

Struktural Dan Modal Analisis Pada Bilah Baling-Baling Quadcopter Dengan Bantuan Simulasi Komputer

Randis^{1*}, Angga Wahyu Aditya²
^{1*,2} Politeknik Negeri Balikpapan

* E-mail: randis@poltekba.ac.id

Abstract

To obtain and determine the magnitude of the deformation and stress that is occurred in the propeller blades on a quadcopter, therefore it is necessary to carry out an analysis in the form finite element analysis using computer simulation. The aim of this study is to determine the amount of deformation that is occurred in a propeller blade applied to a quadcopter if it is given a force and vibration due to rotation and contact with the air while the propeller rotates. The method used the academic version of the ANSYS R1 2021 software which the propeller is designed and given input according to its real conditions, then look at the output deformation and voltage that is occurred in the blades of the propeller. The simulation results showed that the total deformation value in the structural statistic is 6.6681 mm for the maximum value, while the stress value is 169.89 Mpa. For vibration analysis used modal analysis, the total deformation is 549.91 mm max in shape mode 1 and the largest is in shape mode 7 at 792.45 mm at a frequency of 616.78Hz.

Keywords: Quadcopter propeller, finite element analysis, deformation analysis, vibration analysis.

Abstrak

Untuk mendapatkan dan mengetahui besarnya deformasi dan tegangan yang terjadi pada bilah baling-baling pada sebuah quadcopter, maka perlu dilakukan analisis berupa finite elemen analisis dengan menggunakan simulasi komputer. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besarnya deformasi yang terjadi pada sebuah bilah baling-baling yang diaplikasikan pada quadcopter apabila diberi gaya (Force) dan getaran frekwensi akibat putaran dan kontak pada udara saat baling-baling berputar. Metode yang di gunakan dengan menggunakan perangkat software ansys R1 2021 versi academic dimana baling-baling dimodelkan dan diberi input sesuai kondisi real nya selanjutnya melihat output deformasi dan tegangan yang terjadi pada bilah baling-baling tersebut. Hasil simulasi menunjukkan nilai total deformasi pada *statstic structural* sebesar 6,6681 mm untuk nilai maksimumnya, sedangkan nilai tegangan nya diperoleh nilai 169,89 Mpa. Untuk analisis *vibrasi* dengan menggunakan modal analisis diperoleh total *deformasi* sebesar 549,91 mm max pada mode shape 1 dan terbesar pada *mode shape* 7 sebesar 792,45 mm pada frekwensi 616,78Hz.

Kata kunci: Bilah baling-baling quadcopter, analisis elemen hingga, analisa deformasi, analisa getaran.

1. Pendahuluan

Quadcopter adalah jenis *Unmanned Aerial Vehicles (UAV)* [1-2], dengan empat baling-baling pada ujung lengannya dan kemampuan lepas landas dan mendarat di ruang terbatas [3-4]. *Quadcopter* adalah sistem dengan dinamika kompleks dengan empat derajat kebebasan [1]. Untuk menghasilkan gaya dorong ke atas, komponen baling-baling harus berputar sesuai dengan gerakan yang akan dilakukan *quadcopter*, rotasi baling-baling pada *quadcopter* ini menghasilkan daya dorong. Baling-baling ini mendorong udara masuk dari arah bawah frame *Quadcopter* masuk arah ke atas [5-6].

Baling-baling pada *quadcopter* merupakan komponen yang sangat penting dalam menunjang tugas dan kinerja dari sebuah *quadcopter*, gaya dorong yang dihasilkan oleh baling-baling harus lebih besar untuk mengangkat dan membuat *quadcopter* dapat bermanuver dengan baik, sehingga baling-baling ini akan mendapat gaya serta getaran yang cukup besar dalam melaksanakan tugasnya. Dibalik tugas dari baling-baling yang begitu vital, maka sangat dibutuhkan material dan komposisi bahan pada baling-baling guna menunjang kekuatan struktural dari baling-baling *quadcopter* tersebut [7-9].

Untuk mengetahui besarnya gaya dorong yang di hasilkan oleh motor brushless maka pengujian dilakukan dengan berbagai instrument [10-13] hal ini untuk mengetahui besarnya gaya dorong yang dapat dihasilkan oleh motor brushless sehingga aplikasi dan penggunaannya juga tepat.

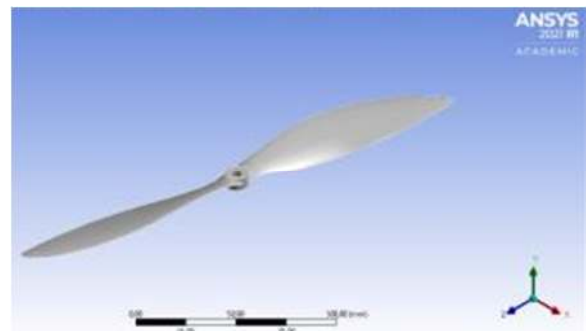
Untuk mengetahui besarnya deformasi dan stress yang terjadi pada baling-baling akibat gaya dan getaran yang bekerja, dapat dilakukan dengan finite element analisis dengan bantuan simulasi computer, penelitian terdahulu menggunakan simulasi computer dalam menganalisis *finite element* banyak digunakan, baik untuk menganalisis karakteristik getaran, karakteristik mekanik benda uji, maupun deformasi yang terjadi pada objek [14-16]. Aplikasi ansys sendiri merupakan suatu aplikasi simulasi computer

yang digunakan untuk finite element analisis yang banyak digunakan dalam menganalisis berbagai kebutuhan modeling dan analisis, dengan hasil yang dapat memuaskan dimana hasil simulasi memiliki error yang cukup kecil. [17-19].

Studi ini berfokus pada pemodelan baling-baling yang digunakan pada *quadcopter* selanjutnya melakukan analisis *structural* dan analisis getaran pada baling-baling tersebut untuk mengetahui deformasi yang terjadi serta besarnya stress yang terjadi pada objek.

2. Metode Penelitian

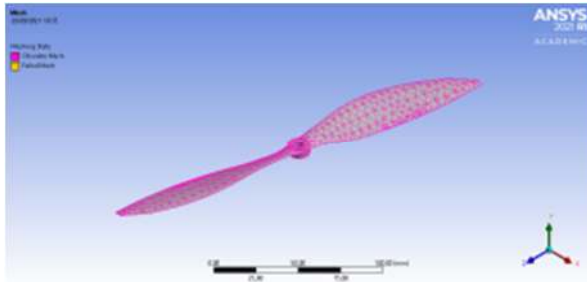
Baling-baling (*Propeller*) yang digunakan adalah baling-baling yang banyak digunakan dengan dimensi 10 x 4,5 “, model geometri dirancang dan dibuat pada perangkat lunak gambar untuk pemodelan 3D. selanjutnya di *import* pada program simulasi komputer menggunakan *ansys 2021 R1 academic* versi *student* untuk untuk lebih lanjut akan dilakukan vibration analysis. Gambar 1 menunjukkan geometri solid dari baling-baling (*Propeller*) sementara untuk gambar 2 menunjukkan model baling-baling yang telah diberi *mesh*.



Gambar 1. Geometri baling-baling

Meshing dilakukan dengan *tools meshing* yang disediakan *software ansys* dengan menggunakan elemen *size* ukuran 2 mm, perlu di ingat bahwa makin kecil mesh yang digunakan, maka makin akurat nilai yang akan diperoleh saat analisis dilakukan, namun akan lebih lama waktu yang dibutuhkan oleh perangkat dalam melakukan analisisnya.

Pemilihan elemen size ukuran 2 mm dianggap paling sesuai pada model yang akan di analisis pada studi ini.



Gambar 2. Mesh yang diterapkan pada model

Material yang digunakan pada baling-baling yang akan dianalisis dengan menggunakan *finite element analysis* yaitu menggunakan *aluminium alloy* dengan material *properties* yang ditunjukkan pada gambar 3.

Resin Polyamide/Nylon 66	
Density	1,14e-06 kg/mm ³
Structural	
*Isotropic Elasticity	
Derive from: Young's Modulus and Poisson's Ratio	
Young's Modulus	1620,0 MPa
Poisson's Ratio	0,41000
Bulk Modulus	3300,0 MPa
Shear Modulus	574,47 MPa
Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion	0,00013000 1/°C
Thermal	
Isotropic Thermal Conductivity	0,0004000 W/mm°C
Specific Heat Constant Pressure	1,50e+06 mJ/kg°C

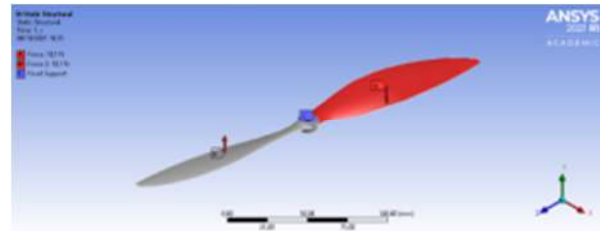
Gambar 3. Material properties

3. Hasil Penelitian

3.1. Static Structural Analysis

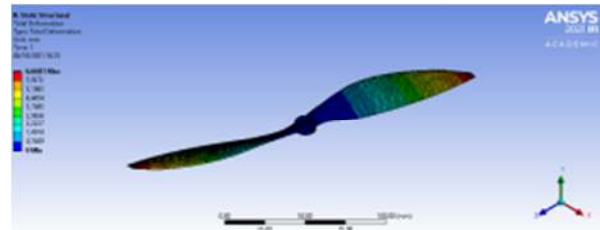
Pada *static structural analysis*, baling-baling dipandang mendapatkan gaya secara vertical yang dapat menekuk bilah karena gaya dorong yang diterapkan (F). Untuk menganalisis baling-baling, *fix support* diterapkan pada lingkaran tengah baling-baling di mana ia terhubung ke poros motor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Gaya dorong yang dihasilkan adalah sekitar 10,1N untuk satu baling-baling, data ini diambil dari penelitian sebelumnya yang mengukur gaya dorong yang dihasilkan[10].

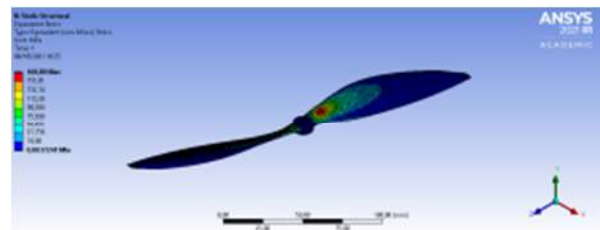


Gambar 4. Fix support dan force pada objek yang diterapkan pada objek baling-baling

Gaya yang diterapkan untuk menganalisis dan untuk mengetahui deformasi dan tegangan karena efek lentur sebagai ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Total deformasi pada objek baling-baling



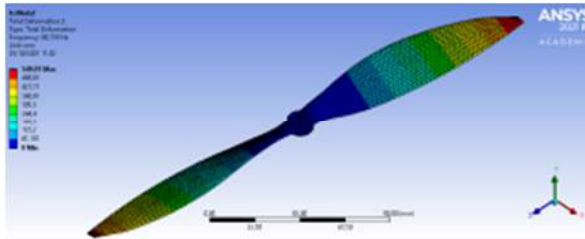
Gambar 6. Total tegangan pada objek baling-baling

Hasil deformasi yang terjadi pada baling-baling akibat gaya yang bekerja ditunjukkan pada gambar 5, terlihat besarnya deformasi yang terjadi sebesar 6,6681 mm untuk nilai max. Sedangkan nilai tegangan ditunjukkan pada gambar 6 dimana hasil menunjukkan besarnya tegangan sebesar 169, 89 Mpa max.

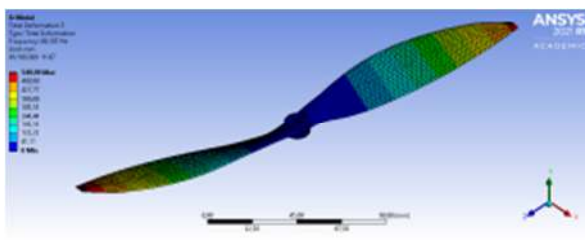
3.2. Modal Analysis

Pada modal analysis akan dilihat besarnya deformasi yang terjadi akibat frekwensi akibat getaran yang terjadi pada baling-baling besarnya deformasi serta bentuk deformasi yang terjadi ditunjukkan pada gambar 7-12.

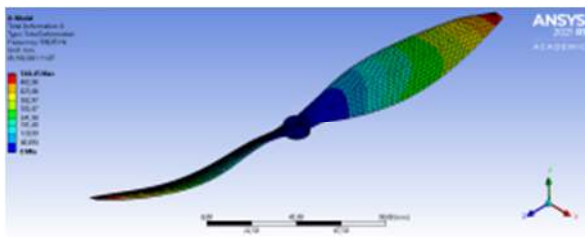
Total deformasi yang di ambil pada analisis ini hanya terbatas pada 7 item. Dapat dilihat pada gambar, mode shape yang paling besar deformasinya terjadi pada total deformasi 7 dengan besarnya frekwensi pribadi sebesar 616,78 Hz. Akibat frekwensi yang bekerja ini, terjadi perubahan bentuk yang signifikan pada baling-baling.



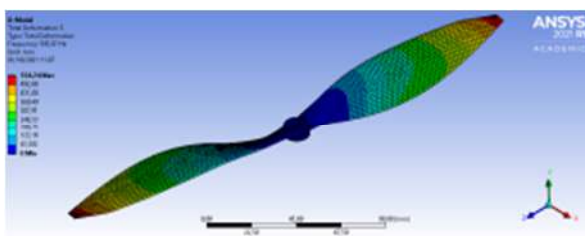
Gambar 7. Mode shape 1-2 (88,159 Hz)



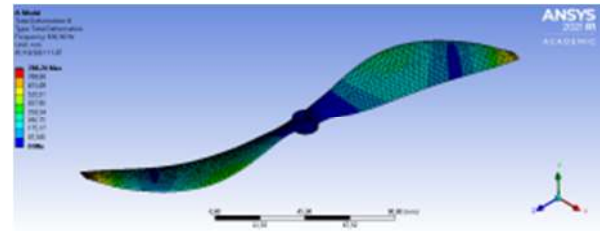
Gambar 8. Mode shape 3 (88,197 Hz)



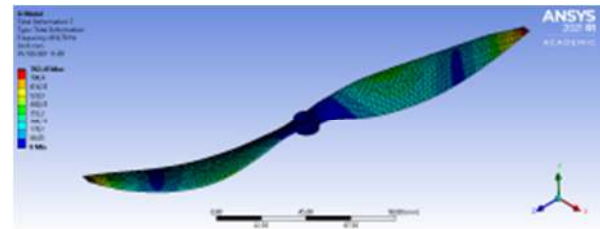
Gambar 9. Mode shape 4 (586,85 Hz)



Gambar 10. Mode shape 5 (595,9785 Hz)



Gambar 11. Mode shape 6 (616,16 Hz)



Gambar 12. Mode shape 7 (616,78 Hz)

4. Kesimpulan

Dari hasil simulasi dengan menggunakan software ansys untuk guna *finite element analysis (FMA)* diperoleh nilai total deformasi pada *statstic structural* sebesar 6,6681 mm untuk nilai maksimumnya, sedangkan nilai tegangan nya diperoleh nilai 169,89 Mpa. Untuk analisis *vibrasi* dengan menggunakan modal analisis diperoleh total *deformasi* sebesar 549,91 mm max pada mode shape 1 dan terbesar pada *mode shape 7* sebesar 792,45 mm pada frekwensi 616,78Hz.

5. Saran

Penelitian lanjutan dapat dikembangkan kearah analisis lain yang terdapat pada fitur software ansys, mengingat banyaknya fitur yang disediakan oleh software ini.

6. Daftar Pustaka

- [1] Putra, Dili Kurniawan. *Perancangan Sistem Kendali Tracking Object Berbasis Dynamic Waypoint Pada Quadcopter*. Diss. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [2] Hidayatullah, Ikhsan. *Perancangan quadcopter model "H" menggunakan mikrokontroler untuk pengindraan citra*

- udara. Diss. Universitas Tarumanagara, 2021.
- [3] Puspasari, Shinta, Abdul Rahman, and Dedy Hermanto. "Perancangan dan Implementasi Quadcopter untuk Foto Udara Objek-objek Wisata di Kota Palembang." *Generic 9.2* (2014): 332-341.
- [4] [Puspasari, Shinta, Abdul Rahman, and Dedy Hermanto. "Perancangan dan Implementasi Quadcopter untuk Foto Udara Objek-objek Wisata di Kota Palembang." *Generic 9.2* (2014): 332-341.
- [5] Kuantama, Endrowednes, Dan Craciun, and Radu Tarca. "Quadcopter body frame model and analysis." *Ann. Univ. Oradea* (2016): 71-74.
- [6] Intaratep, Nanyaporn, et al. "Experimental study of quadcopter acoustics and performance at static thrust conditions." *22nd AIAA/CEAS Aeroacoustics Conference*. 2016.
- [7] Ostojić, Gordana, et al. "Design control and application of quadcopter." *International Journal of Industrial Engineering and Management* 6.1 (2015): 43-48.
- [8] Polivanov, P. A., and A. A. Sidorenko. "Quadcopter propeller characteristics in the oblique flow." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1404. No. 1. IOP Publishing, 2019.
- [9] Yap, Yong Keong. "Structural health monitoring for unmanned aerial systems." *EECS., UNC, BerNley, Rep. UCB/EECS-2014 70* (2014).
- [10] Randis, Randis, and Syaeful Akbar. "Rancang Bangun Alat Ukur Gaya Dorong Dan Kecepatan Putaran Motor Brushless." *Dinamika: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 9.2 (2018): 30-36.
- [11] Awwal, Ananda Rafi Rijalul, Mufti Arifin, and Endah Yuniarti. "Estimasi Gaya Dorong Dari Motor Brushless Dengan Variasi Propeller Untuk Pesawat Model X-UAV Mini Talon Dengan Menggunakan Pengukur Massa." *Jurnal Teknologi Kedirgantaraan* 5.2 (2020).
- [12] Prasetyo, Erwan Eko, and Wahyuni Fajar Arum. "Analisis Perbandingan Kinerja Brushless Motor Menggunakan Metode Eksperimen." *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi* 10.1 (2021): 71-76.
- [13] Hermanto, Dedy. "Perancangan Pengukur Kekuatan Motor Brushless Berbasis ESP8266." *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)* 5.1 (2018): 36-44.
- [14] Lubis, Sudirman. "ANALISA MODAL PADA POROS ENGGKOL 4 SILINDER KENDARAAN RINGAN." *Seminar Nasional Teknik (SEMNASSTEK) UISU*. Vol. 4. No. 1. 2021.
- [15] Kumar, Santosh, and Prakash Chandra Mishra. "Finite element modeling for structural strength of quadcopter type multi mode vehicle." *Aerospace Science and Technology* 53 (2016): 252-266.
- [16] Ahmed, MD Faiyaz, Mohd Nayab Zafar, and J. C. Mohanta. "Modeling and Analysis of Quadcopter F450 Frame." *2020 International Conference on Contemporary Computing and Applications (IC3A)*. IEEE, 2020.
- [17] Wakhidah, Delia Hani, Moch Agus Choiron, and Moch Syamsul Ma'arif. "Rekayasa desain circular multi-cell hybrid crash box dengan simulasi komputer." (2021).
- [18] Irawan, Yudy Surya, Moch Agus Choiron, and Wahyono Suprpto. "Tensile Strength and Thermal Cycle Analysis of AA6061 Friction Weld Joints With Different Diameters and Various Friction Times." *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 2.12 (2021): 110.
- [19] Nadya, Mesti, Yudy Surya Irawan, and Moch Agus Choiron. "Pengaruh Double Chamfer terhadap Distribusi Suhu dan Daerah Zpl pada Sambungan Las Gesek AL6061 dengan Simulasi Komputer." *Jurnal Rekayasa Mesin* 12.2 (2021): 433-445.