**JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING,
MANUFACTURES, MATERIALS AND ENERGY**

Doi: 10.31289/jmemme.v5i2.5027

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jmemme>**Pengaruh Kecepatan *Landing* dan Pemilihan Material terhadap
Faktor Keamanan *Landing Skid* Helikopter Tanpa Awak
Menggunakan Ansys Workbench*****Effect of Landing Speed and Material Selection on the Safety Factor of
Uncrewed Helicopter Landing Skids Using Ansys Workbench***

Lasinta Ari Nendra Wibawa

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

Diterima: 19-03-2021 ; Disetujui: 17-07-2021 ; Diterbitkan: 30-12-2021

*Corresponding author: E-mail: ari.nendra@gmail.com**Abstrak**

Landing skid merupakan salah satu komponen penting pada helikopter tanpa awak. Landing skid berfungsi sebagai penyangga saat helikopter mendarat atau parkir. Makalah ini meneliti tentang pengaruh kecepatan landing dan pemilihan material terhadap faktor keamanan landing skid helikopter tanpa awak menggunakan Ansys Workbench. Helikopter tanpa awak memiliki berat 100 kg dan waktu impact 0,5 detik. Variasi kecepatan landing yaitu, 2 m/s, 3 m/s, dan 4 m/s. Material yang digunakan dalam simulasi adalah jenis plastik yaitu ABS, HDPE, Polyamide (PA6), dan Polikarbonat (PC). Hasil simulasi menunjukkan bahwa material ABS dan HDPE hanya mampu menahan beban impact hingga kecepatan landing 3 m/s karena memiliki faktor keamanan berturut-turut 3,57 dan 3,69. Sedangkan Polyamide (PA6) dan Polikarbonat (PC) mampu menahan beban impact sampai kecepatan landing 4 m/s karena memiliki faktor keamanan berturut-turut 4,19 dan 6,03.

Kata Kunci: ansys workbench; helikopter tanpa awak; kecepatan landing; landing skid; pemilihan material

Abstract

Landing skids are an important component of uncrewed helicopters. The landing skid acts as a support when the helicopter lands or is parked. This paper examines the effect of landing speed and material selection on the safety factor of uncrewed helicopter landing skids using Ansys Workbench. The uncrewed helicopter weighs 100 kg and an impact time of 0.5 seconds. Landing speed variations are 2 m/s, 3 m/s, and 4 m/s. The materials used in the simulation are plastic types, namely ABS, HDPE, Polyamide (PA6), and Polycarbonate (PC). The simulation results show that the ABS and HDPE materials can only withstand impact loads up to a landing speed of 3 m/s because they have a safety factor of 3.57 and 3.69, respectively. Meanwhile, Polyamide (PA6) and Polycarbonate (PC) can withstand impact loads up to a landing speed of 4 m/s because they have a safety factor of 4.19 and 6.03, respectively.

Keywords: ansys workbench; uncrewed helicopter; landing speed; landing skid; material selection

How to Cite: Wibawa, L. A. N. 2021, Pengaruh Kecepatan *Landing* dan Pemilihan Material terhadap Faktor Keamanan *Landing Skid* Helikopter Tanpa Awak Menggunakan Ansys Workbench, JMEMME (Journal of Mechanical Engineering, Manufactures, Materials and Energy), 5 (2): 161-167.

PENDAHULUAN

Landing skid merupakan salah satu komponen penting pada helikopter tanpa awak. *Landing skid* berfungsi sebagai struktur penyangga saat helikopter mendarat atau parkir. *Landing skid* dipengaruhi oleh massa helikopter, kecepatan *landing*, dan waktu impak helikopter yang menghasilkan beban impak saat bersentuhan dengan landasan [1]. Semakin tinggi massa helikopter, kecepatan *landing*, dan waktu impak, maka semakin besar beban impak yang mengenai *landing skid*.

Desain *landing skid* sangat menentukan kemampuan helikopter tanpa awak dalam melaksanakan misi. *Landing skid* yang kuat dan tangguh dapat menopang beban helikopter yang lebih banyak. Selain itu, *landing skid* yang kuat juga mampu menahan beban impak yang dihasilkan oleh helikopter saat mendarat dengan kecepatan yang tinggi. Kecepatan *landing* yang tinggi dapat terjadi karena kesalahan kontrol dari pilot dan angin yang bertiup kencang saat proses pendaratan. Pada penelitian ini, variasi kecepatan *landing* yaitu 2 m/s, 3 m/s, dan 4 m/s.

Pemilihan material merupakan salah satu proses penting saat melakukan desain produk. Pemilihan material bertujuan mencari material yang memiliki sifat yang paling tepat dengan persyaratan yang dibutuhkan dalam desain [2]. Pada penelitian ini, material yang digunakan adalah jenis plastik, yaitu *Acrylonitrile-butadiene-styrene* (ABS), *High-density polyethylene* (HDPE), *Polyamide* (PA6), dan *Polycarbonate* (PC). Material plastik memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang bagus, daya tahan tinggi, dan relatif murah [3]–[5]. Makalah ini meneliti tentang pengaruh kecepatan *landing* dan pemilihan material terhadap faktor keamanan *landing skid* helikopter tanpa awak menggunakan Ansys Workbench. Ansys merupakan salah satu perangkat lunak yang umum digunakan untuk simulasi komponen *landing gear* pesawat dan *landing skid* helikopter tanpa awak [6]–[13]. Ansys juga mudah diintegrasikan dengan berbagai *software* jenis CAD seperti Autodesk Inventor, SolidWorks, dan Catia [14]–[17].

METODE PENELITIAN

Desain *landing skid* memiliki panjang 500 mm, lebar 300 mm, dan tinggi 125 mm. *Landing skid* memiliki 4 lubang berdiameter 10 mm yang disusun secara seri atau sejajar [18], [19]. Dimensi *landing skid* tanpa awak secara detail ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. Dimensi *landing skid* helikopter tanpa awak (dalam mm)

Beban yang berpengaruh pada *landing skid* adalah beban impact. Beban impact merupakan fungsi dari kecepatan *landing* vertikal sehingga persamaan momen impulsnya adalah:

$$F \cdot \Delta t = m \cdot V \quad (1)$$

Dimana: F = beban impact, Δt = waktu impact, m = massa pesawat UAV, dan V = kecepatan *landing* vertikal.

Analisis *landing skid* dilakukan menggunakan *software* Ansys yang bekerja menggunakan prinsip metode elemen hingga [20]. Metode elemen hingga adalah teknik numerik matematika yang berguna untuk menghitung kekuatan elemen mesin dengan membagi obyek menjadi bentuk jala (*mesh*) [21].

Tabel 1 menunjukkan asumsi dan parameter simulasi tegangan menggunakan Ansys Workbench dengan variasi kecepatan *landing* dan pemilihan material. Gambar 2 menunjukkan kondisi batas dari simulasi *landing skid* berupa *fixed constraint* dan arah pembebanan. Tabel 2 menunjukkan sifat mekanik material ABS, HDPE, PA6, dan PC.

Tabel 1. Asumsi dan parameter simulasi Ansys.

Parameter	Keterangan
Variasi material	ABS, HDPE, PA6, dan PC
Kecepatan <i>landing</i>	2 m/s, 3 m/s, dan 4 m/s
Massa helikopter	100 kg
Waktu impact	0,5 detik
Beban impact	400 N, 600 N, dan 800 N
Ukuran elemen	6 mm
Faktor keamanan	Berdasarkan <i>yield strength</i>
Jumlah node	22638
Jumlah elemen	11356

(a)

(b)

Gambar 2. Kondisi batas *landing skid*: (a) *fixed constraint*, dan (b) arah pembebanan

Tabel 2. Sifat mekanik material ABS, HDPE, PA6, dan PC.

Material	Density (kg/m ³)	Yield Srength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Poisson Ratio	Young Modulus (GPa)
ABS	1030	27,44	36,26	0,41	1,63
HDPE	958,5	28,39	28,38	0,42	1,08
PA6	1140	43,13	71,89	0,35	1,11
PC	1160	61,93	62,82	0,40	2,30

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 menunjukkan tegangan von Mises pada kecepatan *landing* 2 m/s dan 3 m/s. Hasil simulasi menunjukkan semakin tinggi kecepatan *landing*, maka semakin tinggi tegangan von Mises maksimum yang diterima oleh material *landing skid*. Hubungan antara kecepatan *landing* dan tegangan von Mises maksimum berbanding lurus.

Gambar 3. Tegangan von Mises *landing skid* pada kecepatan *landing*: (a) 2 m/s, dan (b) 3 m/s

Deformasi merupakan perubahan ukuran dan bentuk suatu komponen akibat adanya gaya. Saat terkena beban impact, komponen *landing skid* juga mengalami deformasi. Gambar 4 menunjukkan deformasi *landing skid* pada kecepatan *landing* 2 m/s dan 3 m/s. Hasil simulasi menunjukkan semakin tinggi kecepatan *landing*, maka semakin tinggi deformasi maksimum yang diterima oleh material *landing skid*. Hubungan antara kecepatan *landing* dan deformasi maksimum berbanding lurus.

Gambar 4. Deformasi *landing skid* pada kecepatan *landing*: (a) 2 m/s, dan (b) 3 m/s

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengantisipasi ketidakpastian atau ketidaksempurnaan kekuatan material sehingga diperoleh tingkat keamanan dari suatu komponen mesin. Faktor keamanan diperoleh dari hasil bagi antara kekuatan luluh (*yield strength*) material dengan tegangan von Mises maksimum. Faktor keamanan harus lebih besar dari 1 (satu) untuk menghindari kegagalan desain.

Gambar 5 menunjukkan faktor keamanan *landing skid* pada kecepatan *landing* 2 m/s dan 3 m/s. Hasil simulasi menunjukkan semakin tinggi kecepatan *landing*, maka semakin rendah faktor keamanan minimum dari komponen *landing skid*. Hubungan antara kecepatan *landing* dan faktor keamanan minimum berbanding terbalik.

Gambar 5. Faktor keamanan *landing skid* pada kecepatan *landing*: (a) 2 m/s, dan (b) 3 m/s (kanan).

Tabel 3 menunjukkan pengaruh kecepatan *landing* dan pemilihan material terhadap faktor keamanan minimum *landing skid* helikopter tanpa awak menggunakan Ansys Workbench. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material ABS dan HDPE hanya mampu menahan beban impact hingga kecepatan *landing* 3 m/s karena memiliki faktor keamanan berturut-turut 3,57 dan 3,69. Sedangkan *Polyamide* (PA6) dan Polikarbonat (PC) mampu menahan beban impact sampai kecepatan *landing* 4 m/s karena memiliki faktor keamanan berturut-turut 4,19 dan 6,03.

Beban impact adalah beban yang terjadi secara cepat pada struktur ketika benda yang bergerak dihentikan dengan tiba-tiba. Beban impact terjadi karena adanya dua benda yang bertumbukan atau benda jatuh yang mengenai sebuah struktur. Beban impact dialami oleh *landing skid* karena pengaruh kecepatan *landing* dari helikopter tanpa awak yang bertumbukan dengan landasan [22]. Nilai faktor keamanan yang dipersyaratkan untuk struktur mampu menahan beban impact yaitu pada kisaran angka 3-5 [23].

Tabel 3. Pengaruh kecepatan *landing* dan pemilihan material terhadap faktor *keamanan landing skid* helikopter tanpa awak.

Kecepatan <i>landing</i> (m/s)	Material	Tegangan von Mises maksimum (MPa)	Deformasi (mm)	Faktor keamanan
2	ABS	5,13	2,78	5,35
2	HDPE	5,13	4,18	5,54
2	PA6	5,15	4,10	8,37
2	PC	5,13	1,97	12,06
3	ABS	7,69	4,16	3,57
3	HDPE	7,69	6,27	3,69
3	PA6	7,73	6,15	5,58
3	PC	7,70	2,94	8,04
4	ABS	10,26	5,55	2,67
4	HDPE	10,25	8,36	2,77
4	PA6	10,30	8,20	4,19
4	PC	10,27	3,93	6,03

KESIMPULAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa material ABS dan HDPE hanya mampu menahan beban impak hingga kecepatan *landing* 3 m/s karena memiliki faktor keamanan berturut-turut 3,57 dan 3,69. Sedangkan *Polyamide* (PA6) dan Polikarbonat (PC) mampu menahan beban impak sampai kecepatan *landing* 4 m/s karena memiliki faktor keamanan berturut-turut 4,19 dan 6,03.

REFERENSI

- [1] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Kecepatan Landing Vertikal Terhadap Ketahanan Beban Impak Rangka Landing Gear Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Angkasa J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. 11, no. 1, pp. 35–42, 2019.
- [2] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Pemilihan Material Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat UAV," *J. Teknol. dan Terap. Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 48–52, 2019.
- [3] N. Merah, F. Saghir, Z. Khan, and A. Bazoune, "Effect of temperature on tensile properties of HDPE pipe material," *Plast. Rubber Compos.*, vol. 35, no. 5, pp. 226–230, 2006.
- [4] S. H. Jeon *et al.*, "Development of a New Light-Weight Car Audio Using Polycarbonate/Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Copolymer Composite Based Hybrid Material," *Int. J. Precis. Eng. Manuf.*, vol. 13, no. 1, pp. 85–96, 2012.
- [5] D. Jahani, A. Ameli, M. Saniei, W. Ding, C. B. Park, and H. E. Naguib, "Characterization of the structure, acoustic property, thermal conductivity, and mechanical property of highly expanded open-cell polycarbonate foams," *Macromol. Mater. Eng.*, vol. 300, no. 1, pp. 48–56, 2015.
- [6] J. Parmar and V. Acharya, "Selection and Analysis of the Landing Gear for Unmanned Aerial Vehicle for Sae Aero Design Series," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 10–18, 2015.
- [7] L. A. N. Wibawa, "Effect of Fillet Radius of UAV Main Landing Gear on Static Stress and Fatigue Life Using Finite Element Method," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1811, 2021.
- [8] M. Grawunder and C. Breitsamter, "Optimized skid-landing-gears for twin-engine-light utility helicopter," *39th Eur. Rotorcr. Forum 2013, ERF 2013*, pp. 40–43, 2013.
- [9] L. A. N. Wibawa, "Effect of Bolt Hole Size on Static Stress and Fatigue Life of UAV Main Landing Gear Using Numerical Simulation," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1811, 2021.
- [10] O. Yildirim, E. Günay, Anil, and C. Aygün, "Analysis of a skid type landing gear of a rotary wing UAV by experimental and numerical methods," *Acta Phys. Pol. A*, vol. 127, no. 4, pp. 1170–1175, 2015.
- [11] L. A. N. Wibawa, "Simulasi Umur Fatik Rangka Main Landing Gear Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Din. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 120–126, 2020.

- [12] H. Yazdani Sarvestani and M. Hojjati, "Effects of lay-up sequence in thick composite tubes for helicopter landing gears," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part G J. Aerosp. Eng.*, vol. 231, no. 11, pp. 2098–2110, 2017.
- [13] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Kecepatan Landing terhadap Umur Fatik Rangka Tricycle Landing Gear Pesawat UAV Menggunakan Ansys Workbench," *Elem. J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 38–45, 2020.
- [14] D. Darianto, A. Siregar, B. Umroh, and D. Kurniadi, "Simulasi Kekuatan Mekanis Material Komposit Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Elemen Hingga," *JMEMME (Journal Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy)*, vol. 3, no. 1, p. 39, 2019.
- [15] A. Harahap, "Simulasi Pembebanan Pada Shackle Menggunakan Perangkat Lunak Ansys APDL 15.0," *JMEMME (Journal Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy)*, vol. 4, no. 1, pp. 74–84, 2020.
- [16] R. Lojewski, C. Kessler, and R. Bartels, "Influence of contact points of helicopter skid landing gears on ground resonance stability," *CEAS Aeronaut. J.*, vol. 11, no. 3, pp. 731–743, 2020.
- [17] R. Udayakumar and M. Ibrahim, "Design analysis of Landing gear system of an aircraft," *Proc. 3rd Int. Conf. Electron. Commun. Aerosp. Technol. ICECA 2019*, pp. 1326–1330, 2019.
- [18] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Susunan dan Jumlah Lubang Baut Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat UAV," *Flywheel J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 5, no. 1, pp. 46–50, 2019.
- [19] L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Diameter Baut Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Pesawat UAV Menggunakan Metode Elemen Hingga," *J. Polimesin*, vol. 17, no. 1, pp. 26–32, 2019.
- [20] A. Sofyan, J. Glusevic, A. J. Zulfikar, and B. Umroh, "Analisis Kekuatan Struktur Rangka Mesin Pengereng Bawang Menggunakan Perangkat Lunak Ansys Apdl 15.0," *JMEMME (Journal Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy)*, vol. 3, no. 1, p. 20, 2019.
- [21] L. A. N. Wibawa, K. Diharjo, W. W. Raharjo, and B. H. Jihad, "Pengaruh Ketebalan Cap dan Tekanan Internal terhadap Tegangan Von Mises Silinder Berdinding Tebal untuk Tabung Motor Roket," *Teknik*, vol. 41, no. 2, pp. 111–118, 2020.
- [22] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Tricycle Landing Gear UAV Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Mechanical*, vol. 9, no. 2, pp. 33–37, 2018.
- [23] V. Dobrovolsky and K. Zablonsky, *Machine elements : a textbook*. Moscow: Peace Publisher, 1978.
- [24] A. J. Zulfikar, A. Sofyan and M. Y. Siahaan, "Numerical Simulation on The Onion Dryer Frame Capacity of 5 kg/hour," *JMEMME (Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy)*, vol. 2, no. 2, p. 86–92, 2018