

4.2 Analisis Persediaan dan Penjadwalan Penggantian Komponen	52
4.2.1 Perhitungan Umur Komponen Pesawat.....	53
4.2.2 Perhitungan Penggantian Komponen Berikutnya	55
4.2.3 Perhitungan Persediaan Komponen dalam Satu Tahun.....	55

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59

DAFTAR PUSTAKA	60
-----------------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pesawat Tecnam P2008	9
Gambar 2.2 <i>Spark Plug</i> NGK 100HP	11
Gambar 2.3 <i>Spark Plug</i> Pesawat Tecnam P2008 yang Rusak dan Normal	13
Gambar 2.4 Siklus Kerja Motor 4 Tak	14
Gambar 2.5 Variasi Degradasi Komponen	19
Gambar 2.6 Jenis Kebijakan Perawatan	21
Gambar 2.7 Jenis Kebijakan Perawatan	22
Gambar 3.1 Bagan Langkah-langkah Penelitian	38
Gambar 4.1 Plot Grafik Distribusi <i>Weibull</i> Komponen <i>Spark Plug</i>	43
Gambar 4.2 Grafik diagram fungsi <i>Probability Density Function</i>	47
Gambar 4.3 Grafik diagram fungsi <i>Cummulative Distribution Function</i>	48
Gambar 4.4 Grafik diagram fungsi keandalan (<i>reability</i>)	50
Gambar 4.5 Grafik fungsi Laju Kegagalan (<i>Failure Rate</i>)	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Pesawat Tecnam P2008.....	10
Tabel 2.2 Hubungan Tipe Degradasi, Laju Kegagalan, Kebijakan Perawatan...	22
Tabel 4.1 Data Kegagalan Komponen <i>Spark Plug</i>	41
Tabel 4.2 Data untuk Plot Grafik Distribusi <i>Weibull</i>	42
Tabel 4.3 Data untuk Pengujian <i>Mann's</i> Distribusi <i>Weibull</i>	45
Tabel 4.4 Data untuk Perhitungan Nilai <i>Probability Density Function</i>	47
Tabel 4.5 Data untuk Perhitungan Nilai <i>Cummulative Distribution Function</i> ...	48
Tabel 4.6 Data untuk Perhitungan Keandalan (<i>Reability</i>)	49
Tabel 4.7 Data untuk Perhitungan Laju Kegagalan (<i>Failure Rate</i>)	51
Tabel 4.8 Hasil Estimasi Penggantian Komponen <i>Spark Plug</i> Tahun 2018.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel Gamma *Function*
- Lampiran 2 Tabel Nilai Kritis Pengujian *Mann's*
- Lampiran 3 Maintenance Log Book PK-S389
- Lampiran 4 Perhitungan Distribusi Weibull
- Lampiran 5 Perhitungan Pengujian *Mann's*
- Lampiran 6 Perhitungan Nilai *Probability Density Function*
- Lampiran 7 Perhitungan Nilai *Cummulative Distribution Function*
- Lampiran 8 Perhitungan Keandalan (*Reability*)
- Lampiran 9 Perhitungan Laju Kegagalan (*Failure Rate*)
- Lampiran 10 Perhitungan MTTF (*Mean Time to Failure*)

DAFTAR SIMBOL

a	= <i>Slope</i>
b	= Probabilitas / prosentase failure / intercept
e	= Ketetapan bilangan logaritama natural (2,71828)
$f(t)$	= <i>Probability density function</i>
H_0	= Umur kegagalan dapat dianalisis dengan distribusi <i>Weibull</i>
H_1	= Umur kegagalan tidak dapat dianalisis dengan distribusi <i>Weibull</i>
i	= <i>Rank</i>
k_1 / k_2	= Jumlah data sebelum median / jumlah data setelah median
\ln	= Logaritma natural, logaritma yang berbasis e
M	= Nilai <i>Mann's</i>
n	= Jumlah data
r	= <i>Coefficient of correlation</i>
$R(t)$	= <i>Reliability function</i>
r^2	= <i>Coefficient of determination</i>
t	= <i>Failure time</i>
x	= Waktu terjadinya kegagalan
y	= Nilai $F(x)$
β	= <i>Shape parameter</i>
Γ	= <i>Gamma parameters</i>
η	= <i>Scale parameter</i>
$\lambda(t)$	= <i>Failure rate</i>
(DDMMYY-1)	= Waktu terakhir penggantian komponen
(DDMMYY-2)	= Estimasi waktu penggantian komponen berikutnya
R / years	= Jumlah penggantian komponen dalam satu tahun
$u \text{ flight hours} / \text{day}$	= Rata-rata utilisasi pesawat per hari dalam satu tahun
$x \text{ flight hours}$	= Rata-rata umur penggantian komponen dalam satu tahun
$y \text{ days}$	= Rata-rata perkiraan umur komponen (dalam satuan hari)

DAFTAR SINGKATAN

CASR	= <i>Civil Aviation Safety Regulation</i>
MTBR	= <i>Mean Time Between Removal</i>
FH	= <i>Flight hours</i>
FMECA	= <i>Failure Modes, Effects and Criticality Analysis</i>
RPN	= <i>Risk Priority Number</i>
LSA	= <i>Light Sport Aircraft</i>
MTOW	= <i>Maximum Take-Off Weight</i>
RPM	= <i>Rotasi Per Menit</i>
TMA	= <i>Titik Mati Atas</i>
TMB	= <i>Titik Mati Bawah</i>
HT	= <i>Hard Time</i>
OC	= <i>On Condition</i>
CM	= <i>Condition Monitoring</i>
RCM	= <i>Reliability Centered Maintenance</i>
NDT	= <i>Non Destruction Test</i>
MTBF	= <i>Mean Time Between Failures</i>
PDF	= <i>Probability Density Function</i>
CDF	= <i>Cummulative Distribution Function</i>
MTTF	= <i>Mean Time to Failure</i>
FOD	= <i>Foreign Object Damage</i>
TBO	= <i>Time Between Overhaul</i>
A/C	= <i>Aircraft</i>
QPA	= <i>Quantity Per Aircraft</i>
BINPOTDIRGA	= <i>Pembinaan Potensi Dirgantara</i>
TSN	= <i>Time Since New</i>

**ANALISIS KEANDALAN, PERSEDIAAN DAN PENJADWALAN
PENGANTIAN KOMPONEN SPARK PLUG PADA PESAWAT TECNAM
P2008 JOGJA FLYING CLUB**

Oleh :

WINNY RIZKY EKA PUTRI

NIM : 14050029

ABSTRAK

Pesawat Tecnam P2008 berkategori pesawat Sport ringan menggunakan Engine Rotax Series yang digunakan Jogja Flying Club (JFC) sebagai pesawat hobi, latihan, dan wisata. Didalam penggunaannya, komponen Spark Plug pesawat tersebut merupakan komponen yang memiliki intensitas kerusakan paling tinggi. Masih kurangnya analisis prestasi komponen Spark Plug yang memungkinkan meningkatnya laju kegagalan komponen. Maka diperlukan adanya penelitian dan evaluasi terhadap tingkat keandalan pada Spark Plug dan juga tipe laju kegagalan beserta besar laju kegagalan dari komponen Spark Plug. Begitupula dengan tingkat keandalan dari komponen tersebut disertai efektifitas perawatan. Persediaan pada komponen diperlukan agar saat dibutuhkan, komponen bisa segera dilakukan penggantian, maka dibutuhkan analisis persediaan untuk komponen Spark Plug beserta penjadwalan penggantian komponen.

Metode yang digunakan berupa metode Distribusi Weibull dan Mean Time Between Removal (MTBR). Distribusi Weibull merupakan distribusi yang memiliki peranan penting terutama pada persoalan keandalan (reliability). Pengukuran reliability atau keandalan dilakukan dengan dasar ilmu statistik. Reliability sangat berguna bagi perusahaan pemilik maskapai penerbangan dan untuk perusahaan yang menyelenggarakan jasa perawatan pesawat terbang sebagai acuan untuk menentukan kebijakan yang akan diambil bagi perusahaan tersebut. Sedangkan MTBR merupakan metode perhitungan perencanaan penjadwalan penggantian dan penyediaan komponen. Perhitungan ini berdasarkan nilai rata-rata historis umur pelepasan komponen yang dilaksanakan dan rata-rata utilisasi jam terbang pesawat.

Dari analisis Weibull yang dilakukan, didapatkan rata-rata komponen spark plug akan berfungsi sampai kegagalan pada usia 89 jam 59 menit. Dan dari perhitungan Mean Time Between Removal (MTBR) didapatkan jumlah kebutuhan persediaan komponen sebanyak 51 pcs. Serta penjadwalan penggantian komponen spark plug pada pesawat tecnam P2008 berdasarkan estimasi yaitu setiap 57 hari dari jadwal terakhir penggantian komponen.

Kata kunci : Keandalan, Weibull, Perencanaan, MTBR, Spark Plug

**RELIABILITY ANALYSIS, INVENTORY AND SCHEDULING
REPLACEMENT OF SPARK PLUG COMPONENTS ON TECNAM P2008
JOGJA FLYING CLUB**

Oleh :

WINNY RIZKY EKA PUTRI

NIM : 14050029

ABSTRACT

The Tecnam P2008 aircraft is categorized as a lightweight Sports aircraft using the Rotax Series Engine used by Jogja Flying Club (JFC) as a hobby, exercise, and tourism aircraft. In its use, the Spark Plug component of the aircraft is a component that has the highest damage intensity. There is still a lack of performance analysis of the Spark Plug component that allows increasing component failure rates. Then we need research and evaluation of the level of reliability on the Spark Plug and also the type of failure rate along with the failure rate of the Spark Plug component. Likewise with the level of reliability of these components along with the effectiveness of care. Inventory on components is needed so that when needed, components can be replaced immediately, so inventory analysis is needed for the Spark Plug component along with scheduling component replacement.

The method used is in the form of Weibull Distribution method and Mean Time Between Removal (MTBR). Weibull distribution is a distribution that has an important role especially in the issue of reliability. Measurement of reliability or reliability is done on the basis of statistics. Reliability is very useful for airlines owner companies and for companies that provide aircraft maintenance services as a reference to determine the policies that will be taken for the company. Whereas MTBR is a method of calculating planning schedule for replacement and supply of components. This calculation is based on the historical average value of component release age and the average utilization of aircraft flight hours.

From the Weibull analysis performed, the average spark plug component will function until failure at the age of 89 hours 59 minutes. And from the calculation of the Mean Time Between Removal (MTBR), the number of components needed for inventory is 51 pcs. And scheduling the replacement of spark plug components on P2008-style aircraft based on estimates, which is every 57 days from the last schedule of component replacement.

Keywords: Reliability, Weibull, Planning, MTBR, Spark Plug

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Faktor keselamatan merupakan faktor utama dalam pengoperasian pesawat terbang. Tidak hanya itu, faktor keselamatan ini bahkan sudah diperhitungkan sejak fase perancangan. Standar baku pesawat terbang, personil dan perlengkapan pendukungnya, telah diatur dalam CASR (*Civil Aviation Safety Regulation*) yang merupakan peraturan keselamatan sipil di Indonesia dimana mengatur semua pekerjaan perancangan, pembuatan dan pengoperasian pesawat terbang dan perlengkapan pendukungnya, perawatan, serta batasan-batasan noperasional lainnya, sehingga suatu pesawat terbang harus dipersiapkan dengan tingkat keamanan dan keselamatan yang tinggi dan sangat ketat, jauh lebih ketat daripada sarana transportasi umum lainnya.

Dalam CASR *part 01, Definition and Abreviation Maintenance* didefinisikan sebagai berikut: “*Maintenance means inspection, overhaul, repair, preservation, and the replacement of parts*” atau lebih lengkapnya lagi perawatan didefinisikan sebagai semua kegiatan yang dilakukan untuk memepertahankan pesawat udara, komponen-komponen pesawat udara dan perlengkapannya dalam kondisi laik udara (*Air Worthy*) termasuk inspeksi, reparasi, *service, overhaul*, dan pergantian *parts*.

Setiap pesawat yang digunakan akan mengalami penurunan *performance* seiring dengan penggunaan jam terbang, untuk mempertahankan dan mengembalikan ke kondisi semula maka diperlukan perawatan. Sebagai contoh bila terdapat komponen yang sudah waktunya diganti baik karena umur pakai berdasarkan jam terbang atau hari kalender sudah habis, harus diganti meskipun secara fisik ataupun fungsi, komponen tersebut masih baik. Untuk mempertahankan dan mengembalikan ke kondisi seperti semula maka diperlukan perawatan secara berkala sesuai dengan jadwal.

Reliability dalam dunia rekayasa (*engineering*) sering digunakan dalam mengevaluasi kinerja suatu sistem, ataupun untuk mengevaluasi efektifitas

perawatan yang dilakukan. Dalam dunia penerbangan, khususnya dalam bidang perawatan (*maintenance*), *reliability* bisa digunakan untuk mengukur prestasi sistem-sistem integral pesawat terbang seperti *engine*, struktur, *landing gear*, dan sistem avionik. Pengukuran *reliability* atau keandalan dilakukan dengan dasar ilmu statistik. *Reliability* sangat berguna bagi perusahaan pemilik maskapai penerbangan dan untuk perusahaan yang menyelenggarakan jasa perawatan pesawat terbang sebagai acuan untuk menentukan kebijakan yang akan diambil bagi perusahaan tersebut.

Sedangkan pengadaan barang menjadi hal terpenting dalam suatu perusahaan pada permasalahan optimasi. Upaya dalam menyelesaikan masalah ini adalah dengan menggunakan metode *Mean Time Between Removal* (MTBR), yang diperkenalkan pertama kali pada tahun 2009 untuk pengembangan alat bantu pengambilan keputusan di PT. GMF AeroAsia dan masih populer hingga saat ini. MTBR digunakan untuk menentukan tingkat persediaan dan penjadwalan penggantian. MTBR merupakan suatu formula atau model yang menentukan berapa jumlah persediaan per tahun yang akan meminimalkan terjadinya kehabisan persediaan di gudang dan untuk estimasi penggantian komponen. Estimasi penggantian komponen ini dapat menjadi alat bantu untuk membuat *maintenance schedule*. Dengan membuat *maintenance schedule* maka tindakan perawatan akan lebih terstruktur dan terjadwal. Tujuan penelitian ini untuk menentukan jumlah persediaan komponen per tahun dan membuat penjadwalan penggantian komponen, dengan menggunakan teori maupun simulasi yang ada dapat membantu pihak Jogja Flying Club khususnya *owner* dari pesawat yang dianalisis merencanakan perawatan untuk tahun berikutnya.

Latar belakang dari penulisan skripsi ini adalah untuk menganalisis keandalan, persediaan, dan penjadwalan penggantian *spark plug* pada Pesawat Tecnam P2008 yang dimiliki oleh Jogja Flying Club yang menggunakan *engine Rotax Series*. Dimana Pesawat Tecnam P2008 merupakan salah satu pesawat sport ringan yang digunakan Jogja Flying Club sebagai pesawat hobi, latihan, dan wisata. Dengan begitu, maka perlu adanya penelitian dan evaluasi terhadap tingkat keandalan pesawat tersebut saat beroperasi, terutama pada komponen *spark plug* yang paling

sering mengalami kegagalan. Metode yang digunakan dalam analisis keandalan adalah metode distribusi *Weibull*. Selanjutnya dilakukan analisis persediaan dan penjadwalan penggantian komponen dengan metode MTBR.

Dengan demikian, penulis mengambil judul “Analisis Keandalan, Persediaan dan Penjadwalan Penggantian Komponen *Spark Plug* pada Pesawat Tecnam P2008 Jogja Flying Club”. Analisis keandalan komponen *spark plug* pada Pesawat Tecnam P2008 dengan metode *Weibull*, yang dilakukan pada penulisan skripsi ini ditujukan untuk mengoptimalkan dan merasionalisasi perawatan *spark plug* pada Pesawat Tecnam P2008 untuk *engine Rotax Series* dengan melakukan evaluasi terhadap kerusakan ataupun kegagalan yang terjadi pada komponennya, khususnya pada komponen *spark plug* yang paling sering mengalami kerusakan. Dengan kata lain, metode ini bertujuan untuk menganalisis prestasi komponen pesawat berdasarkan *failure rate* (laju kegagalan) suatu sistem, yang dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui tingkat kegagalan suatu sistem sehingga lebih memudahkan untuk mengetahui sejauh mana keandalan (*reliability*) sistem tersebut dalam mengoptimalkan *maintenance* program. Serta analisis persediaan dan penjadwalan penggantian komponen sebagai alat bantu untuk pembuatan *maintenance schedule*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas maka didapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa jenis laju kegagalan beserta besar laju kegagalan dari komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008?
2. Bagaimana tingkat keandalan dari komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008?
3. Bagaimana langkah perawatan komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008?
4. Bagaimana analisis persediaan untuk komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008?

5. Bagaimana penjadwalan penggantian komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan, maka pada penulisan skripsi ini dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian analisis ini hanya dilakukan pada komponen fuel system yang sering mengalami kegagalan khususnya pada pesawat Tecnam P2008, yaitu pada komponen *spark plug*.
2. Metode yang dipakai adalah metode distribusi Weibull dan MTBR serta perhitungan-perhitungannya.
3. Pencatatan kegagalan yang dilakukan adalah yang menyebabkan komponen harus mengalami proses *overhaul*. Apabila terjadi perbaikan atau penggantian komponen yang tidak memerlukan proses *overhaul* atau perbaikan dan penggantian tersebut dilakukan ketika komponen masih *on the aircraft* dianggap tidak mempengaruhi *reliability* komponen tersebut.
4. Biaya perawatan tidak dibahas dalam penulisan skripsi ini.
5. Data yang digunakan pada tahun 2017.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis laju kegagalan beserta besar laju kegagalan dari komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008.
2. Mengetahui tingkat keandalan dari komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008.
3. Mengetahui langkah perawatan yang dilakukan terhadap komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008.
4. Mengetahui analisis persediaan untuk komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008.

5. Merencanakan penjadwalan penggantian komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008 agar efisien.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulisan skripsi ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi :

1. Peneliti

Penelitian ini dapat dipergunakan sebagai sarana untuk menambah pengetahuan, wawasan dan pengalaman, sebagai penerapan teori-teori yang didapat di bangku kuliah dan dapat menjadi sebagai bekal ilmu khususnya teknologi pendidikan penerbangan berikutnya.

2. Jogja Flying Club.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan dalam membantu *engineering* mendapatkan penyebab utama dan tindakan mitigasi yang sesuai untuk meningkatkan optimalisasi dalam operasional pesawat dan *serviceability level* terhadap komponen *spark plug* pada pesawat Tecnam P2008.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan penelitian ini, perlu penulis jabarkan bab-bab yang disesuaikan dengan sistematika penulisan karya ilmiah yang baku, diantaranya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan dibahas sekilas tentang latar belakang, tujuan dan manfaat, serta lingkup pembahasan masalah yang diambil oleh penulis dalam penyusunan skripsi ini.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini membahas mengenai dasar teori dan kajian pustaka yang berkaitan dengan analisis keandalan, persediaan, dan penjadwalan penggantian komponen *spark plug* pada pesawat tecnam P2008.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai cara atau langkah-langkah yang digunakan dalam pemecahan masalah. Langkah-langkah ini menjadi pedoman dalam proses analisis keandalan, persediaan, dan penjadwalan penggantian komponen spark plug pada pesawat tecnam P2008 yang akan diuraikan dalam pembahasan.

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyelesaian masalah yang telah dirumuskan dengan menggunakan metode yang telah dibuat. Pembahasan pada bab ini berupa proses analisis keandalan, perhitungan persediaan, dan estimasi penjadwalan penggantian komponen.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini dijabarkan mengenai kesimpulan yang telah diperoleh dari pembahasan yang di dapat, serta saran untuk penelitian lebih lanjut.