

RELIABILITY ANALYSIS OF HELICOPTER BLADE ROTOR PLAY BELL 412 USING NORMAL DISTRIBUTION METHOD

Rastra Arif Pradana¹, Kris Hariyanto², Fajar Khanif R.³,
Muchammad Furqon Muchaddats⁴, Adityarahma T.⁵

^{1,2,3,4,5}Prodi Teknik Penerbangan Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta
¹rastra.pradana@gmail.com, ²krishariyanto76@gmail.com, ³fajar.khanif@gmail.com,
^{4,5}Muchammadfurqon10@gmail.com

Abstrak — Penelitian ini merupakan langkah sebagai penentu di awalnya pengoperasian, sudut rotor utama pada helikopter yang dipastikan berada dalam kondisi terbaik. Karena semakin tua maka kondisi sudut rotor utama akan semakin berkurang dikarenakan adanya beberapa bengkokan, kelelahan material, dan juga faktor kesalahan dari manusia pada saat pengoperasian. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan identifikasi tingkat keandalan main rotor blade pada helikopter Bell 412 dengan menggunakan metode distribusi normal. Data penelitian adalah umur komponen sudu rotor utama pada helikopter Bell 412 selama 27 tahun. Berdasarkan analisis perhitungan tingkat keandalan, menggunakan metode distribusi normal dan menggunakan Microsoft Excel, diperoleh nilai keandalan (R) seluruh serial. Angka sudu rotor utama helikopter Bell 412 sebesar 99% yang menunjukkan keandalan sudu rotor utama helikopter Bell 412 sangat baik.

Kata Kunci : Keandalan, Helikopter, *Blade*

Abstract — *This research is a step to determine at the start of operation, the angle of the main rotor on the helicopter which is ensured to be in the best condition. As it gets older, the condition of the main rotor angle will decrease due to several bends, material fatigue, and also human error during operation. Based on this background, it is necessary to identify the level of reliability of the main rotor blade on the Bell 412 helicopter using the normal distribution method. The research data is the age of the main rotor blade components on the Bell 412 helicopter for 27 years. Based on the analysis of reliability level calculations, using the normal distribution method and using Microsoft Excel, the reliability value (R) for the entire series was obtained. The Bell 412 helicopter main rotor blade figure is 99% which shows that the reliability of the Bell 412 helicopter main rotor blade is very good.*

Keywords: *Reliability, Helicopter, Blade*

1. PENDAHULUAN

Helikopter merupakan pesawat udara yang menggunakan sayap putar (*rotary wing*) untuk menghasilkan gaya angkat (*lift*). Sudut (*blade*) pada *rotor* berputar

mengacu pada sumbu vertikal. Gaya aerodinamis pada helikopter dihasilkan oleh gerakan relatif permukaan sayap terhadap udara. Helikopter dengan sayap putarnya dapat menghasilkan gaya angkat bahkan ketika lajunya bernilai nol

(hover). Berbeda dengan pesawat sayap tetap (*fixed wing*) dimana membutuhkan kecepatan tertentu untuk mempertahankan kondisinya tetap berada di udara. Selain itu, helikopter juga mampu terbang secara vertikal, termasuk saat melakukan *take-off* dan *landing*. Terbang secara vertikal merupakan karakteristik mendasar dari *rotor* helikopter [8]. Komponen *main rotor blade* merupakan sub komponen dari suatu sistem di *main rotor*. *Main rotor blade* merupakan baling-baling penggerak utama dan poros kendali dari sebuah helikopter yang terletak di bagian atas, *rotor blade* mempunyai bentuk *airfoil* yang sudutnya bisa diubah-ubah dan berfungsi untuk menimbulkan gaya angkat dan gaya dorong pada helikopter. *Rotor blade* melekat pada *main rotor* dengan bantuan *rotor hub* [8]. Kondisi sebuah *main rotor blade* pada awal pengoperasian tentunya dalam kondisi yang paling baik. Dengan bertambahnya umur pengoperasian, kondisi *main rotor blade* tersebut akan menurun. Pada suatu saat *main rotor blade* tersebut masih berfungsi, tetapi tingkat keandalannya sudah menurun. Misalnya *main rotor blade* memerlukan waktu yang lebih lama untuk menjalankan proses yang sama. Kondisi tersebut disebut dengan potensi kegagalan *main rotor blade*. Penyebab kegagalan antara lain dikarenakan adanya *bent*, *material fatigue*, serta kesalahan manusia (*human error*) saat pengoperasian, program perawatan *main rotor blade* yang kurang efektif, serta kondisi *main rotor blade* yang terlalu melentur. Tindakan yang bisa dilakukan untuk mengatasi kegagalan yaitu *mereplace* atau *merepair* komponen yang *fatigue*, revisi program perawatan, serta identifikasi kegagalan yang berulang untuk menentukan *preventive main tenance* dan *corrective action* yang tepat. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu diidentifikasi tingkat keandalan

terhadap terjadinya *unscheduled removal* pada *main rotor blade* helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat. Analisa penelitian ini menggunakan metode distribusi normal agar diperoleh analisis tingkat keandalan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian dilakukan di Bengkel Pusat Penerbangan Angkatan Darat, Pangkalan Udara Utama Angkatan Darat Ahmad Yani Semarang, Bengkel Pusat Penerbangan Angkatan Darat merupakan bengkel perawatan helikopter dibawah komando Pusat Penerbangan Angkatan Darat. Dalam penelitian ini, penulis melaksanakan penelitian di Sub Bengkel Pemeriksaan Bell 412 Bengkel Pusat Penerbangan Angkatan Darat.

2.1 Jenis dan Objek Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam kategori studi kasus, tempat penelitian hanya di pusatkan atau dilakukan di Bengkel Pusat Penerbangan Angkatan Darat yaitu di Sub Bengkel Pemeriksaan Bell 412. Objek penelitian ini adalah pada data usia komponen helikopter Bell 412 dengan kode registrasi HA 5113. Gambar 1 merupakan gambar sesungguhnya helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat.

Gambar 1.
Helikopter Bell 412 Penerbangan Angkatan Darat



Selanjutnya gambar 2 merupakan gambar sesungguhnya *main rotor blade* helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat.



Kemudian tabel 1 merupakan data teknis helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat.

Tabel 1 Data Teknis Helikopter Bell 412 Penerbangan Angkatan Darat

Exterior	British	SI
Height	11 feet	3.49 m
Length	56 feet	17.11 m
Wide	9.4 feet	2.84 m
Wing Span Main Rotor Blade	46 feet	14.02 m
Occupance		
Crew		4
Passengers		11
Operating Weights		
Max T/O Weight	11900 Lb	5397 Kg
Empty Weight	6400 Lb	2902 Kg
Fuel Capacity	2200 Lb	997.9 Kg

2.2 Metode Penelitian

Penelitian kuantitatif ini untuk mengetahui tingkat keandalan dari *main rotor blade* helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat. Penelitian keandalan kuantitatif merupakan metode analisis yang dilakukan secara perhitungan matematis. Metode ini dapat dilakukan melalui perolehan data pemeliharaan (*maintenance record*) terhadap waktu

kegagalan (*time to failure*) dan waktu perbaikan (*time to repair*) dari suatu komponen atau sistem. Keandalan dari suatu komponen atau sistem adalah probabilitas untuk tidak mengalami kegagalan atau dapat melaksanakan fungsinya selama periode waktu (t) atau lebih [7]. Dalam penelitian ini dikontrol variabelnya, yaitu hanya mengambil data usia komponen dari bulan Februari tahun 1993 sampai dengan bulan Februari tahun 2020, analisis hanya difokuskan pada helikopter Bell 412 dengan kode registrasi HA 5113, serta tidak melakukan analisis keandalan *main rotor blade* helikopter Bell 412 dengan *serial number* A-1614 di karenakan adanya *anomaly product*.

2.3 Pengolahan Data

Dalam pengolahan data, penulis akan menganalisis tingkat keandalan dari komponen *main rotor blade* helikopter Bell 412 dalam waktu 27 tahun terakhir (1993-2020). Untuk mengetahui *tingkat* keandalan dari semua komponen, maka data akan diolah dengan menggunakan *software Microsoft Excel*. *Reliability* atau keandalan didefinisikan sebagai kemampuan dari suatu komponen atau sistem untuk tidak mengalami kegagalan atau dapat melaksanakan fungsinya selama periode waktu (t) yang telah ditentukan. Jadi, keandalan merupakan salah satu aspek yang dapat mempengaruhi kelancaran suatu sistem. Evaluasi keandalan dapat digunakan untuk memperkirakan peluang suatu komponen atau sistem untuk melaksanakan fungsinya dalam jangka waktu dan kondisi operasi tertentu. Keandalan menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi profitabilitas suatu perusahaan. Terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam evaluasi keandalan, antara lain sebagai berikut: Kegagalan dari komponen maupun sistem

harus jelas dan dapat diobservasi, waktu kegagalan dapat diidentifikasi, dan pada saat kondisi normal performasinya dapat diobservasi, waktu kegagalan dapat diidentifikasi, dan pada saat kondisi normal performasinya dapat diobservasi [7].

VORTEX 103, Setelah mendapatkan data yang diperlukan di Sub Bengkel Pemeriksaan Bell 412 Bengkel Pusat Penerbangan Angkatan Darat, maka penulis melakukan pengolahan data usia komponen *main rotor blade* helikopter Bell 412 untuk dianalisis keandalannya. Adapun metode yang digunakan untuk analisis keandalan adalah metode distribusi normal, dengan menggunakan persamaan 2.1 maka bisa diperoleh nilai tingkat keandalannya yang disimbolkan dengan huruf R [7].

$$R(t) = 1 - f\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) \quad (2.1)$$

Sebelum mendapatkan nilai tingkat keandalan, harus mendapatkan terlebih dahulu banyaknya kegagalan selama jangka waktu operasi t yang disimbolkan dengan $f(t)$ [7] pada persamaan 2.2.

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(t - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.2)$$

Sebelum mendapatkan banyaknya kegagalan atau yang disimbolkan dengan f selama jangka operasi waktu t , maka harus mendapatkan terlebih dahulu standar deviasi yang disimbolkan dengan σ_{xx} yang artinya adalah nilai statistik yang digunakan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel [9]. Berikut persamaan 2.3

$$\sigma_{xx} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N x_i^2}{N} - \mu_x^2} \quad (2.3)$$

Semua simbol rumus diatas mempunyai arti, sebagai berikut:

- t = Waktu (Variabel)
- μ = Mean
- σ_x = Standar deviasi
- π = Konstanta = 3,14
- N = Banyaknya data x
- e_{ii} = Nilai dari data x

3. HASIL PENELITIAN

Dalam penelitian ini, penulis melakukan analisis tingkat keandalan *main rotor blade* helikopter Bell 412 dengan menggunakan metode distribusi normal. Hasil dari analisis ini adalah mendapatkan tingkat keandalan komponen *main rotor blade* helikopter Bell 412. Perhitungan yang dilakukan penulis menggunakan *software Microsoft Excel*.

3.1 Data Usia Komponen *Main Rotor Blade* helikopter Bell 412

Data usia komponen *main rotor blade* helikopter Bell 412 adalah data *time since new* dan *time since overhaul* yang berdasarkan laporan dokumen *aircraft major component status* di Bengkel Pusat Penerbangan Angkatan Darat, nantinya data usia komponen ini akan dianalisis secara kuantitatif menggunakan metode distribusi normal untuk mencari tingkat keandalan *main rotor blade* helikopter Bell 412 [1][2][3][4][5][6][7]. Tabel 2 merupakan usia komponen *time since new* dan *time since overhaul main rotor blade* helikopter Bell 412 yang diperoleh penulis di Sub Bengkel Pemeriksaan Bell 412 Bengkel Pusat Penerbangan Angkatan Darat.

Tabel 2. Aircraft Major Component Status

Aircraft Major Component Status							A/C Type	Bell 412
							A/C REG	:HA-5113
							A/C S/N	:34025
							Owner	:TNI-AD
NO	COMPONENT	SERIAL NUMBER	Doc No	DATE	A/C HOURS	COMP HOURS		
					TSN		TSO	
NO	NAMA KOMPONEN	S.N	Doc	TGL	JAM A.C	JAM COMP		
1	2	4	5	6	7	8	9	
1	M/R Blade	A-1614	D/O IPTN	25-Feb-93	0.00	0.00	0.00	
2	M/R Blade	A-1615	D/O IPTN	25-Feb-93	0.00	0.00	0.00	
3	M/R Blade	A-1613	D/O IPTN	25-Feb-93	0.00	0.00	0.00	
4	M/R Blade	A-1612	D/O IPTN	25-Feb-93	0.00	0.00	0.00	
5	M/R Blade	A-1622	SPK 25/IX/2004	22-Sep-04	2394.50	226.43		
6	M/R Blade	A-1615	SPK 25/IX/2004	22-Sep-04	2394.50	2394.50		
7	M/R Blade	A-1613	SPK 25/IX/2004	22-Sep-04	2394.50	2394.50		
8	M/R Blade	A-1612	SPK 25/IX/2004	22-Sep-04	2394.50	2394.50		
9	M/R Blade	A-1622	SPK 12/XI/2012	11-Nov-12	4159.75	3933.32	1765.25	
10	M/R Blade	A-1615	SPK 12/XI/2012	11-Nov-12	4159.75	4159.75	1765.25	
11	M/R Blade	A-4646	SPK 12/XI/2012	11-Nov-12	4159.75	0.00	0.00	
12	M/R Blade	A-4633	SPK 12/XI/2012	11-Nov-12	4159.75	0.00	0.00	
13	M/R Blade	A-1622	SPK 73/IX/2019	19-Feb-20	4894.43	2499.93	2499.93	
14	M/R Blade	A-1615	SPK 73/IX/2019	19-Feb-20	4894.43	4894.43	2499.93	
15	M/R Blade	A-4646	SPK 73/IX/2019	19-Feb-20	4894.43	734.68	734.68	
16	M/R Blade	A-4633	SPK 73/IX/2019	19-Feb-20	4894.43	734.68	734.68	

3.2 Analisis Keandalan Main Rotor Blade Helikopter Bell 412

Analisis kuantitatif ini menggunakan metode distribusi normal dikarenakan distribusi normal adalah distribusi yang paling cocok digunakan dalam memodelkan fenomena keausan, dalam perhitungannya menggunakan bantuan software MS Excel. Analisis ini bersumber dari data usia komponen *time since new* dan *time since overhaul main rotor blade* helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat yang ada pada dokumen *aircraft major component status*. Hasil analisis dan perhitungan data ini menghasilkan *output* tingkat keandalan komponen *main rotor blade* helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat, yang bisa diperoleh nilai tingkat

keandalanya yang disimbolkan dengan huruf R. Lebih jelasnya hasil tingkat keandalan *main rotor blade* helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat pada tabel 3.

VORTEX 105

Tabel 3 Hasil Tingkat Keandalan *main rotor blade* Helikopter Bell 412

No	Komponen	Serial Number	Tingkat Keandalan R (t)
1	M/R Blade	A-1615	99 %
2	M/R Blade	A-1613	99 %
3	M/R Blade	A-1612	99 %
4	M/R Blade	A-1622	99 %
5	M/R Blade	A-4646	99 %
6	M/R Blade	A-4633	99 %

Dari pengolahan data semua *serial number* maka didapatkan hasil tingkat keandalan semua *serial number* adalah 99 % yang mengindikasikan keandalan *main rotor blade* helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat tergolong sangat baik. Serta interval waktu pemeliharaan *special inspection* yang optimum untuk komponen *main rotor blade* bell 412 adalah 2500 Hrs yang didapatkan dari *maintenance manual* Bell 412.

4. KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan pembahasan yang telah dilaksanakan diatas, maka dapat diambil kesimpulan yaitu hasil perhitungan tingkat keandalan semua *serial number* komponen *main rotor blade* helikopter Bell 412 dengan menggunakan metode distribusi normal adalah 99% yang mengindikasikan keandalan *main rotor blade* helikopter Bell 412 milik Penerbangan Angkatan Darat tergolong sangat baik. Serta interval waktu pemeliharaan yang optimum untuk komponen *main rotor blade* Bell 412 adalah 2500 Hrs yang didapatkan dari *maintenance manual*.

REFERENSI

- [1] Bell Helicopter. 2013. *Maintenance Manual Chapter 4. Textron Company. United States of America.*
- [2] Bell Helicopter. 2013. *Maintenance Manual Chapter 5. Textron Company. United States of America.*
- [3] Bell Helicopter. 1993. *Maintenance Manual Chapter 6. Textron Company. United States of America.*
- [4] Bell Helicopter. 2009. *Maintenance Manual Chapter 18. Textron Company. United States of America.*
- [5] Bell Helicopter. 2009. *Maintenance Manual Chapter 62. Textron Company. United States of America.*
- [6] Bell Helicopter. 2013. *Component and Repair Overhaul Manual. Textron Company. United States of America.*
- [7] Ebeling, Charles. 1997. *An Introduction Reliability and Maintainability Engineering. University of Dayton: United States of America.*
- [8] FAA. 2012. *Helicopter Flying Handbook: United States of America*
- [9] Harinaldi. 2005. Prinsip-prinsip STATISTIK untuk Teknik dan Sains. Penerbit Erlangga: Jakarta
- [10] <https://www.indomiliter.com/nbell-412-sphpep-tulang-punggung-kavaleri-udara-tni-ad/> diakses pada hari Selasa, 10 Desember 2019, jam 11.00.