

ANALISIS SISTEM PERAWATAN KOMPONEN *GENERATOR STARTER* PADA MESIN PESAWAT DI PT XYZ

(Analyzing The Maintenance System for Generator Starter Component on Aircraft Engines in PT XYZ)

Ni Made Sudri*, Bendjamin Ch. Nendissa, Yuli Herawati

Program Studi Teknik Industri
Institut Teknologi Indonesia
*msud_iti@yahoo.com

Abstrak

Pemeliharaan terencana dan penerapan pencegahan menjadi sangat penting pada mesin pesawat sehingga kegagalan operasi dapat dicegah. Dari studi kasus pada PT XYZ dapat ditemukan bahwa *generator starter* pada mesin memiliki fungsi penting untuk pengaktifan sepanjang operasi. Komponen *short brush* mempunyai frekuensi kerusakan tertinggi di antara komponen-komponen yang ada di dalam *starter generator* sekitar 63,16%. Hasil uji Mann menyatakan waktu rata-rata bagian kegagalan *short brush* terdistribusi Weibull dengan nilai MTTF 329,674. Agar keandalan mesin tersebut terjaga maka disarankan untuk melakukan perawatan rutin dan penggantian komponen yang kritis sebelum waktu MTTF, serta perlu dipersiapkan suku cadang yang sesuai standar perawatan.

Kata Kunci: perawatan terencana, reliabilitas teknik, MTTF

Abstract

The implementation of planned and preventative maintenance is essential to the operation of aircraft engines so that failures can be prevented. The case study in PT XYZ reveals that the engine starter generator has an important function for the activation during the operation. The short brush component has the highest damage frequency among other components in the starter generator (approximately 63.16%). The Mann test results claimed that the failure of short brush was Weibull distributed with MTTF value of 329.674. In order to maintain the reliability of the machine, it is suggested that performing routine maintenance and replacing critical components prior to the MTTF should be done. Spare parts need to be prepared with an appropriate standard of care.

Keywords: predictive maintenance, reliability engineering, MTTF

1. PENDAHULUAN

Perawatan dalam suatu usaha jasa angkutan udara dilakukan untuk meningkatkan kualitas pelayanan yang ditawarkan. Perawatan merupakan kegiatan yang dikerjakan untuk mempertahankan kondisi komponen dan peralatannya agar tetap dalam kondisi siap operasi dimana kegiatan tersebut meliputi, kegiatan inspeksi, reparasi, *overhaul*, *service*, modifikasi, dan penggantian komponen. Faktor utama yang mempengaruhi keandalan adalah sistem perawatan, dimana definisi dari perawatan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga suatu fasilitas/peralatan dan mengadakan perbaikan/penggantian yang diperlukan agar kondisi operasi dapat berjalan memuaskan

sesuai dengan rencana yang ditetapkan. *Generator starter* pada mesin pesawat mempunyai peranan penting untuk menghidupkan mesin sehingga diperlukan perawatan rutin dan pencegahan untuk menjaga keandalan mesin pesawat.

2. KEANDALAN DAN PERAWATAN

2.1 Pengertian Keandalan

Keandalan adalah kemungkinan suatu bagian mesin atau produk dapat berfungsi secara baik dalam waktu tertentu yang berhubungan dengan peluang tingkat keyakinan bahwa suatu peralatan atau komponen akan melakukan fungsinya tanpa mengalami masalah atau kerusakan pada waktu keadaan operasi yang tetap dilaksanakan pada periode waktu yang digunakan [1]. Berdasarkan definisi keandalan sangat berhubungan erat dengan empat parameter sebagai berikut:

- 1) Performansi standar: menyatakan kemampuan dari suatu peralatan untuk memenuhi tugas yang diberikan. Dalam beberapa hal penurunan performansi masih diizinkan sampai tingkat toleransi tertentu, dimana sebagai pembatasnya adalah pemenuhan permintaan atas sistem secara keseluruhan.
- 2) Waktu: keandalan adalah suatu konsep yang selalu berdasarkan pada masalah peluang, dimana suatu peralatan atau komponen akan selalu berfungsi secara maksimum selama periode waktu tertentu.
- 3) Peluang: parameter ini menunjukkan kualitas suatu sistem untuk mempertahankan performansi standarnya.
- 4) Kondisi lingkungan: kadangkala suatu komponen dihadapkan dengan faktor tertentu yang dapat mempengaruhi suatu kerusakan, seperti temperatur, getaran, zat kimia, dan lain sebagainya.

2.2 Perawatan

2.2.1 Perawatan Tak Terencana (*Unplanned Maintenance*)

Yang termasuk perawatan tak terencana adalah perawatan yang tidak direncanakan terlebih dahulu, disebabkan peralatan dan fasilitas produksi tidak memiliki rencana serta jadwal perawatan. Kegiatan perawatan ini disebut juga perawatan darurat (*breakdown maintenance*) atau *emergency maintenance* [2].

2.2.2 Perawatan Terencana (*Planned Maintenance*)

Perawatan terencana merupakan suatu kegiatan perawatan yang mempunyai dasar pada rencana yang telah disusun dan dilaksanakan serta didokumentasikan dengan dasar orientasi ke masa depan [3], [4]. Perawatan terencana dapat dibagi menjadi dua aktivitas, yaitu:

- Perawatan pencegahan (*preventive maintenance*)
Dalam perawatan pencegahan terdapat unsur untuk menjaga agar komponen tidak mengalami kerusakan yang berat secara tiba-tiba. Perawatan pencegahan merupakan kegiatan yang direncanakan, terdiri dari pemeriksaan, pelumasan, dan penggantian suku cadang. Begitu juga aktivitas pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala atau dalam jangka waktu tertentu.
- Perawatan Perbaikan (*corrective maintenance*)
Kegiatan perawatan yang sudah direncanakan berupa penggantian komponen yang sudah habis masa berlakunya terhadap waktu atau jam pemakaianya, juga penggantian suku cadang yang telah lewat usia pakainya.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan adalah:

- 1) Menentukan komponen kritis pada *generator starter*.
- 2) Mendapatkan waktu rata-rata kerusakan komponen *generator starter*.
- 3) Memperoleh laju kerusakan dan menentukan keandalan komponen.
- 4) Merencanakan perawatan/penggantian komponen yang kritis.

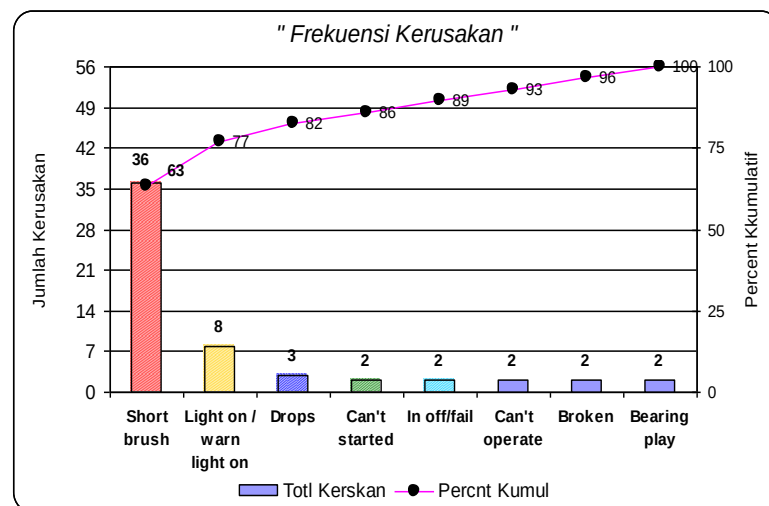
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Jenis Kerusakan Komponen *Generator Starter*

Data kerusakan *generator starter* dapat terjadi oleh beberapa jenis penyebab yang dikelompokkan sesuai dengan jenis kerusakan seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data rekapitulasi kerusakan komponen *generator starter*

No.	Jenis Kerusakan	Total Kerusakan	Frekuensi Kerusakan Kumulatif	Persentase Kerusakan	Persentase Kumulatif
1	<i>Short brush</i>	36	36	63.16	63.16
2	<i>Light on</i>	8	44	14.04	77.19
3	<i>Drops</i>	3	47	5.26	82.46
4	<i>Can't started</i>	2	49	3.51	85.96
5	<i>In off/fail</i>	2	51	3.51	89.47
6	<i>Can't operate</i>	2	53	3.51	92.98
7	<i>Broken</i>	2	55	3.51	96.49
8	<i>Bearing play</i>	2	57	3.51	100.00
	TOTAL	57			



Gambar 1. Diagram pareto frekuensi kerusakan komponen *generator starter*

Penentuan komponen kritis didasarkan terhadap banyaknya jumlah kerusakan yang dialami oleh komponen tersebut [5]. Komponen *short brush* mempunyai frekuensi kerusakan tertinggi di antara komponen-komponen yang ada di dalam

starter generator, sebanyak 36 kali kerusakan dengan persentase kerusakan 63.16 % sehingga komponen *brush* dinyatakan sebagai komponen kritis.

Tabel 2. Tabel *array* kerusakan karena *short brush* dari usia pakai terendah sampai tertinggi

No.	Jam Dipasang	Jam Dilepas	Usia Pakai	Sebab Rusak
01	6514.52	6528.35	13.83	<i>Short Brush</i>
02	8461.44	8509.51	48.07	<i>Short Brush</i>
03	4851.56	4915.15	63.59	<i>Short Brush</i>
04	6452.92	6528.5	75.58	<i>Short Brush</i>
05	4219	4301.91	82.91	<i>Short Brush</i>
06	1304.81	1390.3	85.49	<i>Short Brush</i>
07	6291.93	6379.01	87.08	<i>Short Brush</i>
08	4953.76	5050.34	96.58	<i>Short Brush</i>
09	1097.86	1197.91	100.05	<i>Short Brush</i>
10	1096.95	1203.65	106.7	<i>Short Brush</i>
11	4589.12	4707.88	118.76	<i>Short Brush</i>
12	4297.16	4416.95	119.79	<i>Short Brush</i>
13	6033.48	6175.98	142.5	<i>Short Brush</i>
14	3897.86	4050.11	152.25	<i>Short Brush</i>
15	5803	5982.98	179.98	<i>Short Brush</i>
16	4606.89	4793.03	186.14	<i>Short Brush</i>
17	2109.27	2339.07	229.8	<i>Short Brush</i>
18	7685.76	7959.03	273.27	<i>Short Brush</i>
19	2561.31	2842.43	281.12	<i>Short Brush</i>
20	5383.11	5668.28	285.17	<i>Short Brush</i>
21	3592.79	3894.74	301.95	<i>Short Brush</i>
22	3541.09	3844.45	303.36	<i>Short Brush</i>
23	4050.61	4354.53	303.92	<i>Short Brush</i>
24	2530.15	2855.57	325.42	<i>Short Brush</i>
25	7025.93	7406.27	380.34	<i>Short Brush</i>
26	7683.34	8085.94	402.6	<i>Short Brush</i>
27	2056.15	2531.97	475.82	<i>Short Brush</i>
28	5524.1	6016.54	492.44	<i>Short Brush</i>
29	7559.03	8119.8	560.77	<i>Short Brush</i>
30	5820.59	6440.65	620.06	<i>Short Brush</i>
31	3592.79	4297.16	704.37	<i>Short Brush</i>
32	4243.43	4952.97	709.54	<i>Short Brush</i>
33	4745.53	5460.65	715.12	<i>Short Brush</i>
34	2994.28	3870.29	876.01	<i>Short Brush</i>
35	6722.33	7668.25	945.92	<i>Short Brush</i>
36	5050.34	6023.32	972.98	<i>Short Brush</i>

Berdasarkan Tabel 2, akan dilakukan pengujian Mann'S (*Mann Scaver Test*) waktu usia pakai dengan tujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi Weibull.

4.2 Perhitungan Parameter Weibull

Untuk menentukan nilai konstanta (a) dan (b) dengan menggunakan *Least Square Formula (Ebeling)*, sehingga nilai parameter skala (θ) dan parameter bentuk (β) distribusi Weibull dapat ditaksir dengan menggunakan metode regresi linier.

Tabel 3. *Plot Weibull untuk usia komponen short brush generator starter*

I	t_i	$X_i = \ln(t_i)$	$F(t) = \frac{i-0.3}{n-0.4}$	Y_i	$X_i Y_i$	X_i^2
1	13.83	2.627	0.019	-3.942	-10.35	6.900
2	48.07	3.873	0.047	-3.040	-11.77	14.997
3	63.59	4.152	0.074	-2.563	-10.64	17.243
4	75.58	4.325	0.102	-2.233	-9.66	18.707
5	82.91	4.418	0.129	-1.979	-8.74	19.517
6	85.49	4.448	0.157	-1.770	-7.87	19.788
7	87.08	4.467	0.184	-1.592	-7.11	19.953
8	96.58	4.570	0.212	-1.437	-6.57	20.888
9	100.05	4.606	0.239	-1.298	-5.98	21.212
10	106.7	4.670	0.266	-1.171	-5.47	21.809
11	118.76	4.777	0.294	-1.055	-5.04	22.821
12	119.79	4.786	0.321	-0.947	-4.53	22.903
13	142.5	4.959	0.349	-0.846	-4.20	24.595
14	152.25	5.026	0.376	-0.750	-3.77	25.256
15	179.98	5.193	0.404	-0.659	-3.42	26.966
16	186.14	5.226	0.431	-0.572	-2.99	27.316
17	229.8	5.437	0.459	-0.488	-2.65	29.563
18	273.03	5.610	0.486	-0.406	-2.28	31.467
19	281.12	5.639	0.514	-0.327	-1.84	31.796
20	285.17	5.653	0.541	-0.250	-1.41	31.957
21	301.95	5.710	0.569	-0.173	-0.99	32.607
22	303.36	5.715	0.596	-0.098	-0.56	32.660
23	303.92	5.717	0.624	-0.023	-0.13	32.681
24	325.42	5.785	0.651	0.052	0.30	33.468
25	380.34	5.941	0.679	0.127	0.75	35.296
26	402.6	5.998	0.706	0.202	1.21	35.975
27	475.82	6.165	0.734	0.279	1.72	38.008
28	492.44	6.199	0.761	0.359	2.22	38.432
29	560.77	6.329	0.788	0.440	2.79	40.060
30	620.06	6.430	0.816	0.526	3.38	41.343
31	704.37	6.557	0.843	0.617	4.05	42.998
32	709.54	6.565	0.871	0.716	4.70	43.094
33	715.12	6.572	0.898	0.827	5.43	43.197
34	876.01	6.775	0.926	0.956	6.48	45.906
35	945.92	6.852	0.953	1.120	7.67	46.952
36	972.98	6.880	0.981	1.374	9.45	47.339
		194.654		-20.025	-67.82	1085.673

$$Y_i = \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{i-0.3}{n+0.4} \right) \right] \dots\dots\dots(1)$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} = 1.220 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$a = \frac{\sum Y_i}{n} - b \frac{\sum X_i}{n} = -7.150 \quad \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

- $\beta = b = 1220$ jam
- $\theta = e^{\frac{-a}{\beta}} = 351.840$

Setelah nilai dari parameter (θ) dan parameter (β) diketahui, dilanjutkan dengan menentukan nilai MTTF (*Mean Time To Failure*) dengan satuan jam adalah sebagai berikut: $\Gamma(1,82) = 0,937$, (Table A.9 *Gamma Function EBELING*).

$$MTTF = \theta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 329.674 \text{ jam} \quad \dots\dots\dots(4)$$

4.3 Analisis Terhadap Perhitungan Distribusi Weibull

Hasil pengujian Mann (*Mann's Test*) waktu operasional diperoleh nilai M sebesar 1.088 dan nilai F sebesar 1.79 maka $M < F$ atau dengan kata lain data berdistribusi Weibull. Dari hasil pengolahan data diketahui nilai parameter Weibull-nya adalah waktu operasional $\theta = 351.840$ dan $\beta = 1.220$. Dari nilai parameter bentuk β sebesar 1.22 atau lebih besar dari 1 (satu), $\beta > 1$, hal ini menunjukkan bahwa komponen tersebut berada pada fase 3 (tiga) dalam kurva *Bathtub* yang berarti komponen *generator starter* berada pada laju kegagalan yang semakin meningkat dengan bertambahnya usia pakai. Nilai MTTF berada pada 329.674 jam atau sekitar 33 % dari nilai waktu (jam) yang menjadi standar inspeksi 1000 jam.

Dari hasil perhitungan, umur desain (*design life*) dengan keandalan $R = 95 \%$ adalah 31,17 jam atau 1,8 % dari HMI. Nilai ini menunjukkan bahwa 2 dari 36 waktu usia pakai berada pada kehandalan (R) 95 % dan nilai rata-rata umur desain pada keandalan 95 % jauh di bawah standar HMI, yang mengakibatkan sering terjadi penggantian komponen atau *overhaul* sebelum waktunya.

Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis penyebab kerusakan serta usulan perbaikan untuk meningkatkan nilai rata-rata usia pakai yang diharapkan. Adapun komponen *short brush* adalah komponen kritis yang paling sering rusak/patah. Hal ini disebabkan karena komponen *short brush* langsung berhubungan dengan *armature*, dimana *armature* tersebut selalu berputar sehingga sering terjadi kerusakan/mengalami patah pada *brush*-nya.

Agar keandalan mesin tersebut terjaga maka disarankan untuk melakukan perawatan rutin dan penggantian komponen yang kritis sebelum waktu MTTF, serta perlu dipersiapkan suku cadang yang sesuai standar perawatan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis pada penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan diagram Pareto, diperoleh hasil bahwa komponen kritis pada *generator starter* adalah *short brush* sebanyak 36 kali kerusakan dengan persentase kerusakan sebesar 63,16 %.

- 2) Hasil pengujian *Mann's Test* diperoleh nilai M sebesar 1.088 dan nilai F sebesar 1.79 maka $M < F$ sehingga data berdistribusi Weibull. Dengan nilai parameter $\theta = 351.840$ dan nilai $\beta = 1.220$.
- 3) Diperoleh waktu rata-rata operasional komponen *short brush* sebagai nilai MTTF sebesar 329.674 jam dan komponen berada pada laju kegagalan semakin meningkat dengan bertambahnya usia pakai.
- 4) Sistem perawatan yang terencana menjadi sangat penting untuk keamanan penerbangan dan menjadi prioritas dilakukan perawatan rutin dan penggantian komponen kritis sebelum MTTF.

REFERENSI

- [1]. Ebeling, E. Charles, "*An Introduction to Reability and Maintainability Engineering*", The McGraw – Hill Companies Inc., New York, 1997.
- [2]. Higgs, Lindley R. dan R . K. Mobley, "*Maintenance Engineering Handbook*", McGraw – Hill Inc., US, 2002.
- [3]. Levitt, Joel, "*TPM Reloaded*", Industrial Press Inc., New York, 2010.
- [4]. Nakajima Seiichi, "*TPM Development Program, Implementing Total Productive Maintenance*", Japan Institute for Plant Maintenance, 1989.
- [5]. Osama Taisir R. Almeanazel, "*Total productive Maintenance Review and Overall Equipment Effectiveness Measurement*" Departement Of Industrial Engineering, Hashemite University, Zarqa, 13115 Jordan, 2010.