

RELIABILITY LEVEL ON AFCS ACTUATOR COMPONENT OF THE SIKORSKY S-76 HELICOPTER

Aryanti Dwi Puspita¹, Sri Mulyani², Karseno KS³

^{1,2,3}Prodi Teknik Penerbangan, Prodi Teknik Penerbangan, Prodi Teknik Penerbangan
Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
Jalan Janti Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta
puputpuput728@gmail.com, srimulyani042@gmail.com, kskrido466@gmail.com

Abstract

The use of helicopters is very useful for Indonesia's natural conditions which is in the form of islands. In order to support the helicopter's capabilities, an AFCS actuator or automatic flight control system actuator is needed to make the flight automatically. Therefore, the author tries to conduct a reliability analysis to determine the level of reliability of the AFCS Actuator component in S-76 helicopter. The method used to conduct the analysis is the Weibull distribution method, which is one of several methods that are often used. The main objective is to determine the level of reliability and characteristics of the failure modes that often occur in these components. By analyzing at the results of calculations and types of failures, it can be seen the types of effective treatments to be applied to the AFCS Actuator component.

Keyword: AFCS, Sirkorsky and Weibull

1. Latar Belakang

Helikopter dapat terbang hampir di mana saja, hal itu juga berarti bahwa helikopter memiliki mesin-mesin terbang yang rumit. Pilot harus berpikir dalam tiga dimensi dan harus menggunakan kedua lengan dan kedua kaki untuk menjaga helikopter tetap di udara [1]. Terdapat tiga kendali terbang pada helikopter, yaitu :

- a. *Collective control*, berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan helikopter. Gerakan ini didapat dengan cara menaikkan atau menurunkan *swash plate* terhadap poros rotor utama tanpa mengubah sudutnya. Karena perubahan sudut serang (*pith angel*) serentak atau kolektif maka gerakan naik helikopter akan selalu konstan terhadap putaran baling-balingnya.
- b. *Cyclic control*, berhubungan dengan gerakan memutar dan maju. Untuk bergerak maju sudut serang blade diubah dengan cara memiringkan *swash plate*. Karena sudut serang pada masing-masing blade tidak sama, maka gaya angkat pun berubah. Perbedaan gaya angkat inilah yang digunakan untuk memajukan, memundurkan, atau memutar pesawat.
- c. *Pedal control*, mengontrol sudut serang dari *tail rotor*, yang fungsinya untuk menggerakkan hidung pesawat ke kiri atau ke kanan dan juga berfungsi untuk melawan torsi yang ditimbulkan oleh *main rotor* saat berputar. Sama seperti pesawat sipil pada umumnya, helikopter juga memiliki *Automatic Flight Control System* (AFCS). AFCS merupakan salah satu bahagian dari *aircraft's avionic* sistem elektronik dan peralatan yang digunakan untuk mengendalikan sistem-sistem penting dari pesawat terbang. Sistem pengendalian penerbangan meliputi sistem elektronik untuk komunikasi, navigasi, dan cuaca. Penggunaan awal AFCS adalah untuk memberikan bantuan bagi pilot selama tahap penerbangan yang membosankan seperti pada saat terbang pada ketinggian yang tinggi. Penggunaan AFCS sangat

penting untuk keadaan tertentu, dan actuator AFCS juga harus diperhatikan keadaannya untuk menjamin AFCS berfungsi dengan baik saat diperlukan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan menganalisa tingkat keandalan serta efektifitas perawatan yang dilakukan pada *Automatic Flight Control System (AFCS) Actuator* pada Helikopter Sikorsky S-76 dengan menggunakan metode *Weibull Analysis*. Dengan metode ini dapat diketahui tingkat keandalan suatu system dan karakteristik mode kegagalan yang dialami berdasarkan data yang dimiliki. Setelah mengetahui tingkat keandalan dan mode kegagalan sistem dapat digunakan untuk menentukan perawatan yang baik pada sistem untuk kedepannya [1][2][3].

2. Metodologi Penelitian

Analisa Weibull adalah suatu metode yang digunakan untuk memperkirakan probabilitas suatu komponen berdasarkan atas data yang ada. Distribusi Weibull dapat menunjukkan bentuk distribusi data yang terbaik. Alasan pemakaian metode weibull dalam pemeliharaan komponen adalah untuk memprediksikan kerusakan sehingga dapat dihitung keandalan komponen, dan dapat meramalkan kerusakan yang akan terjadi walaupun belum terjadi kerusakan sebelumnya.

Parameter yang digunakan dalam distribusi ini adalah *shape parameter* (β) dan *scale parameter* (μ). Berbagai penafsiran terhadap nilai β atau yang sering dikenal dengan *shape parameters* digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis laju kegagalan (*failure rate*). Pada beberapa bidang lain, analisis ini sangat membantu para *engineering* dalam melakukan analisis data kegagalan pada komponen [3][4]

Prinsip kerja system pada *Automatic Flight Control System (AFCS)* terdiri dari tiga sistem independen, yaitu :

a. Digital Flight Control System (DFCS)

Menggabungkan dua saluran terpisah (A, B) yang mengontrol sumbu *Pitch* dan *Roll*, serta memberikan *Trim Mach* dan *control Trim Speed*. *Control DFCS* pesawat terbang diaktifkan dengan menghubungkan tombol A atau B pada panel pilih mode DFCS [5][6].

Mach Trim System memberikan reposisi otomatis dari elevator sebagai fungsi dari nomor Mach. Beroperasi dengan atau tanpa system autopilot yang terlibat. *Mach Trim System* beroperasi bersamaan dengan unit control daya hidrolik dan stabilizer (*elevator neutral shift mechanism*). Setiap *Flight Control Computer (FCC)* mencakup computer trim mach dengan beralih otomatis ke system lain jika terjadi kegagalan.

Speed Trim System menggerakkan trim stabilizer untuk mempertahankan control kecepatan positif. System mungkin diperlukan saat lepas landas atau *holding*, kecuali CG dan daya dorong tinggi. System beroperasi saat autopilot tidak terlibat, stabilizer tidak dipangkas, dan sakelar perpindahan kolom control tidak tergerakkan.

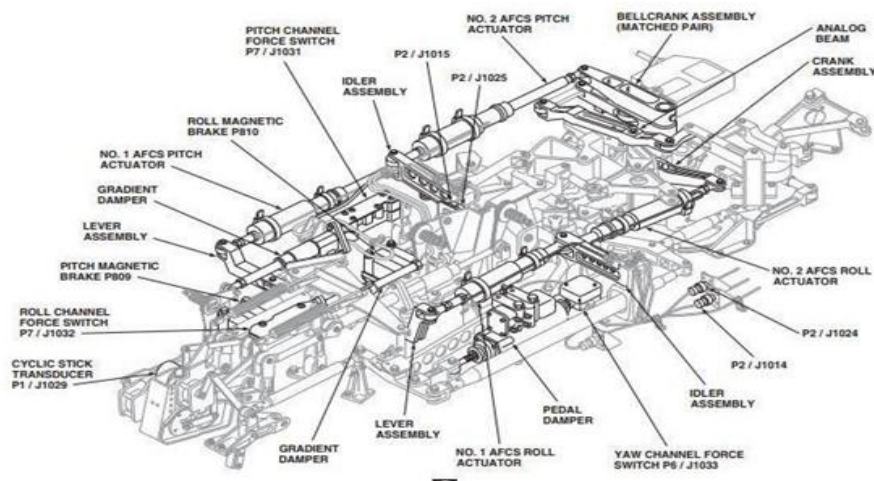
Flight Control Computer (FCC) berisi computer *Speed Trim* dengan pemantauan otomatis dan perpindahan otomatis antar system. pemantauan secara otomatis memilih saluran operasional bila terjadi kegagalan saluran tunggal. *Flight Director* terdiri dari lampu peringatan autopilot dan operasi wailer bila fungsi autopilot tertentu mengalami kegagalan [6][7][8].

b. *Yaw Damper System (YDS)*

Dutch Roll dideteksi dengan sensor laju di komputer peredam *yaw*. Kemudian dipindahkan pada waktu yang tepat untuk meredam *Dutch Roll*. Sebelum dapat mempengaruhi jalur penerbangan pesawat secara signifikan. System peredam dan aktuator *yaw* dihubungkan sedemikian rupa sehingga tidak ada umpan balik kemudian yang diterapkan pada pedal, sehingga memungkinkan system beroperasi secara independen.

c. *Autothrottle System (A/T)*

Secara otomatis memposisikan semua tuas dorong untuk mempertahankan tingkat dorong mesin yang dihitung saat *take-off* dan kecepatan udara. System menghitung dan mempertahankan kecepatan udara yang aman selama memegang pola dan manuver pendekatan awal. *Autothrottle System* menghambat tuas dorong selama pendaratan otomatis saat menyala, terdiri dari computer yang mengoperasikan tuas dorong melalui servo terpadu.



Gambar 1. Diagram Letak AFCS pada Bagian K

Setiap aktuator menerima sinyal koreksi yang berasal dari *AFCS Amplifier* yang kemudian menghasilkan *mechanical output*. Pergerakan mekanik ini kemudian mengubah dan menetapkan posisi *flight control* yang benar untuk memperbaiki gangguan awal yang disebabkan oleh sinyal eror.

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk memahami hasil perhitungan analisis Weibull, maka harus mengetahui ketentuan-ketentuan yang berlaku untuk menganalisis nilai-nilai hasil perhitungan tersebut. Salah satunya adalah pengkategorian nilai b dan nilai β (*shepe parameter*).

Notasi parameter b mempunyai beberapa interpretasi tergantung dari jenis failure yang dihubungkan dengan tingkat keamanan, yaitu :

- Untuk $b = 1$ (probabilitas failure 1%) dikategorikan dalam *begin failure*
- Untuk $b = 0.1$ (probabilitas failure 0.1%) dikategorikan dalam *serious failure*
- Untuk $b = 0.01$ (probabilitas failure 0.01%) dikategorikan dalam *catastrophic failure*

Berdasarkan perhitungan, nilai b yang didapatkan untuk AFCS *Actuator* pada helikopter Sikorsky S-76 adalah 0.414 (*probabilitas failure* 0.4%). Maka AFCS *Actuator* dikategorikan dalam *serious failure*, sehingga perlu perhatian khusus pada sistem tersebut.

Sedangkan untuk nilai β dikategorikan dalam 4 kategori berdasarkan tingkat kegagalan dan laju kegagalan (*failure rate*). *Failure rate* adalah *number of failure* pada suatu *item per units*atuan waktu (*hours, cycle, operation* dan sebagainya). Berikut adalah pembagian kategori nilai β :

- $\beta < 1$ dikategorikan sebagai *infant mortalities shape* dimana terdapat kegagalan pada usia dini (*early age*).
- $\beta = 1$ dikategorikan sebagai *random failure* dimana *failure rate* konstan, yang disebabkan karena suatu part baik baru maupun lama mempunyai probabilitas yang sama terhadap kegagalan.
- $\beta > 1$ dikategorikan sebagai *wear out* dimana laju kegagalan meningkat (*failure rate increasing*).

Nilai β yang didapatkan pada komponen AFCS *Actuator* adalah 2.4157, maka diketahui bahwa $\beta > 1$ dimana dikategorikan sebagai *wear out* yaitu laju kerusakan semakin tinggi dan kegagalan yang terjadi disebabkan oleh penurunan kualitas komponen. Kondisi tersebut dapat terjadi karena pengoperasian secara terus menerus dan termasuk dalam tipe degradasi gradual.

Nilai r adalah nilai koefisien korelasi yang memiliki beberapa interpretasi sebagai berikut :

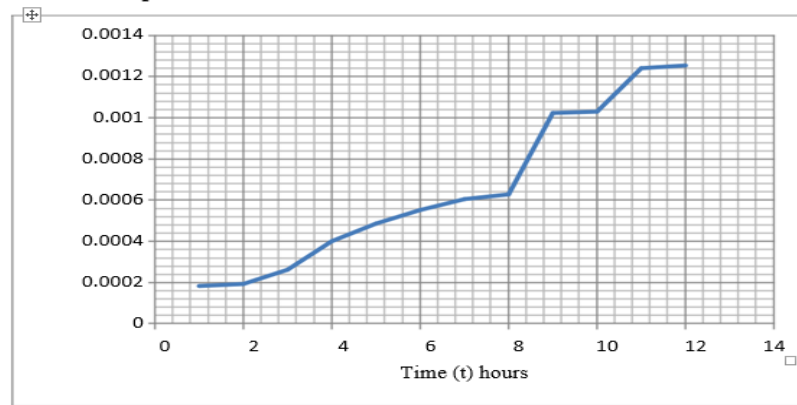
- Jika $r = 0$ maka tidak ada hubungan korelasi.
- Jika r mendekati 0, maka hubungan antara variabel tersebut sangat lemah atau tidak ada hubungan korelasi.
- Jika $r = +1$ atau mendekati +1, maka hubungan antara variabel tersebut sangat kuat dan positif.
- Jika $r = -1$ atau mendekati -1, maka hubungan antara variabel tersebut sangat kuat dan negatif.

Tinggi rendahnya suatu hubungan korelasi dapat dilihat pada kriteria Guidford (*Guidford empirical rule*) sebagai berikut :

- < 0.20 = hubungan korelasi sangat lemah
- 0.20 sampai < 0.40 = hubungan korelasi lemah
- 0.40 sampai < 0.60 = hubungan korelasi cukup kuat
- 0.60 sampai < 0.80 = hubungan korelasi kuat
- 0.80 sampai 1 = hubungan korelasi sangat kuat

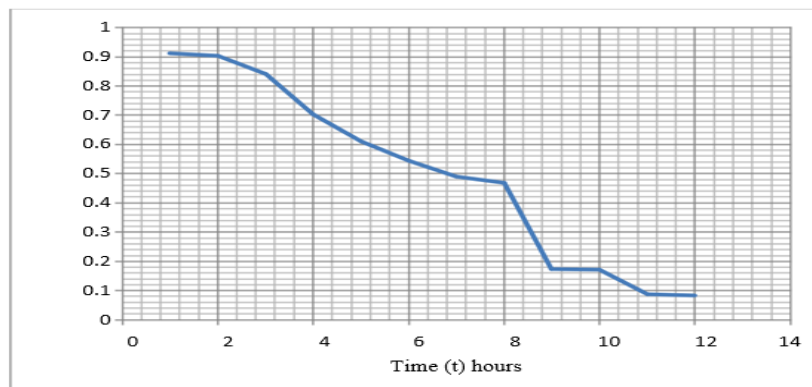
Berdasarkan perhitungan yang dilakukan, nilai korelasi yang didapatkan untuk AFCS *Actuator* adalah 0.974.

Nilai r merupakan koefisien korelasi antara masing-masing parameter dalam distribusi Weibull (x dan y), nilai r memiliki syarat untuk validitas parameter-parameter dalam perhitungan distribusi weibull yaitu harus mendekati 1. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan nilai r mendekati 1 sehingga sesuai dengan interpretasi nilai koefisien korelasi. Nilai r memiliki hubungan antar parameter yang sangat kuat dan positif. Nilai korelasi determinasi yang didapat adalah $r^2 = 0.948$ sehingga data x dan y dianggap terdapat korelasi dan besarnya sumbangan x terhadap naik turunnya nilai y adalah 95%.



Gambar 2. Grafik laju kegagalan terhadap waktu pada komponen AFCS Actuator P/N 76900-01802-106

Nilai b yang didapatkan pada komponen AFCS Actuator adalah 0.414 (probabilitas failure 0.4%), maka dikategorikan dalam *serious failure*. Jika laju kegagalan yang terjadi tidak diiringi dengan perawatan preventif, maka akan mengakibatkan kerusakan yang lebih besar, yang berdampak pada AFCS Actuator tidak dapat dioperasikan. Waktu rata-rata kerusakan pada AFCS Actuator berdistribusi Weibull adalah 4107 jam yang artinya komponen AFCS Actuator akan rusak setelah beroperasi selama 4107 jam.



Gambar 3. Grafik Keandalan Terhadap Waktu pada Komponen AFCS Actuator P/N 76900-01802-106

Berdasarkan grafik diatas maka prediksi untuk mendapatkan keandalan 85% maka waktu perawatan (penggantian periodik) dapat dilakukan setelah beroperasi selama 1544 jam. Sedangkan untuk mendapatkan keandalan 95% maka waktu perawatan dilakukan setelah beroperasi 958 jam.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan maka di dapatkan tingkat keandalan pada komponen AFCS Actuator P/N 76900-01802-106 mengalami penurunan seiring bertambahnya usia pemakaian. Keandalan komponen AFCS Actuator pada 958 jam adalah 95%, pada 6538 jam adalah 0.5%. Karakteristik kegagalan pada komponen AFCS Actuator P/N 76900-01802-106 adalah kegagalan *wear out* dengan tipe degradasi gradual dimana laju kegagalan meningkat. Didasarkan pada hasil perhitungan nilai β yang didapatkan yaitu 2.4157. Kegagalan pada komponen dikategorikan dalam *serious failure*, berdasarkan nilai b yang didapatkan yaitu

0.414 (*probabilitas failure* 0.4%).Efektifitas perawatan pada komponen AFCS *Actuator* adalah perawatan preventif.

Daftar Pustaka

- [1] Arbenety B. Robert, 1993, " *The New Weibull Handbook*", 536 Oyster Road North Palm Beach, Florida.
- [2] Arbenety B. Robert, 1933, "*Weibull Analysis Handbook*", 33432 West Palm Beach, Florida.
- [3] Ebeling, Charles E., 1997. "An Introduction to Reliability And Maintainability Engineering", The McGraw-Hill Companies, Singapore.
- [4] Manikin, Adolfo Lerry Raimundo. 2018. Skripsi. Analisis Keandalan Komponen Air Conditioning System Pada Pesawat Boeing 737-900ER Menggunakan Metode Distribusi Weibull. STTA Yogyakarta. Indonesia.
- [5] Priyanta, Dwi. 2000. Keandalan Dan Perawatan. Surabaya: Institut Teknologi Surabaya
- [6] Satria, Rio Martha. 2016. Skripsi : Analisis Keandalan Komponen *Fuel Nozzle* pada Helikopter NBO 105 Dengan Metode Weibull. STTA, Yogyakarta
- [7] Wahyudi, Asep Maulana. 2014. Skripsi : Analisis Keandalan *Air Conditioning System* pada Pesawat ATR 72-500 Menggunakan Metode Distribusi Weibull. STTA, Yogyakarta.
- [8] *Maintenance Manual for Sikorsky Helicopter Model S-76 C / C+ / C++*