

## Keandalan Komponen *Nose Wheel Assy* Pada Pesawat Cessna

Sri Mulyani\*, Istyawan Priyahapsara

Program Studi Teknik Dirgantara, Fakultas Teknik Kedirgantaraan, Institut Teknologi  
Dirgantara Adisutjipto

\*Penulis korespondensi: srimulyani042@gmail.com

*Histori artikel: diserahkan 10 Oktober 2022, direviu 23 Desember 2022, direvisi 4 April 2023*

### ABSTRACT

*Maintenance is taken to maintain the reliability of the components that support overall nurse performance. One of them is the landing gear which functions for all aircraft movements on the ground including taking off, landing, taxiing and parking, and holding the aircraft's load while on the ground. Nose wheel assy is provided to hold the nose of the aircraft and maneuver while on the ground. Based on information obtained from the engineering department as well as looking at the maintenance logbook on the ATR 72-500 aircraft there was a problem with the nose wheel assy. Where these problems can result in the movement of the aircraft will be problematic. The method used is the Weibull distribution analysis method, the main objective is to determine the failure rate and the reliability of these components as well as to determine the characteristics of the failure modes caused. The parameters used in this distribution are the shape parameter ( $\beta$ ) and the scale parameter ( $\eta$ ). From the calculation analysis results, it can be seen that the nose wheel assy component based on time failure will function until it fails at the age of 585 hours 38 minutes and  $\beta$  is 3.513864. Following the provisions that apply to values  $\beta > 1$ , the type of failure that occurs is a type of failure to wear out. While based on the cycle will function until experiencing failure at the age of 398 hours 13 minutes and  $\beta$  is 1.258549 Under the provisions that apply to values  $\beta > 1$ , type failure that occurs is a type of wear out. This type of failure has the property of increasing the failure rate with increasing use, therefore for nose wheel, assy components more effective preventive maintenance is applied. This type of failure has the property of increasing the failure rate with increasing use, therefore for landing gear, assy components more effective preventive maintenance is applied.*

**Keywords:** *Leanding Gear, Failure and Preventive*

**DOI :** <https://10.18196/jqt.v4i2.16357>

**WEB :** <https://journal.umy.ac.id/index.php/qt/article/view/16357>

### PENDAHULUAN

Pada umumnya pesawat memiliki bagian utama yaitu *fuselage, empennage, wing, engine, dan landing gear* (Cejpek, 2018). Pada bagian landing gear berfungsi untuk semua pergerakan pesawat di ground meliputi *take off, landing, taxiing, parking* dan menahan beban pesawat pada saat berada didarat (Yasa Utama *et al.*, 2012). Dengan salah satu bagian komponen landing gear yang berupa *nose wheel assy* yang disediakan untuk menahan beban hidung pesawat dan bermanuver saat berada di ground (Susana, Albayumi and Triadhy, 2014). *Nose wheel assy* ini merupakan komponen yang berfungsi untuk roda pendaratan pada pesawat. Sehingga bisa disimpulkan bahwa komponen ini harus ada di pesawat dan harus dalam keadaan yang baik (Nendra *et al.*, 2019). Perawatan dilakukan untuk menjaga

keandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*) dari komponen-komponen yang menunjang kinerja pesawat secara keseluruhan (Rismayanti *et al.*, 2019). Perhitungan terhadap keandalan dilakukan sebagai acuan terhadap prestasi suatu sistem dan juga untuk mengevaluasi efektifitas pesawat tersebut maka perlu dilakukan perhitungan untuk mengetahui tingkat keandalan komponen *nose wheel assy* pada pesawat karena pada dasarnya keselamatan penerbangan merupakan faktor utama dalam mengoperasikan pesawat terbang, dengan cara melakukan perawatan pesawat terbang yang dimulai dari persiapan, pelaksanaan dan proses sertifikasi (Malendes, Tangkuman and Arungpadang, 2016). Perawatan pesawat terbang dapat didefinisikan seperti semua kegiatan yang dilakukan untuk kehandalan (*reliability*) pesawat terbang, komponen-

komponen pesawat udara dan perlengkapannya wajib dalam kondisi laik udara (*air worthy*) termasuk *inspection, repair, service, overhaul* dan pergantian parts. Perawatan didefinisikan sebagai semua aktivitas ditujukan kepada sistem teknik untuk menjaga kondisinya (*preventive*) atau mengembalikan kondisinya (*corrective*) yang diperlukan untuk memenuhi fungsi-fungsi tertentu (Romero, 2021). Sistem identifikasi kerusakan *landing gear* dan Nose bisa menggunakan beberapa metode dan aplikasi dimana metode itu bisa mengidentifikasi jenis kerusakan sesuai dengan gejala yang terjadi, dan mampu memberikan penanganan dari kerusakan yang teridentifikasi dari komponen tersebut. (Agung Fathona et al., 2021). Semua kegiatan yang dilakukan untuk mempertahankan pesawat udara, komponen-komponen pesawat udara dan perlengkapannya dalam kondisi laik udara (*air worthy*) termasuk *inspection, reparasi, servis, overhaul, dan pergantian parts*. Definisi perawatan adalah suatu aktivitas yang diperlukan untuk menjaga dan mempertahankan kualitas peralatan agar tetap dapat berfungsi dengan baik seperti dalam kondisi sebelumnya (Rismayanti et al., 2019). Dari pengertian tersebut diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan, bahwa fungsi perawatan sangat berhubungan erat dengan proses produksi :

a. Peralatan yang dapat digunakan terus menerus untuk berproduksi diperlukan adanya perawatan untuk mempertahankan kualitas agar tetap berfungsi dengan baik.

b. Aktivitas perawatan banyak berhubungan erat dengan pemakaian peralatan, bahan perkerjaan, cara penanganan, dan lain-lain.

c. Aktivitas perawatan harus dikontrol kondisinya berdasarkan pada kondisi yang terjaga untuk memenuhi fungsi tertentu.

Berikut adalah jenis-jenis perawatan:

a. *Corrective Maintenance* (Perawatan korektif)

Perawatan *corrective* mencakup semua tindakan perawatan yang tidak terjadwal yang dilakukan karena adanya kegagalan suatu sistem atau produk yang kemudian diperbaiki, untuk mengembalikan ke kondisi semula. Siklus *Corrective Maintenance* meliputi identifikasi dan verifikasi kegagalan (didasarkan pada beberapa tanda-tanda yang terlihat), pemindahan dan pergantian komponen dengan suku cadang serta memperbaiki

langsung, merakit kembali di hangar, mengecek serta verifikasi kondisi maintenance tak terjadwal.

b. *Preventive Maintenance* (Perawatan Preventif)

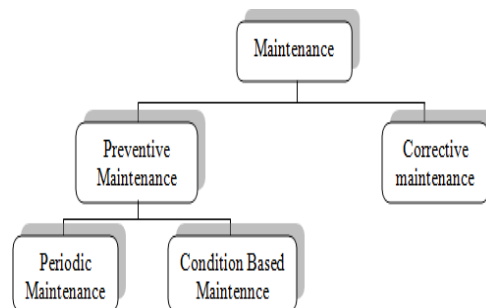
Perawatan jenis ini merupakan suatu tindakan pencegahan timbulnya kerusakan pada unit-unit atau produk-produk yang masih dapat berfungsi dengan baik (Hang and Wei, 2019). Hal tersebut dilakukan berdasarkan suatu jadwal yang ditetapkan sehubungan dengan unit atau produk yang bersangkutan, biasanya ketentuan tersebut diberikan oleh pihak pembuat atau manufaktur. Yang termasuk dalam tindakan preventive maintenance adalah sebagai berikut.

1. *Service* secara berkala, seperti penambahan atau penggantian oli, pengisian bahan bakar, penyetelan part, pembersihan suatu part, menghilangkan karat yang mungkin timbul, pengencangan part-part yang longgar serta kalibrasi.

2. Pemeriksaan, mengganti atau memperbaiki part-part yang rusak.

3. Penggantian komponen, sebelum masa komponen habis.

4. *Overhaul*, baik minor ataupun mayor untuk mengganti part- part yang sudah tua dan yang telah lama terpakai.



Gambar 1. Jenis Kebijakan Perawatan

## METODE

Objek penelitian ini akan menganalisis keandalan landing gear pada komponen *Lamdimg Gear* Pesawat Cessna dengan menggunakan distribusi Weibull (Nendra et al., 2019) (Azizi and Fitrikananda, 2016; ‘Modal Analysis of a Typical Landing Gear Oleo Strut’,

2018; Setiawan and Priyadi, 2022) dan dengan melihat beberapa data berupa maintenance activity, flight maintenance log yang dimiliki Pesawat Cessna dan beberapa dasar yang sering rusak pada beberapa pesawat (Agung Fathona et al., 2021) Dengan melihat data tersebut akan ditemukan beberapa data kegagalan yang terjadi pada Landing Gear. Penentuan obyek penelitian ditentukan berdasarkan jumlah interval kegagalan yang memungkinkan dilakukan analisa untuk penyusunan dan pembahasan riset. Dalam proses penyusunan laporan tugas akhir, terdapat tahapan atau metode pengumpulan data (Yasa Utama et al., 2012). Adapun proses tersebut terdiri dari 3 yang memuat penjelasan setiap masing-masing metode antara lain sebagai berikut:

a. *Field research*

Merupakan suatu proses pengumpulan data yang diperoleh langsung pada objek penelitian yang akan diteliti. Data yang didapat adalah data primer yang berhubungan langsung dengan masalah yang akan diteliti, meliputi observasi lapangan dan wawancara dengan mekanik, engineer atau pembimbing lapangan. Pengumpulan dokumen dokumen pesawat yang diperlukan berupa AMM ATA 32 landing gear, flight maintenance log, maintenance activity, CMM, CSM, CAMP yang khusus untuk landing gear pada pesawat Pesawat Cessna.

b. *Studi literatur*

Merupakan suatu proses penelitian yang berdasarkan pada study kepustakaan yang digunakan sebagai pedoman dalam penulisan laporan dari bidang yang diambil, dalam hal ini data dapat diperoleh berdasarkan dengan landasan teori dalam menyelesaikan masalah yang ada.

c. *Akses internet*

Merupakan suatu proses dalam mencari informasi-informasi yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti yang diperoleh melalui media komunikasi jaringan internet.

PEMBAHASAN

a. *Time Failure*

Dalam memastikan usia komponen *time failure* dan *cycle* dilakukannya perhitungan dengan cara mengurangi usia komponen pada saat pemasangan dengan usia komponen pada saat pelepasan akibat terjadinya kegagalan. Pada saat komponen mengalami batas akhir

keandalannya lalu mengalami kegagalan di waktu tertentu. Dalam menentukan usia (Son, Zain and Bur, 2020) komponen dilakukan perhitungan dengan rumus yaitu:

$$Install\ Time - Remove\ Time = Usia\ Komponen$$

Tabel 1. Usia Komponen Flight Hours

No	<i>Install Time (FH)</i>	<i>Remove Time (FH)</i>	Usia Komponen (FH)
1	15031	14842.87	188.13
2	15430.87	15031	399.87
3	15818.4	15430.87	387.53
4	16304.97	15818.4	486.57
5	16960.25	16304.97	655.28
6	17402.16	16960.25	441.91
7	17874.05	17402.16	471.89
8	18340	17874.05	465.95
9	18804.18	18340	464.18
10	19283.63	18804.18	479.45
11	19808.34	19283.63	524.71
12	20199.01	19808.34	390.67
13	20798.36	20199.01	599.35
14	21320.73	20798.36	522.37
15	21696.4	21320.73	375.67
16	22250.62	21696.4	554.22
17	22536.35	22250.62	285.73

Dari hasil perhitungan usia komponen berdasarkan *time failure* dan *cycle* data didapatkan hasil selisih usia komponen seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Usia Komponen *Flight Hours* dan *Flight Cycle*

No	<i>Flight Hours</i>	<i>Flight Cycle</i>
1	188.13	13
2	285.73	80
3	375.67	113
4	387.53	153

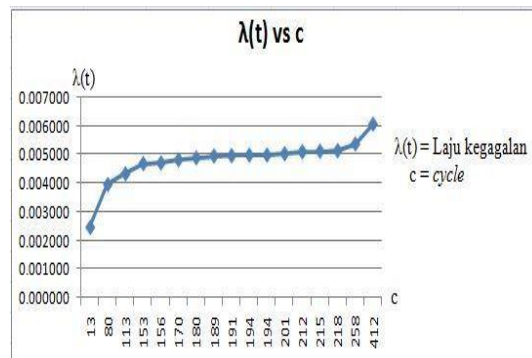
5	390.67	156
6	399.87	170
7	441.91	180
8	464.18	189
9	465.95	191
10	471.89	194
11	479.45	194
12	486.57	201
13	522.37	212
14	524.71	215
15	554.22	218
16	599.35	258
17	655.28	412

17	655.28	0.944	6.48506	1.0613
----	--------	-------	---------	--------

Pada hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan parameter dari distribusi weibull yaitu nilai  $\beta = 3.513863$  bentuk (shape parameter). Sedangkan nilai  $\eta = 506.148947$  bentuk (scale parameter) yang merupakan usia karakteristik komponen yang mengalami kegagalan (failure) pada usia 506 Jam 8 menit. Kemudian nilai koefisien korelasi (r) adalah koefisien yang mengukur kekuatan hubungan setiap variable X dan Y yang menghasilkan nilai  $r = 0.958771$  dengan begitu nilai tersebut mempunyai nilai koefisien korelasi yang tinggi. Sedangkan nilai koefisien determinasi ( $r^2$ ) didapatkan nilai  $r^2 = 0.919241$  yang berarti 91.92% variasi dalam data menunjukkan kesesuaiannya dengan trend line.

TABEL 3. HASIL PERHITUNGAN MEDIAN RANK DISTRIBUTION WEIBULL TIME IN SERVICE COMPONENT DALAM HOURS

i	t	p(t)	X	Y
1	188.13	0.055	5.23713	-2.861
2	285.73	0.111	5.65505	-2.1389
3	375.67	0.166	5.92871	-1.7019
4	387.53	0.222	5.95979	-1.381
5	390.67	0.277	5.96786	-1.1226
6	399.87	0.333	5.99114	-0.902
7	441.91	0.388	6.09111	-0.7083
8	464.18	0.444	6.14027	-0.5313
9	465.95	0.5	6.14408	-0.3665
10	471.89	0.555	6.15675	-0.2095
11	479.45	0.6111	6.17264	-0.057
12	486.57	0.666	6.18738	0.0940
13	522.37	0.722	6.25838	0.2475
14	524.71	0.777	6.26285	0.408
15	554.22	0.833	6.31756	0.5831
16	599.35	0.888	6.39585	0.7871



Gambar 1. Grafik Fungsi Laju Kegagalan (Failure Rate) Distribution Weibull Time in Service Component dalam Cycle

Dari hasil grafik pada gambar 1 bahwa laju kegagalan akan semakin bertambah naik dengan seiringnya bertambahnya cycle, maka laju kegagalan menaik (increasing failure rate). Kondisi ini sama dengan kurva bathtub yang mempunyai nilai persamaan shape parameter ( $\beta$ ) = 1.258549 dengan nilai  $\beta > 1$  dan dengan melihat hasil perhitungan dari shape parameter maka laju kegagalan merupakan *Implies Wear Out* ("The New Weibull Handbook", Abernethy, 1993), yaitu mengindikasikan kegagalan yang biasanya terjadi pada saat batasan umur desain. Penyebab kegagalan jenis ini diantaranya adalah: fatigue, corrosion, erosion. Dari

distribusi weibull untuk komponen landing gear didapatkan nilai nilai shape parameter ( $\beta$ ) = 1.258549 dan scale parameter ( $\eta$ ) = 238.928294. Dari nilai tersebut dapat dihitung sebagai berikut :

Pada tabel nilai  $\Gamma$ , maka nilai  $x = 1.794566$  dan nilai  $\Gamma$  didapatkan dari nilai  $x$  yaitu  $\Gamma = 0.92877$  sehingga nilai MTTF adalah

$$MTTF = \eta \cdot \Gamma (1 + \beta) \\ = 398.231 \text{ hours}$$

Artinya bahwa nilai MTTF komponen nose wheel assy sebesar 398.231 hours yang berarti rata-rata usia komponen berfungsi sampai mengalami kegagalan sebesar pada usia 398 jam 13 menit. Untuk dapat mengetahui analisis efektifitas perawatan pada komponen nose wheel assy, memerlukan sebuah parameter yang menunjukkan jenis kegagalan yang terjadi pada komponen nose wheel assy. Dari hasil perhitungan yang didapat nilai  $\beta > 1$  pada time failure untuk komponen nose wheel assy adalah 3.513864 sedangkan pada cycle untuk komponen nose wheel assy adalah 1.258549 yang mengindikasikan terjadinya kegagalan aus (wear out) sesuai dengan ketentuan yang berlaku untuk nilai  $\beta > 1$ , kegagalan ini ditandai dengan meningkatnya laju kegagalan (increasing failure rate) seiring dengan penggunaan komponen. pada komponen nose wheel assy jenis kegagalan yang terjadi adalah kegagalan aus (wear out) dimana perawatan yang dilaksanakan adalah perawatan preventive (preventive maintenance) yang akan efektif untuk tipe penurunan performa yang berkurang sedikit demi sedikit (degradasi gradual), perawatan preventive merupakan suatu tindakan pencegahan timbulnya kerusakan pada komponen-komponen yang masih berfungsi dengan baik dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan komponen-komponen tersebut. mengurangi jumlah kerusakan primer (primary failure), sebagai hasil kegagalan bawaan atau skunder (secondary failure) dapat dihindari dan dicegah. Adapun preventive yang saat ini dilakukan oleh operator adalah dengan pelaksanaan NDT setiap 5 kali pergantian tire pada pesawat lalu berdasarkan dari hasil pengolahan data, diperoleh MTTF nose wheel assy adalah 506.148 flight hours dan 238.928 flight cycle maka dari data tersebut memberikan rekomendasi untuk melakukan preventive maintenance pada nose wheel assy yang berupa pengecekan berkala dengan cara

visual inspection setiap usia 585 jam 38 menit atau 398 jam 13 menit.

Tugas perawatan preventive yang dimaksud berupa lubrication, operational check, functional chek dan restoration atau overhaul. Namun pemilihan salah satu dari tugas perawatan ini harus efektif agar mengurangi resiko dampak kegagalan ke level yang dapat diterima. Untuk degradasi dengan sebaran yang panjang atau umur kegagalan fungsional tidak diketahui, maka inspeksi kondisi diperlukan untuk menentukan status prestasi dari komponen tersebut. Bila kegagalan potensial sudah teridentifikasi, maka tindakan perbaikan atau penggantian dapat dilakukan. Artinya tindakan perbaikan dapat dilakukan tergantung pada kondisi prestasinya di mana riset ini sesuai dengan desain konseptual yang harus di lakukan pada suatu perawatan sesuai dengan (Kim, Han and Choi, 2018; Rismayanti *et al.*, 2019; Fang, Zhu and Wang, 2022)

## KESIMPULAN

Berdasarkan penafsiran nilai beta ( $\beta$ ) tipe laju kegagalan komponen Landing Gear pada pesawat Cessna adalah meningkat, pada flight Hours yang dimana nilai  $\beta = 3.513864$  pada nose wheel assy adalah  $\beta > 1$ , yang mengindikasikan terjadinya kegagalan aus (wear out). Kegagalan tipe ini mempunyai sifat meningkatkan laju kegagalan (failure rate increasing) dengan semakin tingginya penggunaannya sedangkan pada flight cycle yang dimana nilai  $\beta = 1.258549$  pada nose wheel assy adalah  $\beta > 1$ , yang mengindikasikan terjadinya kegagalan aus (wear out). Kegagalan tipe ini mempunyai sifat meningkatkan laju kegagalan (failure rate increasing) dengan semakin tingginya penggunaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agung Fathona, S. *et al.* (2021) *Studi Kasus Penyebab Terjadinya Nose Wheel Vibration Pada Pesawat Boeing 737-800, Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.* Available at: <http://prosiding.pnj.ac.id>.
- Azizi, M. and Fitrikananda, B.P. (2016) *Kebocoran Retract Actuator Nose Landing Gear Pada Pesawat Boeing 737-900er Pk-Lfm Yang Mengakibatkan Slow To Retract.*

- Cejpek, J. (2018) 'Design of composite landing gear for an LSA airplane', *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 90(4), pp. 679–687. Available at: <https://doi.org/10.1108/AEAT-11-2016-0216>.
- Fang, W., Zhu, L. and Wang, Y. (2022) 'Landing Performance Study for Four Wheels Twin Tandem Landing Gear Based on Drop Test', *Aerospace*, 9(7). Available at: <https://doi.org/10.3390/AEROSPACE9070334>.
- Hang, J. and Wei, Z. (2019) 'Dynamic up-sampling network for small airplane landing gear detection', *IEEE Access*, 7, pp. 98405–98419. Available at: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2929940>.
- Kim, B.-G., Han, C. and Choi, S.-B. (2018) 'Design and Analysis of MR Damper for Airplane Landing Gear', *Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*, 28(1), pp. 102–109. Available at: <https://doi.org/10.5050/KSNVE.2018.28.1.102>.
- Malendes, N., Tangkuman, S. and Arungpadang, T. (2016) 'Analisis Kekuatan Poros Landing Gear-Pesawat N-219', *Jurnal Online Poros Teknik Mesin*, 5(2), pp. 70–79. 'Modal Analysis of a Typical Landing Gear Oleo Strut' (2018) *International Journal of Recent Trends in Engineering and Research*, 4(1), pp. 1–6. Available at: <https://doi.org/10.23883/IJRTER.2018.4001.T6FHS>.
- Nendra, L.A. et al. (2019) *Pengaruh Diameter Baut Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Pesawat Uav Menggunakan Metode Elemen Hingga*, *Jurnal Polimesin*.
- Rismayanti, I. et al. (2019) 'Desain Konseptual Jaminan Mutu Pada Operasi Dan Perawatan', in *SINAR KPA-IV*, pp. 33–44.
- Romero, F.A. (2021) 'Sensitivity Analysis for the Shimmy Dynamics of an Airplane Main Landing Gear', *Journal of Applied Nonlinear Dynamics*, 10(3), pp. 513–529. Available at: <https://doi.org/10.5890/JAND.2021.09.011>.
- Setiawan, I.I. and Priyadi, B. (2022) *Sintek Vol 6 No 2 Analisis Tingkat Kekerasan Pada Left Hand Main Landing Gear Axle Sleeve Hasil Proses Shot Peening*.
- Son, L., Zain, F. and Bur, M. (2020) 'Metal: Jurnal Sistem Mekanik Metal: Jurnal Sistem Mekanik dan Termal Analisis Respon Landing Gear pada Pesawat Tanpa Awak Saat Mendarat', pp. 79–92. Available at: <http://metal.ft.unand.ac.id>.
- Susana, R., Albayumi, U.A. and Triadhy, N.I. (2014) *Perancangan dan Realisasi Kontrol Prototype Landing Gear System Menggunakan PLCmikro berbasis Mikrokontroller PIC16F877A*, *Jurnal ELKOMIKA Itenas*.
- Yasa Utama, F. et al. (2012) 'Pemodelan Dan Simulasi Keandalan Komponen Pesawat Terbang Tipe Boeing 737 Series-300/-400 Di PT. MNA MENGGUNAKAN RAPTOR', in *Seminar Nasional Teknik Mesin 7*, pp. 33–39.