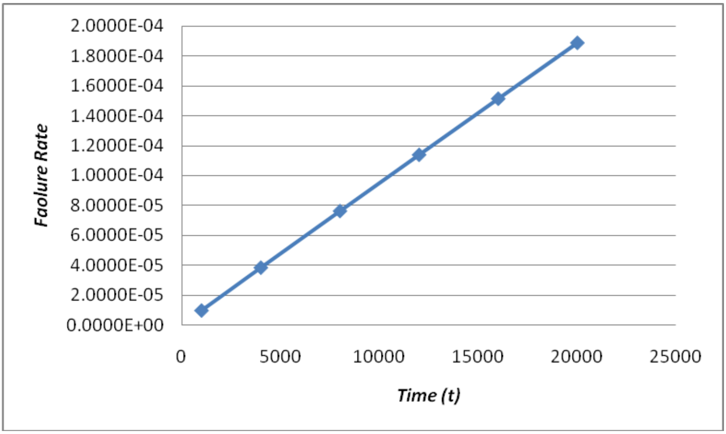
$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Sebagai contoh untuk *time* (t) = 8000, maka nilai $\lambda(t)$ adalah:

$$\lambda(8000) = \frac{1,9890}{1,4496E+04}\left(\frac{8000}{1,4496E+04}\right)^{1,9890-1}$$

$$\lambda(8000) = 7.6220E-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) =1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara $\lambda(t)$ terhadap t sebagai berikut:



Gambar 4.9 Grafik $\lambda(t)$ terhadap t *Nozzle*

d. Waktu Rata-Rata Terjadi Kerusakan

$$MTTF = \eta\Gamma$$

Dimana Γ merupakan fungsi gamma yang diperoleh dari tabel tabulasi fungsi gamma dengan mencari nilai n terlebih dahulu (lihat lampiran 4). Di mana n=(1+1/β), jadi :

$$n = \left(1 + \left(\frac{1}{1{,}9890}\right)\right)$$

$$n = 1{,}5028$$

Dibulatkan menjadi 1,50. Pada tabel fungsi gamma di peroleh nilai :

$\Gamma = 0{,}88623$

Jadi, MTTF = 1,4496E+04 x 0,89468

MTTF = 12.969

4. Piston

a. Nilai F(t)

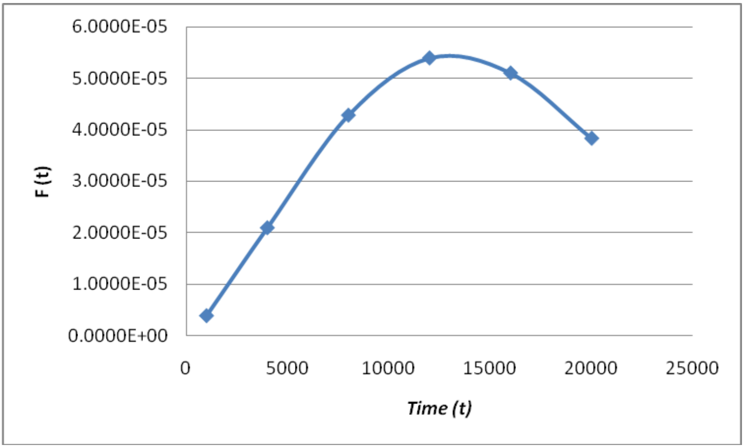
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai F(t)

$$F(8000) = \frac{2{,}2390}{1{,}7048E+04}\left(\frac{8000}{1{,}7048E+04}\right)^{2{,}2390-1} \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}7048E+04}\right)^{2{,}2390}\right]$$

$$F(8000) = 4{,}2801\text{E} - 05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *f(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.10 Grafik *f(t)* terhadap t *Piston*

b. Nilai keandalan

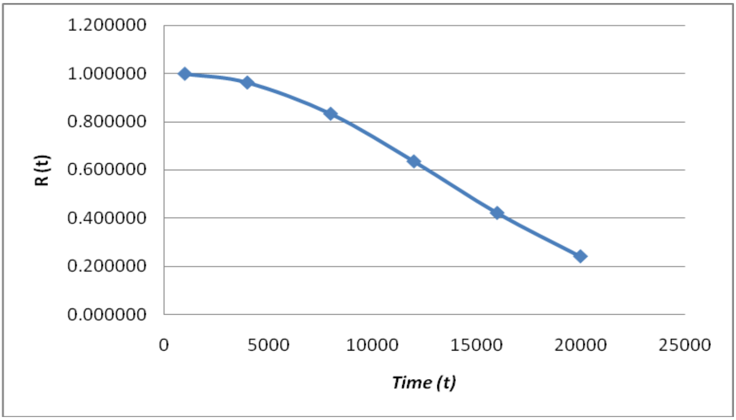
$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =7000, maka diperoleh nilai R(t) :

$$R(8000) = \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}7048E+04}\right)^{2{,}2390}\right]$$

$$R(8000) = 0{,}832118$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *R(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.11 Grafik *R(t)* terhadap t *Piston*

c. Laju kerusakan (*Failure Rate*)

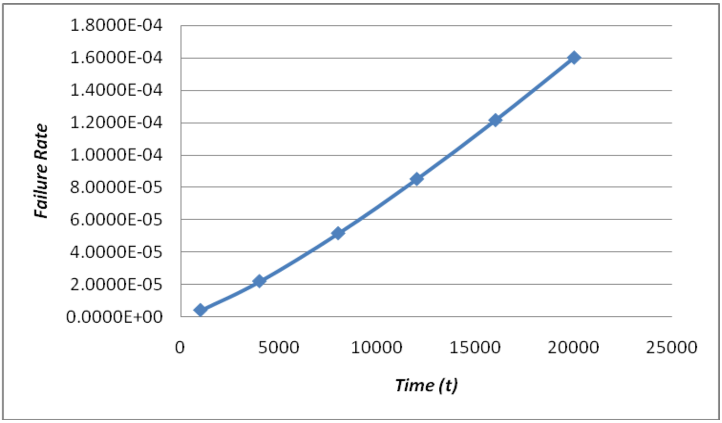
$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Sebagai contoh untuk *time* (t) = 7000, maka nilai $\lambda(t)$ adalah:

$$\lambda(8000) = \frac{2{,}2390}{1{,}7048E+04}\left(\frac{8000}{1{,}7048+04}\right)^{2{,}2390-1}$$

$$\lambda(8000) = 5{,}1486E-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) =1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara $\lambda(t)$ terhadap t sebagai berikut:



Gambar 4.12 Grafik $\lambda(t)$ terhadap t *Piston*

d. Waktu Rata-Rata Terjadi Kerusakan

$$MTTF = \eta\Gamma$$

Dimana Γ merupakan fungsi gamma yang diperoleh dari tabel tabulasi fungsi gamma dengan mencari nilai n terlebih dahulu (lihat lampiran 4). Di mana n=(1+1/β), jadi :

$$n = \left(1 + \left(\frac{1}{2,2390}\right)\right)$$

$$n = 1,4466$$

Dibulatkan menjadi 1,45. Pada tabel fungsi gamma di peroleh nilai :

$\Gamma = 0{,}88566$

Jadi, MTTF = 1,7048E+04 x 0,88566

MTTF = 15.099

5. Piston Ring

a. Nilai F(t)

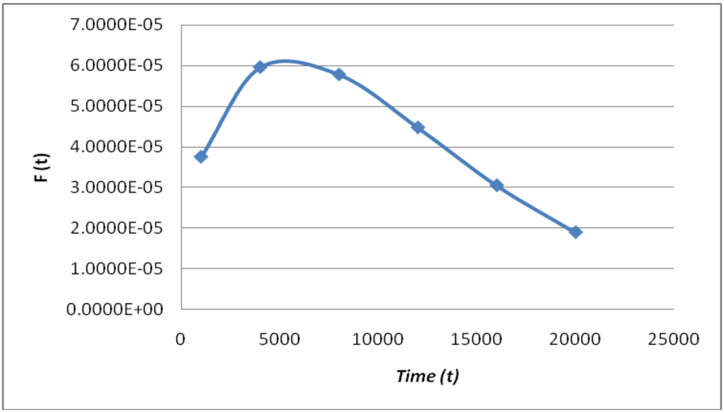
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai F(t)

$$F(8000) = \frac{1{,}4592}{1{,}2079E+04}\left(\frac{8000}{1{,}2079E+04}\right)^{1{,}4592-1} \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}2079E+04}\right)^{1{,}4592}\right]$$

$$F(8000) = 5{,}7791\mathrm{E}-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *f(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.13 Grafik *f(t)* terhadap t *Piston Ring*

b. Nilai keandalan

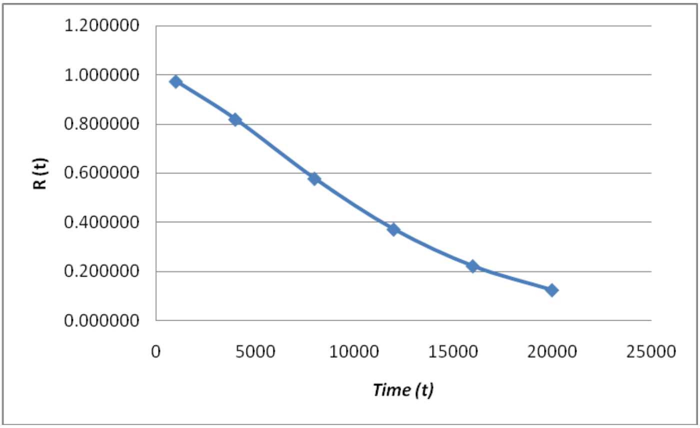
$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai R(t) :

$$R(8000) = \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}2079E+04}\right)^{1{,}4592}\right]$$

$$R(8000) = 0{,}578026$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *R(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.14 Grafik *R(t)* terhadap t *Piston Ring*

c. Laju kerusakan (*Failure Rate*)

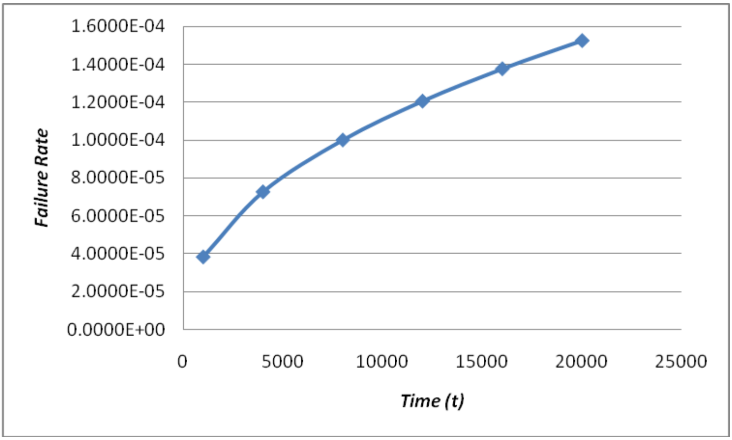
$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Sebagai contoh untuk *time* (t) = 8000, maka nilai $\lambda(t)$ adalah:

$$\lambda(8000) = \frac{1{,}4592}{1{,}2079E+04}\left(\frac{8000}{1{,}2079E+04}\right)^{1{,}4592-1}$$

$$\lambda(8000) = 9{,}9980E-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) =1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara $\lambda(t)$ terhadap t sebagai berikut:



Gambar 4.15 Grafik $\lambda(t)$ terhadap t *Piston Ring*

d. Waktu Rata-Rata Terjadi Kerusakan

$$MTTF = \eta\Gamma$$

Dimana Γ merupakan fungsi gamma yang diperoleh dari tabel tabulasi fungsi gamma dengan mencari nilai n terlebih dahulu (lihat lampiran 4). Di mana n=(1+1/β), jadi :

$$n = \left(1 + \left(\frac{1}{1,4592}\right)\right)$$

$$n = 1,6853$$

Dibulatkan menjadi 1,69. Pada tabel fungsi gamma di peroleh nilai :

$\Gamma = 0{,}90679$

Jadi, MTTF = 1,2079E+04 x 0,90679

MTTF = 10.953

6. Con Rod Bearing

a. Nilai F(t)

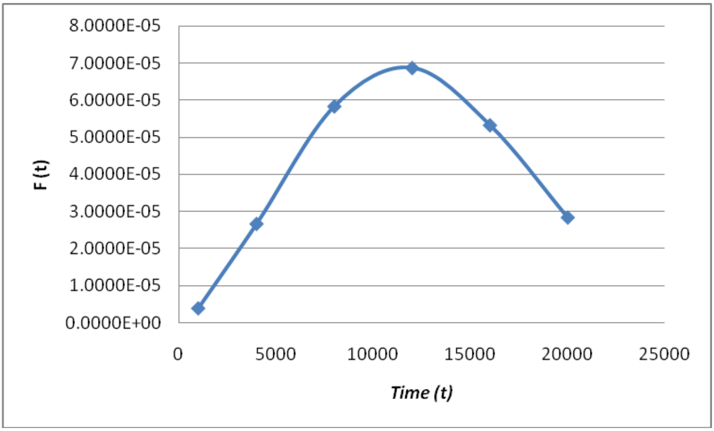
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai F(t)

$$F(8000) = \frac{2{,}4191}{1{,}4257E+04}\left(\frac{8000}{1{,}4257E+04}\right)^{2{,}4191-1} \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}4257E+04}\right)^{2{,}4191-1}\right]$$

$$F(8000) = 5{,}8369\mathrm{E}-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *f(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.16 Grafik *f(t)* terhadap t *Conrod Bearing*

b. Nilai keandalan

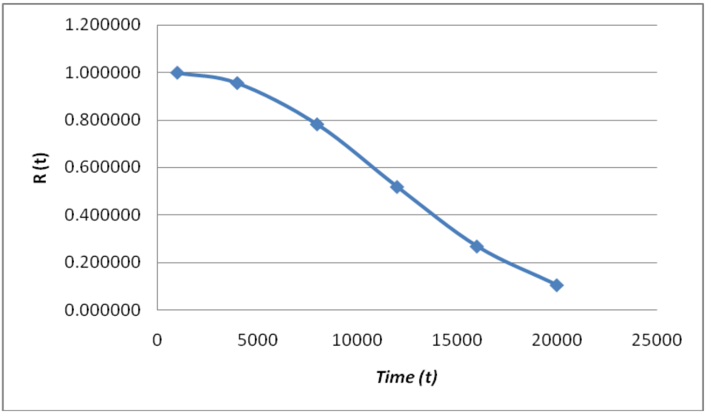
$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai R(t) :

$$R(8000) = \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}4257E+04}\right)^{2{,}4191}\right]$$

$$R(8000) = 0{,}781026$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *R(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.17 Grafik *R(t)* terhadap t *Conrod Bearing*

c. Laju kerusakan (*Failure Rate*)

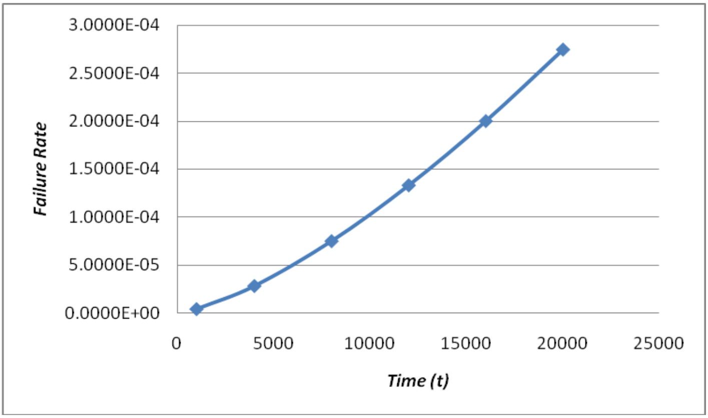
$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Sebagai contoh untuk *time* (t) = 8000, maka nilai $\lambda(t)$ adalah:

$$\lambda(8000) = \frac{2{,}4191}{1{,}4257E+04}\left(\frac{8000}{1{,}4257E+04}\right)^{2{,}4191-1}$$

$$\lambda(8000) = 7{,}4734E-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) =1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara $\lambda(t)$ terhadap t sebagai berikut:



Gambar 4.18 Grafik $\lambda(t)$ terhadap t *Conrod Bearing*

d. Waktu Rata-Rata Terjadi Kerusakan

$$MTTF = \eta\Gamma$$

Dimana Γ merupakan fungsi gamma yang diperoleh dari tabel tabulasi fungsi gamma dengan mencari nilai n terlebih dahulu (lihat lampiran 4). Di mana n=(1+1/β), jadi :

$$n = \left(1 + \left(\frac{1}{2{,}4191}\right)\right)$$

$$n = 1{,}4134$$

Dibulatkan menjadi 1,41. Pada tabel fungsi gamma di peroleh nilai :

$$\Gamma = 0{,}88676$$

Jadi MTTF = 1,4257E+04 x 0,88676

MTTF = 12.643

7. Main Bearing

a. Nilai F(t)

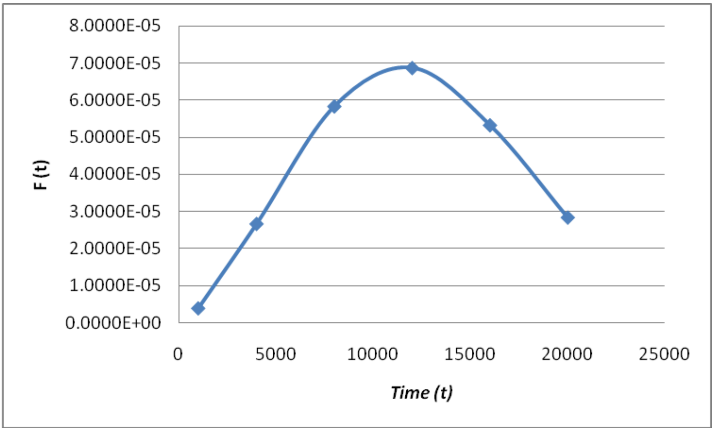
$$f(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai F(t)

$$F(8000) = \frac{2{,}4191}{1{,}4257E+04}\left(\frac{8000}{1{,}4257E+04}\right)^{2{,}4191-1} \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}4257E+04}\right)^{2{,}4191-1}\right]$$

$$F(8000) = 5{,}8369\mathrm{E}-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *f(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.19 Grafik *f(t)* terhadap t *Main Bearing*

b. Nilai keandalan

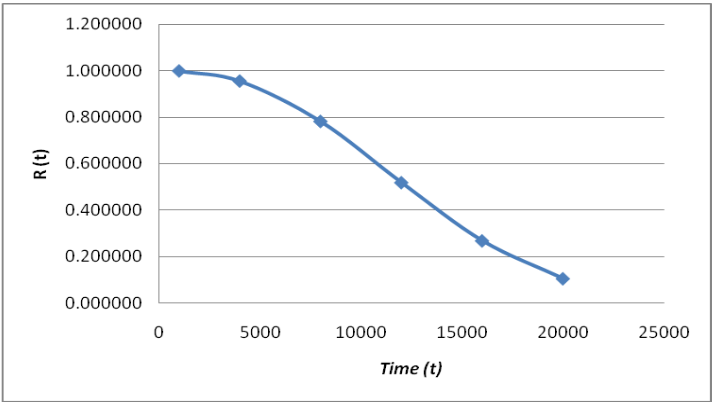
$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta}\right]$$

Dengan mengambil contoh untuk *time (t)* =8000, maka diperoleh nilai R(t) :

$$R(8000) = \exp\left[-\left(\frac{8000}{1{,}4257E + 04}\right)^{2{,}4191}\right]$$

$$R(8000) = 0{,}781026$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) = 1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara *R(t)* terhadap t, sebagai berikut :



Gambar 4.20 Grafik *R(t)* terhadap t *Main Bearing*

c. Laju kerusakan (*Failure Rate*)

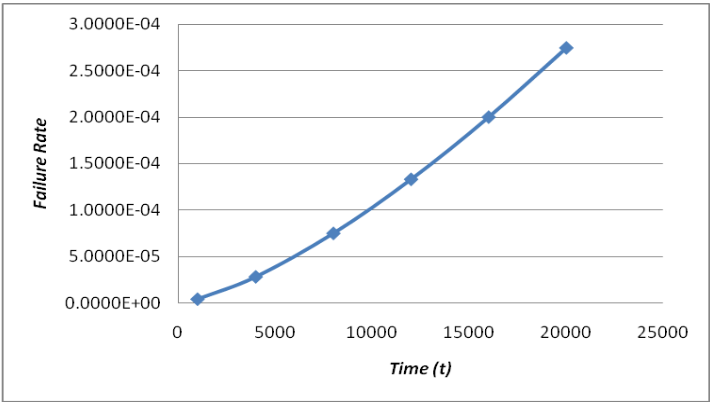
$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1}$$

Sebagai contoh untuk *time* (t) = 8000, maka nilai $\lambda(t)$ adalah:

$$\lambda(8000) = \frac{2{,}4191}{1{,}4257E+04}\left(\frac{8000}{1{,}4257E+04}\right)^{2{,}4191-1}$$

$$\lambda(8000) = 7{,}4734E-05$$

Dengan memasukkan nilai *time* (t) =1.000 sampai 20.000, diperoleh grafik hubungan antara $\lambda(t)$ terhadap t sebagai berikut:



Gambar 4.21 Grafik $\lambda(t)$ terhadap t *Main Bearing*

d. Waktu Rata-Rata Terjadi Kerusakan

$$MTTF = \eta\Gamma$$

Dimana Γ merupakan fungsi gamma yang diperoleh dari tabel tabulasi fungsi gamma dengan mencari nilai n terlebih dahulu (lihat lampiran 4). Di mana n=(1+1/β), jadi :

$$n = \left(1 + \left(\frac{1}{2,4191}\right)\right)$$

$$n = 1,4134$$

Dibulatkan menjadi 1,41. Pada tabel fungsi gamma di peroleh nilai :

$$\Gamma = 0,88676$$

Jadi MTTF = 1,4257E+04 x 0,88676

MTTF = 12.643

Dari uraian diatas, dengan mengambil contoh nilai (t) = 8.000 maka dapat ditabulasi sebagai berikut :

Tabel 4.3 Nilai *Probability of Failure*, Keandalan, *Failure Rate*, dan *MTTF* Komponen

Nama komponen	Probability Of Failure	Nilai Keandalan	Failure rate	MTTF
Inlet Valve	5,5645E-05	0,665739	8,3854E-05	12.755
Exhaust Valve	6,1152E-05	0,629006	9,7220E-05	11.303
Nozzle	5,6096E-05	0,735970	7,6220E-05	12.969
Piston	4,2801E-05	0,832118	5,1436E-05	15.099
Piston Ring	5,7791E-05	0,578026	9,9980E-05	10.953
Conrod Bearing	5,8369E-05	0,781026	7,4734-05	12.643
Main Bearing	5,8369E-05	0,781026	7,4734E-05	12.643

Dari hasil perhitungan tabel di atas, dapat diketahui bahwa nilai keandalan (R) pada saat jam putar mencapai 8000 R(8000), adalah berbeda-beda. Ini dimungkinkan disebabkan umur desain dari komponen berbeda-beda sehingga keandalan yang dicapai pada masing-masing komponen berbeda pada saat jumlah operasi yang sama ataupun bisa karena perawatan yang kurang sempurna oleh ABK, di samping itu interval dari kerusakan yang dialami komponen mempengaruhi nilai keandalan dari komponen itu sendiri.

Dari tabulasi hasil perhitungan komponen-komponen di atas didapatkan keandalan terendah pada *Piston ring* yaitu dengan nilai 0,578026 , sehingga komponen tersebut memerlukan perhatian yang khusus, mengingat fungsi dari *piston ring* adalah kritis (*critical functional*). Komponen tersebut mempunyai nilai laju kegagalan $\lambda(t)$ dan tingkat kemungkinan terjadinya kegagalan (f) yang tinggi, dan juga komponen tersebut dikategorikan dalam kegagalan aus. Sedangkan untuk keandalan tertinggi yaitu pada komponen *Piston* dengan nilai *reliability* yaitu 0,832118.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)