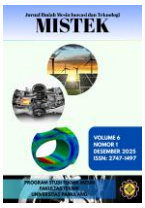
ISSN **2747-1497**, *Vol. 6, No. 1, hal. 1-5, Desember 2025*

JURNAL TEKNIK MESIN
MISTEK
MESIN INOVASI DAN TEKNOLOGI



SIMULASI KEKUATAN LANDING SKID DRONE QUADCOPTER PADA VARIASI KETINGGIAN DAN MATERIAL MENGGUNAKAN SOLIDWORKS

Dwiky Agung Nugrahanto

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail: dwikiagung72@gmail.com

Masuk : 07 Juli 2025 *Direvisi : 04 Agustus 2025* *Disetujui : 25 Agustus 2025*

Abstrak: Keamanan pada pesawat tanpa awak atau drone merupakan faktor penting dalam proses penerbangan dan pendaratan. Landing skid merupakan salah satu komponen penting pada drone yang berfungsi sebagai penyangga saat proses pendaratan maupun saat parkir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketinggian pendaratan dan jenis material terhadap faktor keamanan landing skid pada drone. Drone yang digunakan dalam penelitian ini memiliki berat 980 g dengan waktu impact sebesar 0,5 detik. Variasi ketinggian pendaratan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 m, 10 m, dan 15 m. Material yang digunakan dalam simulasi adalah ABS dan PVC. Analisis dilakukan menggunakan parameter Von Mises Stress, Displacement, dan Safety Factor. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada pengujian Von Mises Stress, material ABS pada ketinggian 15 m menghasilkan tegangan sebesar 62,57 MPa, sedangkan material PVC pada ketinggian yang sama menghasilkan tegangan sebesar 77,23 MPa. Pada analisis displacement, material ABS pada ketinggian 15 m menghasilkan nilai sebesar 5,025 mm, sedangkan material PVC menghasilkan displacement sebesar 5,056 mm. Berdasarkan analisis safety factor, material ABS memiliki kelayakan yang lebih baik dibandingkan material PVC. Namun pada ketinggian tertentu nilai tegangan yang terjadi telah melebihi nilai yield strength material, yaitu 28,2 MPa untuk ABS dan 35,1 MPa untuk PVC, sehingga struktur berpotensi mengalami kegagalan. Dengan dua variasi material dan tiga variasi ketinggian tersebut, diperoleh nilai safety factor pada ketinggian 10 m sebesar 0,55 untuk ABS dan 0,56 untuk PVC.

Kata Kunci: simulasi, drone, ABS, PVC, displacement, Von Mises stress, safety factor.

Abstract: *The safety of unmanned aircraft, commonly known as drones, is an important factor in both flight and landing processes. The landing skid is one of the crucial components of a drone that functions as a support structure during landing and when the drone is stationary. This study aims to analyze the effect of landing height and material type on the safety factor of a drone landing skid. The drone used in this study weighs 980 g with an impact time of 0.5 seconds. The landing height variations used in this study are 5 m, 10 m, and 15 m. The materials used in the simulation are ABS and PVC. The analysis was conducted using Von Mises Stress, Displacement, and Safety Factor parameters. The simulation results show that in the Von Mises stress analysis, ABS material at a height of 15 m produces a stress value of 62.57 MPa, while PVC material at the same height produces a stress value of 77.23 MPa. In the displacement analysis, ABS material at a height of 15 m produces a displacement value of 5.025 mm, while PVC material produces a displacement of 5.056 mm. Based on the safety factor analysis, ABS material shows better feasibility compared to PVC material. However, at certain landing heights the resulting stress values exceed the yield strength of the materials, which are 28.2 MPa for ABS and 35.1 MPa for PVC, indicating the potential for structural failure. With two material variations and three height variations, the safety factor values at a height of 10 m are 0.55 for ABS and 0.56 for PVC.*

Keywords: simulation, drone, ABS, PVC, displacement, Von Mises stress, safety factor.

PENDAHULUAN

Pesawat udara tanpa awak atau drone dapat memberikan bantuan yang signifikan dalam layanan urban first mile dan last mile, khususnya dalam meningkatkan kecepatan dan fleksibilitas pengiriman. Penggunaan drone dalam rantai pasokan dan logistik memiliki berbagai keuntungan, antara lain biaya pengiriman yang lebih rendah, waktu pengiriman

yang lebih cepat, serta proses operasional yang tidak memerlukan pilot manusia sehingga dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan keselamatan kerja dengan menjauhkan pekerja dari potensi bahaya. Berdasarkan tipe konstruksinya, pesawat udara kecil tanpa awak (small drone) dapat dibagi menjadi empat jenis utama, yaitu fixed wing, tilt wing, unmanned helicopter, dan multicopter. Masing-masing tipe memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda sehingga penggunaannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan operasional [1].

Drone atau UAV (Unmanned Aerial Vehicle) juga sering dimanfaatkan dalam berbagai kegiatan seperti operasi penyelamatan dan misi tanggap bencana, misalnya pada peristiwa letusan gunung berapi, tanah longsor, gempa bumi, dan banjir. Hal ini dikarenakan drone memiliki tingkat efisiensi yang tinggi serta dapat meningkatkan keselamatan dalam proses pengamatan di area berbahaya [2]. Selain itu, pemanfaatan drone meliputi kegiatan monitoring tata ruang kota, pengamatan kawasan hutan, perhitungan jumlah tanaman, identifikasi perubahan lingkungan, konstruksi bangunan, sektor industri, pemetaan perikanan, pemetaan lahan dan kehutanan, hingga pemetaan batas wilayah administrasi daerah atau kota [3].

Salah satu komponen penting dalam konstruksi UAV adalah landing gear. Landing gear merupakan struktur pendukung pesawat yang berfungsi saat proses pendaratan (landing) maupun lepas landas (take-off). Terdapat beberapa jenis landing gear yang umum digunakan, yaitu tail-wheel, tandem, dan tricycle [2]. Beban utama yang bekerja pada landing skid adalah beban impak, yaitu beban yang dihasilkan akibat kecepatan vertikal saat proses pendaratan. Dibandingkan dengan jenis roda pendaratan lainnya, landing skid memiliki beberapa kelebihan, antara lain konstruksi yang lebih sederhana dan ringan, biaya pembuatan yang lebih rendah, serta waktu perawatan yang lebih singkat [4].

Salah satu komponen penting pada drone adalah landing skid, yang berfungsi sebagai penyangga saat drone melakukan pendaratan maupun saat dalam kondisi parkir. Oleh karena itu, kekuatan dan keamanan landing skid menjadi faktor penting yang perlu dianalisis [5]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ketinggian pendaratan dan jenis material terhadap keamanan landing skid pada drone. Variasi ketinggian pendaratan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 m, 10 m, dan 15 m. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah ABS dan PVC, yang merupakan material plastik dengan ketahanan yang cukup baik terhadap tekanan serta memiliki daya tahan yang tinggi.

METODOLOGI

Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diawali dengan proses pengumpulan data melalui inspeksi lapangan, pengambilan data visual, data desain engineering, serta studi literatur untuk mendukung hipotesis penelitian. Tahapan penelitian meliputi identifikasi masalah, pengumpulan data operasional, pemeriksaan dan pengukuran dimensi secara visual, analisis kekuatan melalui simulasi, serta analisis dan evaluasi hasil penelitian hingga diperoleh kesimpulan. Pengujian simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks.

Tempat Penelitian

Tempat penelitian merupakan lokasi pengumpulan data yang digunakan untuk mendukung dan membuktikan kebenaran penelitian. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Gambar Teknik Universitas Pamulang, yang berlokasi di Jl. Witana Harja No.18, Pamulang Barat, Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten. Lokasi ini dipilih karena memiliki fasilitas dan peralatan yang memadai untuk mendukung proses penelitian dan simulasi.

Persiapan Simulasi

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks untuk membuat model rangka drone dalam bentuk dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D). Selanjutnya ditentukan jenis material yang digunakan serta karakteristik material pada rangka drone yang akan dianalisis.

Proses meshing merupakan tahap diskritisasi model menjadi elemen-elemen berukuran lebih kecil dengan jumlah tertentu sehingga dapat dianalisis menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA). Proses ini memungkinkan perangkat lunak melakukan perhitungan numerik terhadap distribusi tegangan, displacement, dan faktor keamanan pada struktur rangka drone.

Selanjutnya dilakukan refinement meshing, yaitu proses penghalusan jumlah elemen dan node pada bagian yang mengalami tegangan kritis. Proses ini dilakukan menggunakan fitur local mesh control pada SolidWorks. Refinement meshing dilakukan setelah proses simulasi awal sehingga diperoleh hasil analisis yang lebih akurat.

Pemodelan 3D

Pemodelan tiga dimensi (3D) merupakan pengembangan dari sketsa dua dimensi (2D) yang menghasilkan model dengan bentuk yang lebih realistis sehingga mempermudah proses analisis. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan landing skid pada drone tipe Cx-20 quadcopter menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020. Model 3D yang dibuat kemudian digunakan sebagai objek simulasi untuk menganalisis respon struktur terhadap variasi material dan ketinggian pendaratan.

Gambar 1. Model 3D drone quadcopter Cx-20

Verifikasi Material

Untuk memperoleh hasil simulasi yang lebih akurat, dilakukan verifikasi terhadap jenis material yang digunakan pada model spesimen. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) dan PVC (Polyvinyl Chloride) yang merupakan material plastik dengan karakteristik kekuatan dan ketahanan yang baik terhadap beban.

Setup Simulation

Tahap setup simulation dilakukan untuk menentukan parameter simulasi yang digunakan pada pengujian. Variasi ketinggian jatuh yang digunakan dalam penelitian ini adalah 5 meter, 10 meter, dan 15 meter. Nilai ketinggian tersebut dimasukkan sebagai parameter pada proses simulasi untuk mengetahui pengaruh ketinggian terhadap respon struktur landing skid.

Mesh and Run

Proses meshing dilakukan untuk menentukan jumlah nodes dan elements pada model simulasi. Hasil meshing awal pada model menghasilkan jumlah nodes sebanyak 22.384 dan elements sebanyak 23.298.

Model desain landing skid drone Cx-20 kemudian dimodifikasi menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020. Setelah model selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah melakukan evaluasi desain dengan menggunakan dua variasi material, yaitu ABS dan PVC, serta variasi ketinggian jatuh 5 meter, 10 meter, dan 15 meter.

Analisis yang dilakukan menggunakan metode Drop Test Simulation, dengan tiga parameter utama pengamatan, yaitu Von Mises Stress (tegangan), Displacement (defleksi), Safety Factor (faktor keamanan).

Pada tahap ini dilakukan analisis menggunakan SolidWorks untuk mengetahui respon struktur landing skid setelah dimodifikasi ketika mengalami jatuh bebas dari ketinggian yang telah ditentukan. Analisis difokuskan pada bagian landing skid yang mengalami beban impak, sedangkan bagian rangka lainnya diasumsikan berada dalam kondisi aman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Von Mises Stress

Von Mises Stress digunakan untuk memprediksi batas kekuatan suatu material terhadap kondisi pembebanan tertentu. Parameter ini umum digunakan dalam analisis struktur untuk menentukan apakah suatu material akan mengalami deformasi plastis atau tidak berdasarkan nilai tegangan yang terjadi.

Berdasarkan hasil simulasi menggunakan SolidWorks, diperoleh nilai tegangan maksimum (Von Mises Stress) pada landing skid drone dengan variasi material dan ketinggian jatuh yang berbeda.

Pada material ABS, ketinggian jatuh 5 meter menghasilkan tegangan maksimum sebesar 21,14 MPa, sedangkan pada ketinggian 10 meter menghasilkan tegangan maksimum sebesar 51,27 MPa, dan pada ketinggian 15 meter menghasilkan tegangan maksimum sebesar 62,57 MPa.

Pada material PVC, ketinggian jatuh 5 meter menghasilkan tegangan maksimum sebesar 26,21 MPa, pada ketinggian 10 meter sebesar 62,64 MPa, dan pada ketinggian 15 meter menghasilkan tegangan maksimum sebesar 77,23 MPa.

Tabel 1. Hasil Von Mises Stress

Material	5 meter (MPa)	10 meter (MPa)	15 meter (MPa)
ABS	21,14	51,27	62,57
PVC	26,21	62,64	77,23

Berdasarkan hasil simulasi tersebut dapat diketahui bahwa material PVC menghasilkan nilai Von Mises Stress yang lebih tinggi dibandingkan material ABS pada setiap variasi ketinggian. Hal ini menunjukkan bahwa struktur dengan material PVC mengalami tegangan yang lebih besar ketika menerima beban impak akibat pendaratan.

Displacement

Displacement merupakan perubahan posisi atau deformasi suatu struktur akibat adanya pembebanan. Nilai displacement menunjukkan besarnya perubahan bentuk yang terjadi pada suatu komponen ketika menerima gaya dari luar. Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh nilai displacement maksimum pada landing skid drone untuk masing-masing variasi material dan ketinggian jatuh.

Pada material ABS, ketinggian 5 meter menghasilkan displacement maksimum sebesar 1,265 mm, ketinggian 10 meter sebesar 4,101 mm, dan ketinggian 15 meter sebesar 5,025 mm.

Pada material PVC, ketinggian 5 meter menghasilkan displacement maksimum sebesar 1,272 mm, ketinggian 10 meter sebesar 4,124 mm, dan ketinggian 15 meter sebesar 5,056 mm.

Tabel 2. Hasil Displacement

Material	5 meter (mm)	10 meter (mm)	15 meter (mm)
ABS	1,265	4,101	5,025
PVC	1,272	4,124	5,056

Berdasarkan hasil simulasi tersebut dapat diketahui bahwa nilai displacement pada material PVC lebih besar dibandingkan dengan material ABS pada setiap variasi ketinggian. Hal ini menunjukkan bahwa material PVC mengalami deformasi yang lebih besar ketika menerima beban impak pendaratan.

Safety Factor

Faktor keamanan (Safety Factor) merupakan nilai yang menunjukkan kemampuan suatu material dalam menahan beban kerja tanpa mengalami kegagalan. Nilai safety factor dihitung dengan membandingkan nilai yield strength material dengan nilai tegangan maksimum (Von Mises Stress) yang terjadi pada struktur.

Rumus yang digunakan untuk menghitung safety factor adalah sebagai berikut:

$$SF = \frac{Yield\ Strength}{Von\ Mises\ Stress\ Maksimum}$$

Berdasarkan nilai yield strength material yang digunakan, yaitu 28,2 MPa untuk ABS dan 35,1 MPa untuk PVC, diperoleh hasil perhitungan safety factor sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Safety Factor

Material	5 meter	10 meter	15 meter
ABS	1,33	0,55	0,45
PVC	1,33	0,56	0,45

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pada ketinggian 5 meter, kedua material masih memiliki nilai safety factor di atas 1, sehingga struktur masih tergolong aman. Namun pada ketinggian 10 meter dan 15 meter, nilai safety factor pada kedua material berada di bawah 1, yang menunjukkan bahwa struktur berpotensi mengalami kegagalan apabila menerima beban impak pada ketinggian tersebut.

Secara umum, material PVC memiliki nilai safety factor yang sedikit lebih tinggi dibandingkan material ABS pada ketinggian 10 meter, meskipun pada ketinggian 15 meter kedua material menunjukkan nilai safety factor yang sama.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil simulasi analisis landing skid drone dengan dua variasi material dan tiga variasi ketinggian pendaratan, diperoleh bahwa nilai Von Mises Stress dan displacement meningkat seiring bertambahnya ketinggian pendaratan. Material PVC menghasilkan nilai tegangan dan displacement yang lebih tinggi dibandingkan material ABS pada setiap variasi ketinggian. Tegangan maksimum terjadi pada material PVC pada ketinggian 15 meter sebesar

77,23 MPa, sedangkan displacement maksimum sebesar 5,056 mm. Berdasarkan nilai yield strength material, struktur landing skid masih dinyatakan aman pada ketinggian pendaratan di bawah 5 meter, namun pada ketinggian di atas 5 meter struktur berpotensi mengalami kegagalan karena nilai tegangan telah melebihi batas kekuatan material.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian eksperimental secara langsung guna memvalidasi hasil simulasi yang telah dilakukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] F. Roza, I. Muthohar, and S. Priyanto, "Pesawat Udara Kecil Tanpa Awak (Small Drone) Untuk Pengiriman Barang," *Angkasa J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. 14, no. 2, pp. 141–150, 2022, doi: http://dx.doi.org/10.28989/angkasa.v14i2.1305.

[2] L. A. N. Wibawa, "Desain dan Analisis Kekuatan Rangka Tricycle Landing Gear UAV Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Mech. ; J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 33–37, 2018.

[3] R. W. Yulianyahya *et al.*, "Sosialisasi Penggunaan Drone Untuk Kegiatan Survei Pemetaan Wilayah," *Pengmasku*, vol. 3, no. 1, pp. 62–66, 2023, doi: https://doi.org/10.54957/pengmasku.v3i1.565.

[4] M. Fadli, M. H. Widanto, and S. Fairuza, "Analisis Impact Landing Skid Drone Agrikultur Dengan Variasi Ground Contur," *J. Teknol. Kedirgant.*, vol. 9, no. 1, pp. 29–36, Jan. 2024, doi: https://doi.org/10.35894/jtk.v9i1.104.

[5] X. C. Ma, Y. Wang, Y. L. Jia, J. Dong, and H. Gong, "Impact Damage Analysis of Skid Landing Gear of the UAV," *Appl. Mech. Mater.*, vol. 912, pp. 11–18, 2023, doi: https://doi.org/10.4028/p-b3m6fc.