

KAJIAN PERENCANAAN KEBUTUHAN BRAKE ASSY PESAWAT BOEING 737-400 DI SALAH SATU PERUSAHAAN PENERBANGAN INDONESIA

Zulham Hidayat⁽¹⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak: Aktivitas jasa penerbangan berjadwal akan pernah berhadapan dengan situasi dimana kurangnya perencanaan kebutuhan komponen pendukung perawatan di store. Hal ini menyebabkan terjadinya delay pada pengoperasian pesawat udara. Kejadian delay ini akan menurunkan ON TIME PERFORMANCE dari suatu operator pesawat udara. Oleh karena itu di perlukan sebuah system pemeliharaan yang memadai agar diperoleh komponen yang handal. PT XXX merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa penerbangan. Perusahaan ini mengoperasikan 8 unit pesawat jenis Boeing 737-400. Adakalanya suatu perusahaan penerbangan terkadang berhadapan dengan situasi dimana kurangnya stok komponen pendukung perawatan Pesawat Udara. Apabila komponen yang dipesawat rusak maka dibutuhkan komponen (Spare) pengganti yang selalu harus ada di Gudang penyimpanan komponen. Komponen-komponen (sparepart) pesawat ini harganya sangat mahal dan membutuhkan waktu yang lama untuk dapat mendatangkan komponen tersebut, dikarenakan hampir semua spare pesawat adalah produk dari luar negeri sehingga untuk pengadaanya harus melakukan proses impor. Oleh karena itu diperlukan rencana yang matang dalam pengadaan sparepart pesawat udara. Penelitian ini akan menggunakan metode reliability (Kehandalan) untuk menentukan jumlah stok komponen yang harus disediakan dalam satu tahun. Komponen yang akan dianalisa dipilih berdasarkan jumlah komponen yang paling sering di ganti pada setiap tahunnya yaitu Brake. Pada pesawat Boeing 737 – 400 jumlah brake yang terpasang pada pesawat sebanyak 4 unit.

Kata Kunci: Kehandalan, Statistik, Distribusi

Abstract: *Scheduled Air Operator ever face the situation where lack of spare part in the maintenance store. This situation will cause disruption of the aircraft operation and will contribute to delay. Delay will make the on time performance of the airline trend tend to decline. So the operator should has good maintenance system resulting of high reliability of aircraft component. PT. XXX has an Indonesian air operator certificate, operate 8 Boeing 737-400. There is a situation where maintenance store lack of spare part requested by line maintenance. Normally, Spare should be available any time when there is requested from line maintenance. This Spare part component is expensive and need specific time for procurement due to import process take a time. It is need good planning for procurement of the aircraft spare part. In this research will use the reliability method for deciding amount of spare part should be available in the store in one year. It will focus on the brake assembly component. In Boeing 737-400 there is 4 brakes installed on the aircraft.*

Keyword: *Reliability, Statistics, Distribution*

Pendahuluan

PT. XXX merupakan salah satu perusahaan nasional yang bergerak di bidang jasa penerbangan berjadwal, mempunyai tugas memperlancar arus penumpang dan barang. Untuk memperlancar tugas tersebut menuntut suatu system manajemen yang baik dari berbagai unsur yang saling mempengaruhi satu dan yang lainnya, seperti operasional, pemasaran, dan perawatan. Semua unsur tersebut mempunyai efek yang besar terhadap pelayanan yang di berikan.

Perencanaan perawatan yang baik merupakan salah satu langkah agar perusahaan beroperasi secara efektif dan terhindar dari berbagai aspek kerugian seperti kerugian operasional dan kerugian akibat besarnya biaya perawatan yang ada. Salah satu langkah dalam perencanaan perawatan adalah dengan menggunakan pendekatan reliability program. Dengan program tersebut diharapkan akan mampu menganalisa dan memprediksi umur suatu komponen serta menjaga tingkat ketersediaan komponen tersebut secara optimal. PT. XXX dalam melaksanakan tugasnya menggunakan beberapa jenis pesawat udara. Salah satunya adalah pesawat boeing 737-400, yang dioperasikan sebanyak 8 pesawat.

Dalam pengoperasian pesawat tersebut terdapat beberapa penggantian komponen –komponen yang sering terjadi adalah brake, dimana umur brake ini sangat di pengaruhi oleh faktor eksternal seperti lingkungan sehingga berbeda tempat berbeda pula tingkat pergantian brake tersebut. Keterlambatan operasional yang disebabkan menunggu spare part tersebut menjadi suatu permasalahan yang mesti diselesaikan sesuai dengan akar permasalahannya.

Selama ini manajemen melakukan penentuan stok komponen hanya berdasarkan perkiraan belum berdasarkan tingkat reliabilitas dari komponen itu sendiri, sehingga apabila stok habis maka akan menghambat operasional pesawat, dan apabila terlalu banyak akan meningkatkan biaya.

Diharapkan dengan diketahuinya tingkat reliabilitas dari komponen tersebut akan mendapatkan suatu perkiraan minimum stok level dari komponen tersebut demi menjaga kelancaran operasional dan menjaga kelaikan pesawat itu sendiri.

Manajemen yang dapat memperhitungkan tingkat kehausan komponen tersebut dan memperhitungkan tingkat ketersediaan barang yang sesuai dengan utilitas umur dari komponen, akan memiliki nilai lebih dalam merencanakan perawatan pesawat udara. Tertarik dengan masalah diatas maka penulis mencoba melakukan penelitian sebagai tugas akhir pendidikan DIV Teknik Pesawat Udara dengan judul “ANALISIS PERENCANAAN KEBUTUHAN BRAKE ASSY PESAWAT BOEING 737-400 DI SALAH SATU PERUSAHAAN PENERBANGAN DI INDONESIA”

Metode

Hasil penelitian yang baik ditentukan oleh metodologi penelitian yang tersusun secara baik dan terstruktur. Pada bagian ini akan dipaparkan langkah penelitian, kajian induktif dan deduktif bahwa penelitian yang dilakukan jelas sumbernya, model yang digunakan, analisa hasil dan kesimpulan yang diambil.

Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam penelitian ini, penulis melakukan penelitian di PT. XXX yang

bertempat di Bandara Soekarno Hatta. Adapun waktu penelitian selama dua bulan.

Jenis penelitian

Jenis penelitian yang dipakai pada tugas akhir ini adalah penelitian yang bersifat kuantitatif analisis deskriptis yang menjelaskan kondisi dari suatu system dengan pengamatan yang dilakukan.

Metode Pengumpulan Data

Maksud dari pengumpulan data adalah untuk mencari data yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah yang akan diolah dari landasan teori. Cara mencari data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Metode pengumpulan data primer

Merupakan data yang diperoleh langsung dari objek yang diteliti. Untuk memperoleh data primer menggunakan metode:

a. Observasi :

Yaitu suatu usaha yang dilakukan untuk memperoleh data dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung dan pencatatan ke objek penelitian.

b. Interview:

Yaitu usaha yang dilakukan untuk memperoleh data dengan jalan mengadakan tanya jawab langsung dalam bentuk pertanyaan dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti.

2. Metode pengumpulan data sekunder

Yaitu data yang bersumber dari kepustakaan seperti literature, majalah, publikasi, bahan kuliah, serta buku-buku lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

Data-data yang diperlukan antara lain:

- a. Data umur brake assy
- b. Data sistem perawatan pesawat udara
- c. Data waktu operasional

Pengolahan Data

Data yang diperoleh kemudian diolah dengan cara:

1. Menentukan komponen kritis

Brake ditentukan sebagai komponen kritis dikarenakan :

- a. Komponen tersebut memiliki jumlah kerusakan yang paling tinggi.
- b. Komponen tersebut memiliki *downtime* yang tinggi.
- c. Komponen merupakan komponen kritis bagi pesawat sehingga apabila komponen kritis tersebut rusak maka secara otomatis pesawat udara juga tidak akan dapat beroperasi.

2. Perhitungan *index of fit*.

Perhitungan *index of fit* dilakukan untuk menentukan distribusi yang cocok untuk model sampel. Distribusi yang dipakai adalah distribusi dengan nilai *index of fit* yang paling tinggi

3. Perhitungan parameter distribusi

Perhitungan parameter distribusi dilakukan untuk mendapatkan nilai α dan β . Nilai α dan β ini diperlukan dalam menentukan nilai dari MTTF.

4. Fungsi distribusi.

Fungsi distribusi dicari untuk menentukan nilai kehandalan dari komponen brake tersebut.

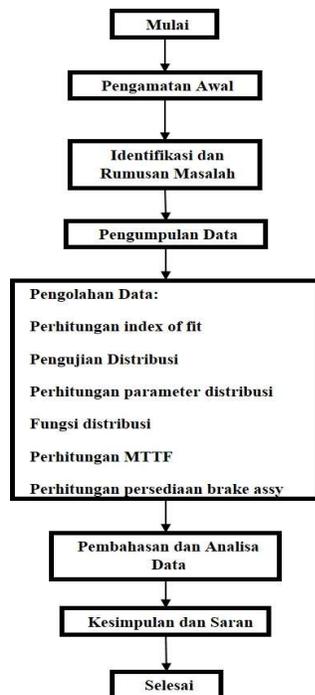
5. Perhitungan MTTF dan nilai laju kerusakan (λ)

Perhitungan MTTF dilakukan untuk mendapatkan rata-rata umur dari Brake assy. Sehingga dapat ditentukan nilai dari λ .

6. Perhitungan persediaan brake assy selama 1 tahun.

Dengan di dapatnya nilai MTTF maka jumlah spare brake selama waktu tertentu dapat diketahui dengan menggunakan nomograph.

Diagram Alur dalam penelitian ini adalah:



Pembahasan Data

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi yang di butuhkan dalam menganalisa tingkat kehandalan brake assy dan menganalisa persediaan logistic dalam proses perawatan brake assy pesawat boeing 737-400 . Adapun data data yang

dibutuhkan dalam dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data umur pemakaian brake assy pesawat boeing 737-400

Data waktu antar kerusakan atau pergantian brake assy diperoleh dari catatan harian yang ditulis oleh teknisi di “Aircraft Logbook” dari masing masing pesawat boeing 737-400 , dimana pada lembaran tersebut terdapat catatan mengenai pada cycle berapa pemasangan atau pelepasan komponen brake assy dilakukan .

Kemudian untuk mengetahui umur antar kerusakan brake assy dapat dilihat pada catatan buku harian pesawat (Aircraft Log Book) dngan cara mengurangi CSN (cycle since new) pada tanggal penggantian dengan tanggal csn pada tanggal pemasangan. Pengumpulan data umur antar pergantian brake assy pesawat boeing 737-400 tersebut lakukan secara acak dari keseluruhan data. Data Umur Brake Assy (Tabel 1).

Tabel 1 Data Umur Brake Assy

No	Serial Number	t_i (Umur dalam Cycle)
1	2708	469
2	7624P	497
3	5728	525
4	1784	546
5	3144	581
6	dst.	-

Pengolahan Data

Setelah dilakukuan pengumpulan data, langkah selanjutnya adalah pengolahan data dari hasil pengumpulan data, kemudian dari data tersebut dianalisa sesuai dengan pendekatan pendekatan yang di pakai dalam pemecahan masalah.

1. Penentuan Komponen Kritis

Penentuan komponen kritis berdasarkan pada:

- a. Komponen tersebut memiliki jumlah kerusakan yang paling tinggi.
- b. Komponen tersebut memiliki downtime yang paling tinggi.
- c. Komponen merupakan komponen kritis bagi mesin sehingga apabila komponen kritis tersebut rusak maka secara otomatis pesawat udara juga tidak akan dapat beroperasi.

Tabel 2 Data Kerusakan Beberapa komponen pesawat Boeing 737-400

No	Komponen	Frekwensi Kerusakan	Penyebab Kerusakan
1	Brake Assy	76	Worn out
2	Engine Assy	5	High EGT, Oil Leak
3	ASI Indicator	4	Flag appear
4	Oxygen Bottle	11	Low Pressure
5.	Air Cycle Machine	3	Pack Trip

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa *Brake Assy* mempunyai frekwensi kerusakan yang paling besar, juga apabila *brake failure* maka pesawat udara tersebut tidak boleh beroperasi, maka *Brake assy* di tetapkan sebagai komponen kritis.

2. Pemilihan Pola Distribusi Kerusakan

Pola distribusi kerusakan dipilih dengan melakukan pengujian terhadap distribusi normal, , eksponensial dan weibull. Pengujian pola distribusi dilakukan dengan menggunakan data selang waktu antar kerusakan tiap-tiap komponen. Pemilihan distribusi dilakukan berdasarkan nilai *goodness of fit* yang terbesar.

a. Distribusi Normal

Langkah awal adalah menghitung nilai tengah kerusakan (*median rank*).

Nilai ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$F(t) = i - 0.3 / n + 0.4$$

$$F(t) = 1 - 0.3 / 76 + 0.4 = 0.0091$$

Tabel 3 Distribusi Normal

i	t_i / X_i	F(ti)	Yi	XiYi	XiXi	Yi Yi
1	469	0.009	-2.3	-1102.	2199	5.5
2	497	0.022	-2.01	-998.9	2470	4.0
3	525	0.035	-1.81	-950.2	2756	3.2
	dst					

Sedangkan nilai $Y_i = Z_i = \Phi^{-1}(F(t_i))$ diperoleh dari tabel Standardized Normal Probabilities. Perhitungan *goodness of fit* dengan distribusi normal dapat dilihat pada table 3. Tabel 3 Tabel Distribusi Normal. Dari table 3 dapat di tentukan nilai r.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - [\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i]}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

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

$$r = \frac{76(20866.62) - [(73455)(0)]}{\sqrt{[76(78402837) - 73455^2][76(70.98) - (0)^2]}}$$

$$r = \frac{1585863.12}{1742692.37}$$

$$r = 0.91$$

b. Distribusi Eksponensial

Perhitungan *goodness of fit* dengan distribusi eksponensial dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel 4 adalah Tabel Distribusi Eksponensial.

Dari tabel dengan menggunakan formula di bawah dapat ditentukan nilai r untuk distribusi eksponensial.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - [\sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i]}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2][n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2]}}$$

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

$$r = \frac{76(94443.181) - [(73455)(74.875)]}{\sqrt{[76(78402837) - 73455^2][76(141.47) - (74.87)^2]}}$$

$$r = 0.951$$

Tabel 4 Distribusi Eksponensial

no	serial number	ti /Xi	F(ti)	1/1-F(t)	Yi	Xi.Yi	Xi.Xi	Yi.Yi
1	2708	469	0.009	1.009	0.009	4.31	219961	8.47235E-05
2	7624P	497	0.022	1.022	0.022	11.1	247009	0.000506367
3	5728	525	0.035	1.036	0.035	18.8	275625	0.001294553
	dst	.	.	.	.	.	.	..

Tabel 5 Distribusi Eksponensial

no	serial number	ti /Xi	F(ti)	1/1-F(t)	Yi	Xi.Yi	Xi.Xi	Yi.Yi
1	2708	469	6.1506	0.009	0.99	-0.01	-0.10	37.8
2	7624P	497	6.2086	0.02	0.97	-0.01	-0.10	38.5
3	5728	525	6.2634	0.03	0.96	-0.01	-0.10	39.2
	dst	.	.	.	.	.	.	.

c. Distribusi Weibull

Perhitungan *goodness of fit* dengan distribusi weibull dapat dilihat pada table 5 distribusi Weibull.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n Xi Yi - [\sum_{i=1}^n Xi \sum_{i=1}^n Yi]}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n Xi^2 - (\sum_{i=1}^n Xi)^2][n \sum_{i=1}^n Yi^2 - (\sum_{i=1}^n Yi)^2]}}$$

$$= \frac{Sx}{\sqrt{SxxSyy}}$$

$$r = \frac{76(-8.74) - [(518.8868)(-1.2802)]}{\sqrt{[76(3549.4599) - 518.8868^2][76(0.0216) - (-1.28)^2]}}$$

r = 0.953

Rekapitulasi Perhitungan goodness of fit tiap distribusi

Tabel 6 Rekapitulasi Tiap Distribusi

Distribusi	goodnes of Fit
normal	0.914
eksponensial	0.951
weibull	0.953

Setelah dilakukan perhitungan secara manual dapat dilihat hasilnya dimana *goodness of fit* yang terbesar adalah 0,953 yaitu **distribusi Weibull**. Maka dapat disimpulkan bahwa data selang waktu antar kerusakan komponen brake assy adalah berdistribusi Weibull.

Perhitungan nilai MTTF komponen brake Assy

Perhitungan MMTF brake assy dapat dilihat pada table 6 (table 6 Perhitungan MMTF).

$$b = \frac{n \sum Xi Yi - \sum Xi \sum Yi}{n \sum (Xi)^2 - (\sum Xi)^2}$$

$$= \frac{76.(-266,891) - (-42,985) (518,8)}{76(138,96) - (-42,98)^2}$$

b = **0,23** ; β = 1/b = **4,34**

$$a = \frac{\sum Yi - b \sum Xi}{n}$$

$$= (518.88 - (0.23)(-42.95))/76$$

a = **6.95**

α = exp (a)
= exp (6.95)
= **992.2**

$$MTTF = \alpha \Gamma (1 + 1/\beta)$$

$$= 992.2 \Gamma (1 + 1/ 4.34)$$

$$= **902.902 cycle**$$

Tabel 7 data R(t), F(t) dan h(t).

no	Serial number	ti (umur)	R(t)	f(t)	F(t)	h(t)
1	2708	469	0.962044546	0.000338641	0.0379555	0.000352
2	7624P	497	0.951450581	0.000406484	0.0485494	0.000427
3	5728	525	0.938819377	0.000481661	0.0611806	0.000513

Perhitungan Nilai Konsep Keandalan

Perhitungan konsep keandalan dilakukan untuk tiap distribusi yang terpilih. Adapun fungsi-fungsi dari distribusi Weibull:

1. Fungsi kepadatan probabilitas

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

2. Fungsi distribusi kumulatif

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

3. Fungsi kehandalan

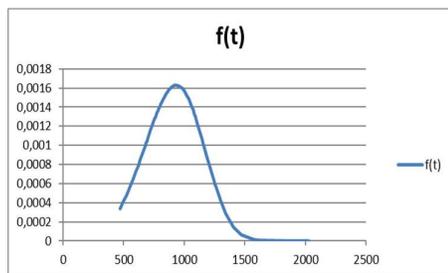
$$R(t) = \exp\left[-\left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta\right]$$

$$R(t) = 1 - F(t)$$

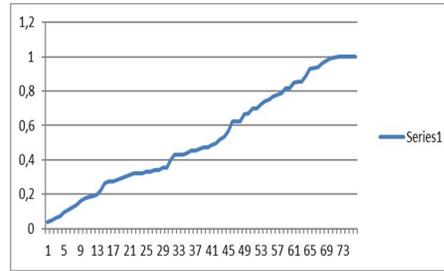
4. Fungsi laju kerusakan

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

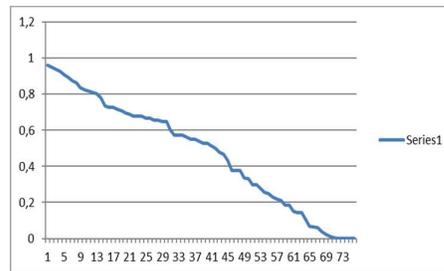
Dengan menggunakan persamaan-persamaan diatas selanjutnya dilakukan perhitungan masing-masing untuk fungsi kepadatan probabilitas, fungsi distribusi kumulatif, fungsi keandalan, dan fungsi laju kerusakan komponen *Brake assy*. Proses perhitungan dapat dilihat pada table 7. Table data R(t), F(t) dan h(t).



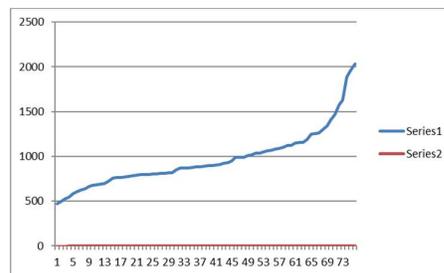
Gambar 1 Grafik Fungsi Kepadatan Probabilitas



Gambar 2 Grafik Fungsi Kepadatan Kumulatif



Gambar 3 Grafik Fungsi Kehandalan



Gambar 4 Grafik Fungsi Laju Kegagalan

Perhitungan jumlah komponen *Brake assy* dalam satu tahun

Jumlah kebutuhan komponen kritis brake assy didasarkan pada tingkat

laju penggantian atau kegagalan komponen $n(\lambda)$ dalam 1 tahun.

$$\lambda = \frac{1}{MTTF} = \frac{1}{902.902 \text{ cycle}} = 0.0011075 \text{ failure per cycle}$$

Jumlah brake assy dalam satu pesawat udara adalah 4 unit.

Dengan menggunakan Nomograph maka di dapat jumlah persediaan Brake assy selama satu tahun yaitu:

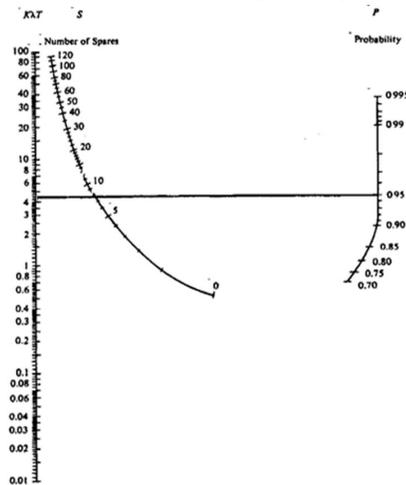
$$K = 4 \times 8 = 32$$

Operator tersebut mengoperasikan sebanyak 8 pesawat. Dengan Asumsi Pesawat Udara beroperasi rata rata 7 cycle per hari

$$\lambda = 0.0011075 \text{ failure per cycle}$$

$$T = 7 \times 30 \times 12 = 2520 \text{ (selama 1 tahun)}$$

Dengan menggunakan nomograph maka didapat untuk confidence level 90 % dibutuhkan Brake assy sebanyak **101**.



Gambar 2 Monograph

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Dari hasil pengolahan data didapatkan umur rata-rata dari Brake Assy (MTTF) sebesar 902.902 cycle.

2. Laju kerusakan Brake assy mempunyai trend naik . Distribusi yang mewakili pola persebaran usia pakai (Lifetime) brake assy adalah distribusi Weibull. Dua parameter dengan parameter $\alpha = 992.2$ dan parameter $\beta = 4,34$.
3. Dengan menggunakan nomograph diatas maka didapat untuk confidence level 90 persen dibutuhkan Brake assy sebanyak **101 ea**.

Saran

Saran yang diberikan dalam penelitian ini adalah :

1. Hasil analisis pompa akan lebih akurat apabila data waktu antar kerusakan yang digunakan lebih banyak, sehingga disarankan dalam penelitian mendatang menggunakan data dengan rentang waktu yang lebih panjang.
2. Informasi yang berkaitan dengan perbaikan pompa tidak disertai dengan biaya-biaya yang mendukung, sehingga diharapkan dalam penelitian mendatang informasi biaya biaya yang mendukung dapat ditampilkan.

Daftar Pustaka

- Assauri, Sofjan, *Manajemen Produksi, Edisi ke IV*, LPFE Universitas Indonesia, Jakarta, 1993.
- Corder, Antony & Kusnul, Hadi, *Teknik Manajemen Pemeliharaan*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1996
- Govil, A. K, *Realibility Engineering*, Mc. Graw Hill Publishing Co, New Delhi, 1993
- Higgins, Lindley R, *Maintenance Engineering Handbook*, Fourth Edition, McGraw Hill Book Company, New York, 1987.
- Kapur, K dan Lamberson L R, *Reliability In Engineering Design*, John Wiley and Sons, Inc, Canada, 1977.