

INVENTORY MANAGEMENT PLANNING OF LOW PRESSURE FILTER WEB (LPFW) ON KT1-BEE AIRCRAFT BASED ON RELIABILITY COMPONENT

Fajar Khanif Rahmawati
Program Studi Teknik Dirgantara
Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
Jl. Janti Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta
fajar.khanif@gmail.com

Abstract

Low pressure filter web (LPFW) is one of the components on KT1-Bee aircraft that has been damaged 18 times during March 2016 to April 2017. The LPFW damage that occurred must be anticipated by planning the inventory of components, so when the same damage happens, it can be replaced immediately. Life limit of LPFW by manufacturer is 375FH. However, from the calculation with the Weibull distribution it showed the Mean Time Between Failure (MTBF) only reaches 347,248FH. MTBF values that are smaller than the life limit component require early inventory planning. Through the Poisson distribution with a confidence level of 70%, the value of $x = 5$ is obtained. Then if the value is calculated in the recommendation based on the passion distribution with $x-1$, it will reach 4. From these results, the recommendation of the number of LPFW spare parts that must be prepared to avoid unserviceable aircraft is 4ea.

Keyword: LPFW, inventory planning, MTBF, spare

Abstrak

Pada pesawat KT1-Bee, *Low pressure filter web* (LPFW) adalah salah satu komponen yang mengalami kerusakan sebanyak 18 kali dalam kurun waktu Maret 2016 s/d April 2017. Kerusakan LPFW yang terjadi harus diantisipasi dengan perencanaan persediaan komponen agar ketika terjadi kerusakan komponen bisa segera dilakukan penggantian. LPFW memiliki batas usia yang telah ditentukan oleh manufaktur yaitu 375FH. Akan tetapi dari perhitungan dengan distribusi Weibull diperoleh rata – rata usia pemakaiannya atau disebut *Mean Time Between Failure* (MTBF) hanya mencapai 347,248FH. Nilai MTBF yang lebih kecil dari batas usia yang ditentukan, mengharuskan adanya perencanaan persediaan lebih awal. Melalui distribusi Poisson dengan *confidence level* 70% diperoleh nilai $x=5$. Kemudian jika dimasukkan kedalam rekomendasi berdasarkan distribusi passion dengan $x-1$, maka diperoleh nilai 4. Dari hasil tersebut maka rekomendasi jumlah komponen yang harus dipersiapkan untuk menghindari terjadinya *unserviceable* pesawat adalah sebanyak 4 unit komponen *Low pressure filter web* (LPFW) yang harus selalu tersedia di bagian logistik.

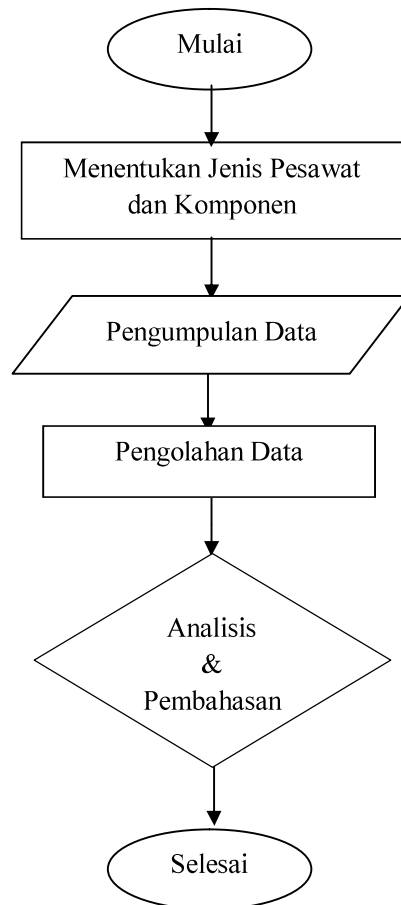
Kata Kunci : LPFW, perencanaan persediaan, MTBF, komponen

1. Latar Belakang

Alat transportasi udara saat ini menjadi salah satu moda transportasi yang banyak diminati oleh masyarakat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik dalam publikasi Statistik Transportasi Udara tahun 2017, perkembangan pengguna jasa transportasi udara baik penumpang ataupun pengiriman barang terus mengalami peningkatan dari tahun 2013 sampai dengan 2017. Semakin meningkatnya minat pengguna jasa transportasi udara, maka

setiap operator penyedia jasa harus memperhatikan ketersediaan armada yang mereka operasikan. Kondisi ini tidak hanya berlaku pada operator penerbangan sipil, akan tetapi juga berlaku pada penerbangan militer, khususnya TNI AU. Penerbangan yang dilakukan oleh militer, seringkali mengemban misi yang sangat penting seperti dalam pelaksanaan evakuasi bencana. Untuk dapat melaksanakan misi tersebut, pihak TNI AU harus memiliki personel yang ahli dalam pengoperasian armada. Hal ini didukung dengan adanya misi penerbangan latihan untuk menghasilkan penerbang – penerbang yang baik dan berpengalaman. Dalam setiap misinya, TNI AU harus pula didukung dengan ketersediaan armada agar misi dapat terlaksana sesuai tujuan. Ketersediaan armada pesawat sangat dipengaruhi oleh kelaikan pesawat tersebut. Pesawat yang mengalami kerusakan baik dari sistem ataupun komponen, maka tidak dapat dikatakan laik untuk operasikan sebelum dilakukan perbaikan.

Demi mendukung ketersediaan armada pesawat, salah satu upaya yang harus dilakukan adalah dengan perencanaan dan pelaksanaan perawatan pesawat yang sesuai dengan *Maintenance Manual* dan regulasi. Sehingga pesawat selalu dalam kondisi *serviceable* untuk dioperasikan dan memenuhi ketentuan kelaikan udara. Perawatan pesawat sebagai upaya menjaga kondisi pesawat untuk tetap laik, memerlukan upaya perencanaan terutama dalam penyediaan komponen pengganti. Kerusakan komponen sering kali terjadi sebelum masa usianya habis, sebagaimana data yang ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan *Maintenance Manual* Pesawat KT1-Bee komponen LPFW memiliki usia 375FH [4], akan tetapi beberapa kerusakan sudah terjadi sebelum komponen mencapai 375FH. Kerusakan ini menyebabkan komponen *failed* dalam pengoperasiannya dan pesawat dalam kondisi *Aircraft On Ground* (AOG).



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Dampak dari ketidaktersediaannya komponen dalam perawatan pesawat terbang mengakibatkan armada tidak siap dioperasikan. Sehingga perlu adanya upaya manajemen perencanaan *Low pressure filter web* (LPFW) untuk mendukung penyediaan komponen. Perencanaan yang dilakukan adalah meliputi analisa keandalan komponen, sehingga dapat diketahui usia komponen dalam kondisi lapangan, kemudian dilaksanakan perencanaan persediaan komponen.

2. Metodologi Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian ini sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1. Penjelasan mengenai flowchart penelitian adalah sebagai berikut :

- Mulai, adalah tahap menentukan latar belakang pengambilan tema penelitian dan merumuskan rumusan masalah.
- Menentukan jenis pesawat dan komponennya, adalah tahap menentukan jenis pesawat dan komponen yang akan dijadikan objek penelitian. Dalam penelitian ini jenis pesawat yang digunakan untuk objek penelitian adalah KT1-Bee, dan komponennya adalah *Low pressure filter web* (LPFW).
- Pengumpulan data meliputi:
 - Data Utilisasi penerbangan pesawat KT1-Bee yaitu data penggunaan jam terbang pertahun dari mulai April 2016 sampai dengan Maret 2017. Data Komponen, adalah data jam terbang pesawat KT1-Bee pada saat komponen *Low pressure filter web* (LPFW) dipasang dan pada saat dilepas karena adanya kerusakan.
- Pengolahan data, dilakukan dengan 2 (dua) distribusi, yang pertama adalah dengan menggunakan distribusi weibull untuk mengetahui usia rata – rata pemakaian komponen *Low pressure filter web* (LPFW) pada pesawat KT1-Bee. Selanjutnya data diolah dengan menggunakan distribus poisson untuk menentukan *stock level* komponen *Low pressure filter web* (LPFW).
- Analisa dan Pembahasan, merupakan tahap menganalisa hasil pengolahan data dengan membandingkan usia rata – rata terhadap batasan usia yang telah ditentukan oleh manufaktur, dan menganalisa hasil *stock level* untuk keperluan keseluruhan pesawat KT1-Bee yang beroperasi di Skatek 043.
- Selesai, merupakan tahap memberikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

2.1 Prinsip Kerja Sistem

Data kerusakan komponen *Low pressure filter web* (LPFW) merupakan kerusakan yang terjadi pada 12 pesawat KT1-Bee di skatek 043 dalam kurun waktu April 2016 s/d Maret 2017, sebagaimana tercantum pada Tabel 1. *Low pressure filter web* (LPFW) merupakan salah satu bagian dari komponen pesawat KT1-Bee, memiliki fungsi menjaga *hydraulic fluid* agar tetap bersih dari *Foreign Object Debris* (FOD). Komponen ini terletak didalam *power pack* terinstal diantara *engine* dan *wings* pesawat KT1-Bee. *Power pack* sendiri bagian dari *hydraulic system*, berfungsi membantu menggerakkan *hydraulic fluids* dengan bantuan komponen-komponen lainnya yaitu *engine*, *selector manifold*, *emergency shutoff valve* dan *sampling valve* [4].

Tabel 1. Data Kerusakan Komponen LPFW

A/C Reg.	Date	Removal (F/H)
LL-0104	26/11/2016	295,25
LL-0105	04/08/2016	396,08
LL-0105	16/03/2017	302,33
LL-0106	27/09/2016	373,75
LL-0109	07/10/2016	308,00
LL-0110	19/04/2016	346,42
LL-0110	24/10/2016	374,67
LL-0111	25/08/2016	355,92
LL-0111	03/03/2016	362,33
LL-0112	21/11/2016	388,08
LL-0113	22/08/2016	370,75
LL-0114	27/06/2016	260,58
LL-0114	02/02/2017	359,17
LL-0115	20/05/2016	361,00
LL-0115	09/02/2017	374,92
LL-0116	13/04/2016	352,25
LL-0116	08/07/2016	356,50
LL-0117	29/07/2016	322,17

Pesawat KT1-Bee yang dioperasikan oleh Skatek 043 dalam kurun waktu Maret 2016 s/d April 2017 sebagaimana tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Jam Terbang Pesawat KT1-Bee

No.	A/C Reg.	Bulan	Durasi (F/H)
1.	LL-0104	April 2016 - Maret 2017	522,42
2.	LL-0105	April 2016 - Maret 2017	328,17
3.	LL-0106	April 2016 - Maret 2017	703,00
4.	LL-0109	April 2016 - Maret 2017	451,08
5.	LL-0110	April 2016 - Maret 2017	455,58
6.	LL-0111	April 2016 - Maret 2017	609,25
7.	LL-0112	April 2016 - Maret 2017	897,83
8.	LL-0113	April 2016 - Maret 2017	762,83
9.	LL-0114	April 2016 - Maret 2017	519,75
10.	LL-0115	April 2016 - Maret 2017	623,67
11.	LL-0116	April 2016 - Maret 2017	1033,08
12.	LL-0117	April 2016 - Maret 2017	777,75
Total Jam Terbang			7684,42
<i>Mean</i> (Rata-rata) jam terbang pesawat/tahun			640,37
<i>Mean</i> (Rata-rata) jam terbang pesawat/bulan			53,36

Metode yang digunakan peneliti dalam melakukan analisa kehandalan adalah dengan distribusi weibull. Sedangkan untuk analisa persediaan komponen peneliti menggunakan

pendekatan distribusi poisson. Kedua metode tersebut dalam perhitungannya dibantu dengan software Microsoft Excel.

Pengolahan data dengan distribusi Weibull terlebih dahulu menentukan rank dan median rank dari data sehingga diperoleh nilai x dan y . Selanjutnya persamaan (1) digunakan untuk menentukan *mean time between failure* (MTBF) sebuah komponen.

$$\text{MTBF: } (\alpha * \Gamma(1+1/\beta)) \quad (1)$$

Dimana:

α : *Characteristic Life*

β : *Shape Parameter*

Γ : *Gamma In*

Intercept (b) : $-(\beta * \ln \alpha)$

Sehingga nilai alfa (α) adalah sebagaimana pada persamaan (2).

$$\alpha = e^{-(b/\beta)} \quad (2)$$

Low pressure filter web (LPFW) merupakan komponen yang dapat digunakan kembali setelah dilaksanakan *overhaul*. Melalui pendekatan distribusi poisson, diharapkan jumlah kegagalan yang terjadi dapat diantisipasi dengan adanya jumlah ketersediaan komponen. Untuk menghitung *stock level* komponen *Low pressure filter web* (LPFW) sehingga dapat mengkompensasi item yang sedang dalam proses *repair* dituliskan dalam persamaan (3).

$$\lambda t = \frac{1}{\text{MTBF}} \quad \lambda t = \frac{A \times N \times M \times RT}{\text{MTBF}} \quad (3)$$

Dengan, A = Jumlah item yang terpasang pada setiap pesawat

N = Jumlah pesawat (*fleet size*)

M = Rata – rata utilisasi pesawat perbulan

RT = Jangka waktu perbaikan komponen

Setelah kita ketahui nilai *confidence levelnya* (P) kita gunakan jumlah yang direkomendasikan yaitu dengan rumus $n-1$, sehingga diperoleh jumlah *spare part* yang dibutuhkan dengan menghitung probabilitas melalui persamaan (4).

$$P = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{((\lambda t)^k e^{-\lambda t})}{k!} = e^{-\lambda t} [1 + \lambda t + \dots + ((\lambda t)^{n-1}) / (n-1)!] \quad (4)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan alat bantu Microsoft Excel dengan menggunakan 18 data kerusakan komponen *Low pressure filter web* (LPFW) pada pesawat KT1-Bee dalam kurun waktu April 2016 s/d Maret 2017. Sebelum menghitung kehandalan komponen terlebih dahulu dilakukan penentuan variabel x dan y , sebagaimana diperoleh pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan variabel X dan Y

TTF	RANK	MEDIAN RANKS	1/(1-MR)	ln(ln(1/(1-MR)))	ln(TTF)
				Y	X
260,58	1	0,038043478	1,039548	-3,249695277	5,562923
295,25	2	0,092391304	1,101796	-2,333642983	5,687822
302,33	3	0,14673913	1,171975	-1,840802966	5,71153
308,00	4	0,201086957	1,251701	-1,493865448	5,7301
322,17	5	0,255434783	1,343066	-1,220933047	5,775069
346,42	6	0,309782609	1,448819	-0,992230882	5,847642
352,25	7	0,364130435	1,57265	-0,792389069	5,864341
355,92	8	0,418478261	1,719626	-0,612292022	5,874697
356,50	9	0,472826087	1,896907	-0,445935947	5,876334
359,17	10	0,527173913	2,114943	-0,288979395	5,883787
361,00	11	0,581521739	2,38961	-0,137963674	5,888878
362,33	12	0,635869565	2,746269	0,010191033	5,892565
370,75	13	0,690217391	3,22807	0,158613128	5,915528
373,75	14	0,744565217	3,914894	0,310999219	5,923587
374,67	15	0,798913043	4,972973	0,472511635	5,926037
374,92	16	0,85326087	6,814815	0,651855749	5,926704
388,08	17	0,907608696	10,82353	0,867823929	5,96122
396,08	18	0,961956522	26,28571	1,184491961	5,981625

Nilai x dan y yang diperoleh kemudian digunakan sebagai variabel dalam perhitungan distribusi weibull. Adapun hasil pengolahan datanya sebagaimana pada Tabel 4.

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,976206428
R Square	0,95297899
Adjusted R Square	0,950040177
Standard Error	0,260260534
Observations	18

ANOVA

	<i>Df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	21,96483719	21,96483719	324,2734	4,79412E-12
Residual	16	1,083768725	0,067735545		
Total	17	23,04860592			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-61,10620622	3,363830275	18,1656627	4,19E-12	68,23720785	-53,9752046
X Variable 1	10,35974009	0,57529842	18,0075935	4,79E-12	9,140161923	11,57931826

Hasil perhitungan pada *summary output*, data yang diperlukan adalah nilai *R Square*, *intercept* yang kemudian nilainya akan menjadi **b** dan *X variable 1* yang kemudian nilainya akan menjadi **β** (*shape parameter*).

Nilai-nilai dari *summary output* akan digunakan untuk menghitung MTBF komponen. Pada Tabel 4 jika nilai R (koefisien determinasi) mendekati 1 maka korelasi masing-masing parameter dekat dan benar, namun sebaliknya jika nilai R jauh dari 1, berarti korelasi antara masing-masing parameter jauh, sehingga dianggap salah dan distribusi weibull tidak bisa digunakan. Nilai R pada hasil perhitungan adalah 0,95297899 yang artinya nilai R mendekati 1 dan perhitungan MTBF dapat dilakukan. Hasil dari perhitungan MTBF sebagaimana pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan MTBF

Slope β	Intercept (b) = $-(\beta \cdot \ln \alpha)$	A	MTBF
10,35974009	-61,10620622	364,464966	347,2476195

Dari Tabel 5 diperoleh MTBF sebesar 347,248FH, yang menunjukkan usia rata – rata komponen *Low pressure filter web* (LPFW) pada pesawat KT1-Bee berdasarkan data kondisi lapangan dalam kurun waktu April 2016 s/d Maret 2017. Hasil MTBF lebih rendah dari usia komponen, hal ini terdapat korelasi dengan data lapangan pada Tabel 1, yang menunjukkan bahwa komponen sering mengalami kegagalan sebelum mencapai batas usianya.

Komponen LPFW pada pesawat KT1-Bee telah memiliki upaya *preventive maintenance*. Sebagaimana telah disebutkan dalam *Maintenance Manual* bahwa komponen ini memiliki batas usia 375FH [4]. Batas usia yang ditentukan merupakan batas usia dimana komponen diharapkan belum mengalami kerusakan sampai dengan usia tersebut. Akan tetapi kondisi di lapangan seringkali dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti kondisi pemakaian serta penanganan, baik dalam perawatan ataupun penyimpanan di gudang. Kerusakan yang terjadi sebelum batas usianya, menyebabkan terjadinya *unscheduled maintenance* atau perawatan yang tidak direncanakan sehingga memerlukan upaya penanganan *corrective maintenance*. *Corrective maintenance* merupakan upaya kebijakan *maintenance* untuk memperbaiki sistem ataupun komponen yang telah mengalami kegagalan [5].

Rata – rata usia komponen *Low pressure filter web* (LPFW) pada pesawat KT1-Bee yang lebih singkat dari usia yang telah ditentukan manufaktur, berpengaruh pada perencanaan persediaan komponen *Low pressure filter web* (LPFW). Karena dengan usia yang lebih cepat, maka kebutuhan komponen juga akan mengalami peningkatan. Hasil analisa persediaan komponen dengan perhitungan rumus 3, diperoleh :

$$\lambda t = \frac{1ea \text{ LPFW} \times 12 \text{ Aircraft} \times (53,36 \text{ FH/Aircraft/month}) \times (1\text{month})}{342,24}$$

$$\lambda t = 1,84$$

Setelah mendapatkan hasil jumlah kegagalan dalam waktu (λt), selanjutnya digunakan rumus perhitungan distribusi poisson pada persamaan 4 untuk menentukan probabilitas kebutuhan komponen *Low pressure filter web* (LPFW) dengan dengan *confidence level* 70%.

Pemilihan batas *confidence level* 70% adalah dikarenakan ketersediaan armada di Skatek 043 yg cukup banyak yaitu 12 armada, dan tidak semua armada dioperasikan dalam waktu bersamaan, sehingga ketika terjadi kerusakan masih tersedia armada yang bisa dioperasikan untuk menjalankan misi penerbangan latih. Selain itu dari hasil perhitungan distribusi poisson, probabilitas mengalami nilai stabil pada angka $\pm 70\%$ sampai dengan $x = 36$, sehingga pada nilai $x = 5$ sudah terjadi kestabilan *stock level* untuk komponen *Low pressure filter web* (LPFW) . Adapun hasil perhitungannya adalah sebagai berikut :

- Untuk $x = 0$ spare, $P = \exp(-1,84) = 0.158 = 15,8\% < 70\%$
- Untuk $x = 1$ spare, $P = 0.158(1 + 0,158) = 0,184 = 18,4\% < 70\%$
- Untuk $x = 2$ spare, $P = 0.158(1,158 + 1,693) = 0,452 = 45,2\% < 70\%$
- Untuk $x = 3$ spare, $P = 0.158(2,851 + 1,038) = 0.618 = 61,8\% < 70\%$
- Untuk $x = 4$ spare, $P = 0.158(3,889 + 0,477) = 0,694 = 69,4\% < 70\%$
- Untuk $x = 5$ spare, $P = 0.158(4,366 + 0,176) = 0,717 = 72,1\% > 70\%$

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai $x=5$ karena hasil probabilitas persediaan sudah melebihi 70%. Kemudian jika dimasukkan kedalam rekomendasi berdasarkan distribusi poisson adalah dengan $x-1$, maka $5-1 = 4$. Dari hasil tersebut maka rekomendasi jumlah *spare part* yang harus dipersiapkan untuk menghindari terjadinya *Aircraft on ground* (AOG) adalah sebanyak 4 *spare Low pressure filter web* (LPFW) yang harus selalu tersedia di bagian logistik untuk 12 armada pesawat yang dioperasikan di Skatek 043.

4. Kesimpulan

Dari pengolahan data yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan :

1. Kehandalan komponen *Low pressure filter web* (LPFW) selama kurun waktu April 2016 s/d Maret 2017 diperoleh nilai rata – rata usia *serviceable* nya yaitu 347,248FH yang diperoleh melalui perhitungan MTBF .
2. Perencanaan persediaan *spare part Low pressure filter web* (LPFW) berdasarkan data kehandalan komponen *Low pressure filter web* (LPFW) pada April 2016 s/d Maret 2017, dengan pendekatan distribusi poisson diperoleh 4 unit *spare* yang harus selalu tersedia untuk mensupport penerbangan pesawat KT1-Bee.

Daftar Pustaka

- [1] Abernethy R. B, 2006, *The New Weibull Handbook*, edisi ke5, North Palm Beach, Florida
- [2] Alwie. Alfino, 2016, *Reliability Centered Maintenance*, Handal, Jakarta.
- [3] Al Banna. Hilmy., 2018, Perencanaan Penggantian dan Persediaan Hard Time Component Pesawat KT-1B Woong Bee Menggunakan Metode Mean Time Between Removal, STT Adisutjipto, Yogyakarta.
- [4] Harinaldi, 2005, Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, Erlangga, Jakarta
- [5] JFukuda, 2008, online: [https:// www. geocities. ws/riekonissi / spareparts.pdf](https://www.geocities.ws/riekonissi/spareparts.pdf)/ diakses 03 Januari 2019
- [6] Korean Aerospace Industry (KAI), 2007, Technical Manual (T.O) 1T-KT1B-1 Rev. A, Tentara Nasional Indonesia Angkatan Udara.
- [7] Kinnison A, Harry dan Siddiqui, T., 2004, *Aviation Maintenance Manajemen 2nd Edition*, The Mc Graw-Hill, New York.

- [8] Kurniawan, F., 2013, Teknik dan Aplikasi Manajemen Perawatan Industri, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [9] Pratt & Whitney Canada, P&WC PT6A-Small Series Maintenance Training Manual, Canada.
- [10] Pujawan, I.N., 2017, Supply Chain Management Edisi 3, Andi, Yogyakarta.